

Apollo Zero versus MUSE

Paesaggi solari



EUT

Adriano Venudo

**Apollo Zero versus MUSE.
Paesaggi solari**

Adriano Venudo

Contributi di

Giovanni Fraziano

Vanni Lughi

Claudio Meninno

Mariacristina D'Oria



© EUT Edizioni Universitarie di Trieste
Piazzale Europa, 1 - 34127 Trieste
www.eut.units.it

1[^] edizione - Copyright 2019

ISBN 978-88-5511-038-9

E-ISBN 978-88-5511-039-6

Stampa

EUT Edizioni Università Trieste, luglio 2019



La versione elettronica di questo volume è liberamente accessibile su OpenstarTs, l'archivio digitale dell'Università di Trieste, al link: www.openstarts.units.it

Attribuzioni contenuti, testi e immagini

Capitolo 1 - Osservazione: *Cambiare rotta?*, Adriano Venudo; *Apollo versus MUSE*, Adriano Venudo; *Apollo 13*, Giovanni Fraziano; *Utilità e bellezza: Arte, Architettura e Tecnologia*, Claudio Meninno; *Il progetto MUSE*, Vanni Lughi; *Macchine e paesaggi solari*, Adriano Venudo; *A Trip to the Moon*, Mariacristina D'Oria.

Capitolo 2 - Galleria retroattiva, Adriano Venudo, Mariacristina D'Oria.

Capitolo 3 - Esplorazione, Adriano Venudo, Giovanni Fraziano, Mariacristina D'Oria

Capitolo 4 - Apparati, Adriano Venudo, Mariacristina D'Oria

Elaborazione grafica, impaginazione e copertina
Mariacristina D'Oria

Proprietà letteraria riservata. I diritti di traduzione, memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale e parziale di questa pubblicazione, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm, le fotocopie, le scansioni digitali e altro) sono riservati per tutti i Paesi.

Il volume è stato realizzato con fondi di ricerca 5 - ResRIC - VENUDO - Dipartimento di Ingegneria e Architettura- Units - MUSE - Progetto Interreg ITA - SLO 2014-2020 - Collaborazione transfrontaliera per la mobilità universitaria sostenibile energeticamente efficiente -WP1-WP.

Il presente volume è il risultato conclusivo dell'attività di ricerca svolta all'interno del DIA - Units, tra il dicembre 2017 e il dicembre 2018 all'interno del Progetto Interreg Italia-Slovenija 2014-2020, Asse 2, Priorità 4e, *Progetto MUSE, Collaborazione Transfrontaliera per la Mobilità Universitaria Sostenibile Energeticamente Efficiente. Čezmejno sodelovanje za trajnostno in energetsko učinkovito mobilnost univerz Cross-border cooperation for the sustainable and energy-efficient mobility of universities.*

Codice progetto: 1471964642, CUP UniTrieste: J92F16001440005.

Si ringrazia la prof.ssa Lidia Martorana per la revisione dei testi.



Apollo Zero versus MUSE

Paesaggi solari

Adriano Venudo

Contributi di

Giovanni Fraziano

Vanni Lughi

Claudio Meninno

Mariacristina D'Oria

EUT EDIZIONI UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Indice

Osservazione

p.08

1

Cambiare rotta?

Adriano Venudo

p.08

Apollo versus MUSE

Adriano Venudo

p.11

Apollo 13

Giovanni Fraziano

p.21

Utilità e bellezza: Arte, Architettura e Tecnologia

Claudio Meninno

p.29

Il progetto MUSE

Vanni Lughi

p.37

Macchine e paesaggi solari

Adriano Venudo

p.45

A trip to the Moon

Mariacristina D'Oria

p.61

Galleria retroattiva

Adriano Venudo, Mariacristina D'Oria

p.71

2

3 Esplorazione

Adriano Venudo, Giovanni Fraziano, Mariacristina D'Oria
p.82

p.83 ● **Lancio [inserimento]**

p.99 ● **Raggiungimento dell'orbita [concept]**

p.107 ● **Fase di crociera [composizione]**

p.115 ● **Manovre orbitali [funzionamento]**

p.119 ● **Atterraggio [tecnica]**

p.125 ● **Apollo Zero [progetto]**

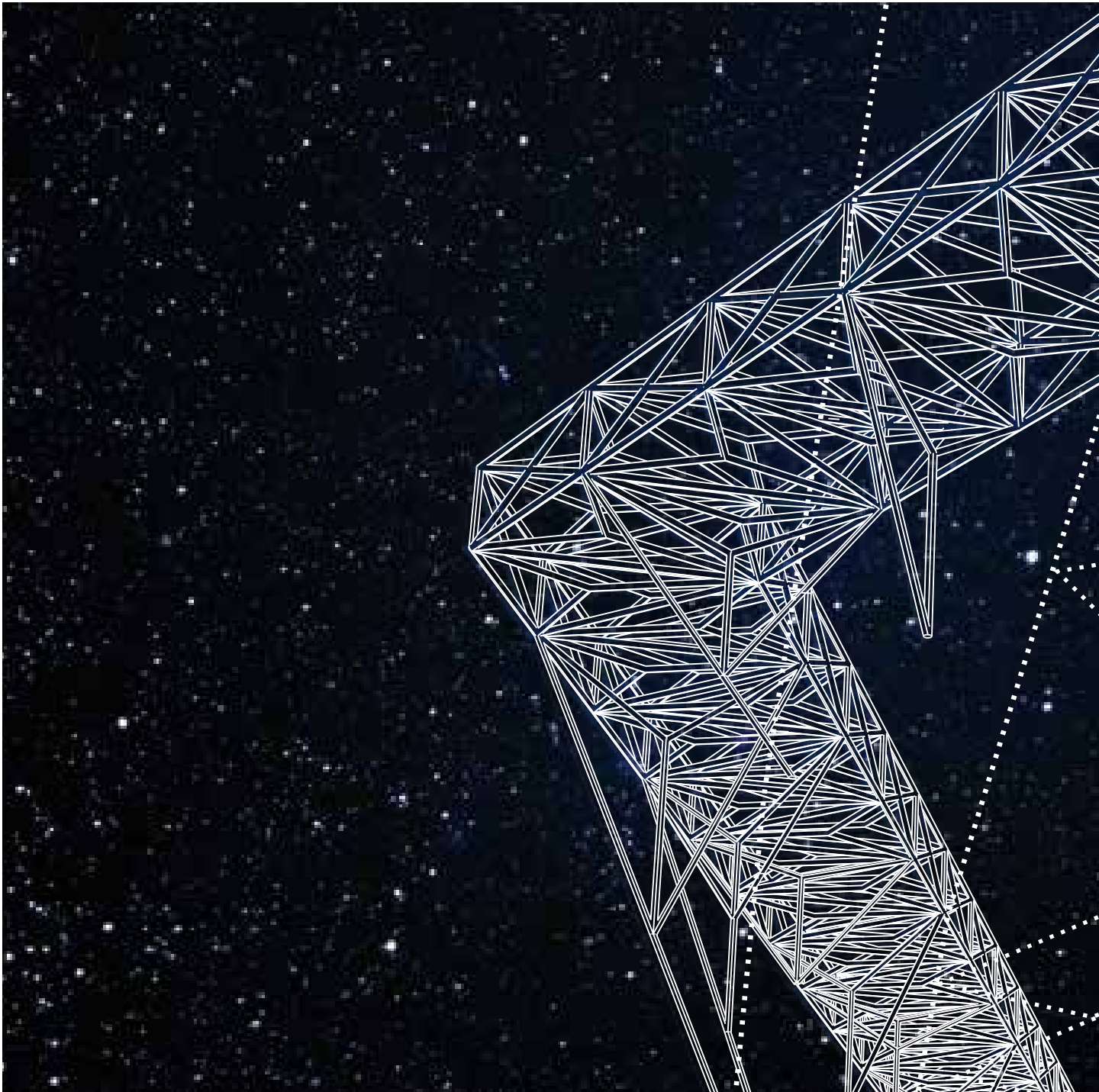
4 Apparati

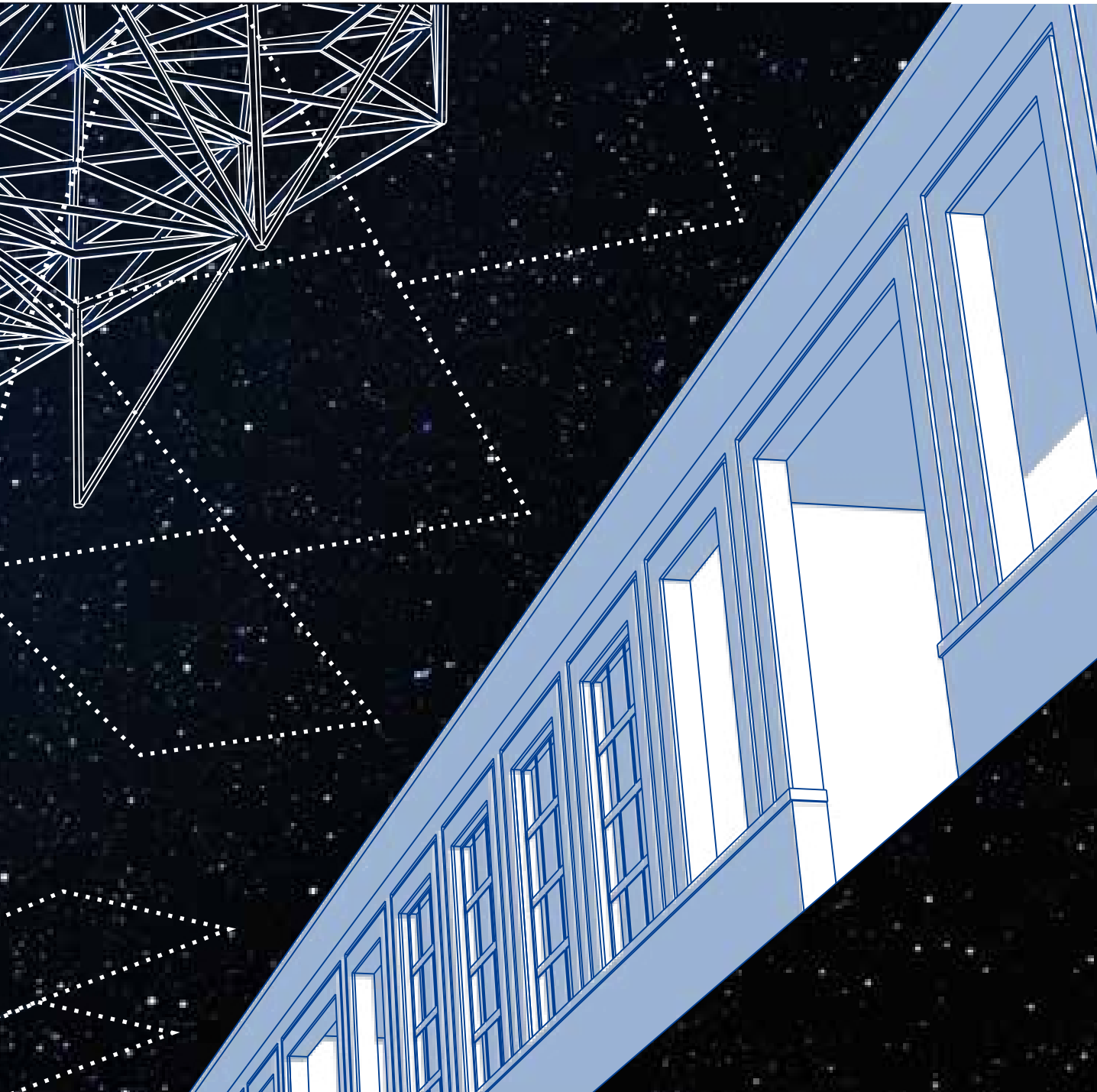
p.128

p.128 ● **Bibliografia generale**

p.131 ● **Fonti delle immagini**

p.134 ● **Autore e contributi**





Cambiare rotta?

Adriano Venudo

Questo libro contiene una ricerca e un progetto.

La ricerca riguarda le “macchine solari”, in particolare il ruolo dell’architettura e del rapporto struttura-forma e processo-forma in quei layout performanti che nascono da stringenti esigenze tecnologiche per rispondere a dinamiche bioclimatiche e a equilibri ambientali. Premesse queste, che hanno indirizzato fin da subito gli studi verso nuovi modelli, nel tentativo di superare lo schema sicuro e già tracciato dell’architettura solare intesa solo come supporto per gli impianti di generazione. Il programma energetico e i vincoli dettati dalle tecnologie solari sono alla base delle ipotesi della ricerca e degli sviluppi di nuove spazialità architettoniche integrate con i dispositivi solari. Indagini sullo spazio generato dalle forme degli stessi congegni solari che assieme allo studio di modalità alternative per la mobilità urbana e allo sviluppo delle soluzioni matematico-ingegneristiche per l’ottimizzazione della produzione/distribuzione di energia elettrica dal solare, costituiscono il focus interdisciplinare del programma di ricerca Interreg 2014-2020 – Italia Slovenia Asse 2, Priorità 4e, progetto MUSE, Collaborazione Transfrontaliera per la Mobilità Universitaria Sostenibile Energeticamente Efficiente. Il progetto è “un traliccio solare”, un’architettura pensata sia come spazio che come impianto, sia per produrre energia, che per alimentare mezzi elettrici dentro al campus dell’Università degli Studi di Trieste. I riferimenti che ci hanno guidato sono derivati dal mondo aeronautico e aerospaziale, soprattutto per la forte relazione di coincidenza tra tecnologia, forma e struttura. Da qui il nome Apollo Zero, per le

analogie e i legami con il mondo dello storico programma aerospaziale della NASA. Apollo Zero è un progetto pilota per una e-station che farà parte di una più ampia rete urbana di distribuzione di energia elettrica, la *smart-grid* di Trieste prevista dal programma Interreg. Oltre alla stazione di co-generazione e di ricarica elettrica, il progetto propone anche la riconfigurazione complessiva di tutta la quinta urbana del fronte sud-est del campus e la riqualificazione di tutti spazi aperti e del suolo del terrazzamento su via Valerio, con l'obiettivo anche di valorizzare un affaccio sulla città, oggi dimenticato, e un prezioso spazio di relazione per tutto il campus, oggi sottoutilizzato.

Ripercorrendo sentieri noti ma con continui cambi di rotta, sia il progetto che la ricerca esplorano il territorio concettuale di una nuova declinazione della forma che diventa struttura in funzione di una tecnologia, quella solare, la quale a sua volta si fa spazio, ma anche habitat, utilizzando reticolari tridimensionali, geometrie dei "quasi cristalli", nebulose di microcelle fotovoltaiche e membrane solari.

La raccolta di riferimenti esplora lo stato dell'arte e pone una riflessione "retroattiva" su alcuni approcci radicali, una rottura con il rituale classico della composizione dello spazio a favore di un'astrazione razionale e universalista, approccio utilizzato anche per l'inserimento contestuale nel campus.

Tre sono i binomi che hanno guidato questo approccio: disegno-linguaggio; struttura-forma; macchina-spazio. A questi, grazie al prof. Giovanni Fraziano, ne va aggiunto un quarto: il binomio sensibilità-personalità, assunto non solo come approccio alla ricerca, ma come tolleranza e complicità, come spirito di curiosità, come tensione al pensiero in "acrobatico equilibrio", alla cultura e all'ambiente, in conclusione come rispettosa propensione all'altro.

La ricerca e il progetto, rimontati in una nuova rotta, si articolano nelle pagine che seguono in tre capitoli tra esplorazioni, osservazioni e riletture di presente passato e futuro: nel primo, "Osservazione", sono stati raccolti i riferimenti teorici alla base della ricerca MUSE; nel secondo, "Galleria retroattiva", sono stati selezionati alcuni riferimenti teorici e progettuali che hanno fatto da trade-union tra la ricerca MUSE e il progetto Apollo Zero; nel terzo, "Esplorazione", viene presentato e rinarrato il progetto Apollo Zero.

Ringrazio Vanni Lughi, che ha reso possibile questa fertile collaborazione interdisciplinare, e Claudio Meninno, Gioia Di Marzio e Gianluca Calligaris, per il prezioso contributo operativo e scientifico apportato nei vari step della ricerca Interreg 2014-20 Italia-Slovenia, progetto MUSE, di cui questo libro ne restituisce i primi risultati. Non finirò mai di ringraziare Mariacristina D'Oria per il suo prezioso contributo generale e per il lavoro di sintetizzazione e riorganizzazione di tutti i materiali della ricerca, lavoro che ha permesso la realizzazione di questo libro.

Un riconoscimento di speciale gratitudine va a Giovanni Fraziano, per quanto già detto sopra, e per averci ancora una volta suggerito i cambi di rotta.

Crediti

Titolo del progetto:

Progetto Interreg Italia-Slovenija 2014-2020, Asse 2, Priorità 4e,
Progetto MUSE, Collaborazione Transfrontaliera per la Mobilità Universitaria Sostenibile Energeticamente Efficiente. Čezmejno sodelovanje za trajnostno in energetska učinkovito mobilnost univerz Cross-border cooperation for the sustainable and energy-efficient mobility of universities.

Sito istituzionale del progetto:

www.ita-slo.eu

Partners:

Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Ingegneria e Architettura (Lead Partner)
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia
UTI Noncello (Comuni di Fontanafredda, Porcia, Pordenone, Roveredo in Piano e Zoppola)
Università di Ljubljana
RRA LUR - Agenzia di Sviluppo Regionale di Ljubljana
RRA SEVERNE PRIMORSKE d.o.o. Nova Gorica - Agenzia di Sviluppo Regionale di Nova Gorica

Periodo di svolgimento WP1-WP:

dic. 2017 – dic. 2018

Luogo del caso studio:

Campus Universitario di via Valerio, Trieste.

Resp. scientifico Unità locale per DIA – UNITS:

prof. ing. Vanni Lughì

Resp. scientifici WP1 – WP e progetto architettonico:

prof. Giovanni Fraziano, prof. arch. Adriano Venudo

Collaborazione all'elaborazione dei dati e alla sistematizzazione finale:

dottoranda di ricerca arch. Mariacristina D'Oria (presso DIA UNITS)

Collaborazione al progetto:

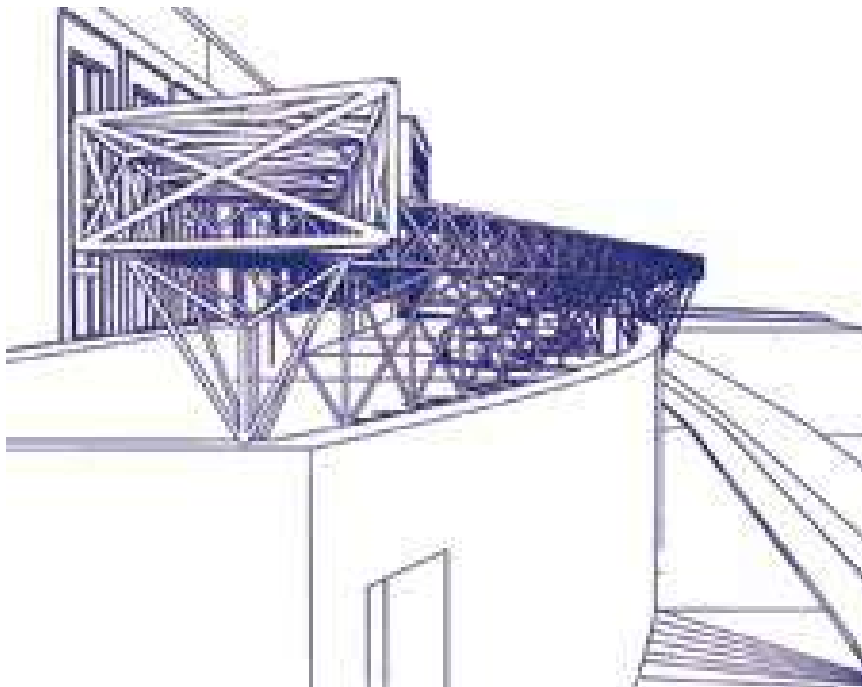
arch. Gianluca Calligaris, Ph.D. arch. Gioia Di Marzio

Elaborati grafici a cura di:

dottoranda di ricerca arch. Mariacristina D'Oria (presso DIA UNITS)

Apollo versus MUSE

Adriano Venudo



Vista prospettica da sud-est del traliccio solare: inserimento e interazione con il muro di contenimento su via Valerio e con la cortina costituita dai padiglioni del Campus.

Il progetto Interreg MUSE ha molteplici obiettivi scientifici che diversi partner hanno sviluppato, in maniera coordinata e interdisciplinare, con numerose progettualità. Tutto però è gravitato attorno a un'ipotesi principale: elaborare soluzioni e dispositivi per produrre energia “pulita”, a basso impatto ambientale, da utilizzarsi per un nuovo sistema di mobilità urbana, anch'essa a basso impatto: la mobilità elettrica.

Il progetto di ricerca Interreg MUSE ha trovato una prima sintesi nello sviluppo di un'applicazione sperimentale, Apollo Zero, una macchina solare, ma anche una macchina urbana, perché pensata sia come dispositivo tecnologico per la produzione di energia solare, sia come primo spazio urbano attrezzato di una rete più ampia, a servizio della mobilità legata ai flussi (interni ed esterni) del campus universitario di Trieste.

Apollo Zero racchiude diversi aspetti di un percorso di ricerca multidisciplinare: matematico-ingegneristico, urbanistico-funzionale, tecnologico, strutturale, economico, paesaggistico e architettonico.



Macchina solare e paesaggio urbano

Le prime macchine complesse furono quelle realizzate per sfruttare il vento e l'acqua dei fiumi: mulini a vento e mulini ad acqua (figg. 1-3), macchine che divennero fin da subito anche delle architetture con spazi abitabili. Nasceva così il paradigma delle “macchine architettoniche”. Le ibridazioni tra macchina e architettura si sono susseguite con gli sviluppi legati alla tecnica e alle invenzioni di navi, aerei, treni, dirigibili, fino poi alle stazioni orbitali, alle piattaforme petrolifere e alle basi sottomarine o tra i ghiacciai polari, segnando lo sviluppo di un filone di “architetture utilitarie” (figg. 8-10), congegnate per particolari condizioni climatiche, spesso estreme, quindi pensate per specifici ambienti e soprattutto in relazione al “lavoro”¹ da sviluppare e da cui trarre energia o risorse di funzionamento. Sono architetture che pur essendo “tecnologicamente autoreferenziali” in quanto fortemente artificiali e con altissimi contenuti tecnologici (macchine per l'appunto) rispetto a quelli architettonici o paesaggistici, instaurano (nella forma e nella struttura) sempre e comunque uno strettissimo legame con l'ambiente, generalmente di tipo utilitaristico, motivo di numerose invenzioni formali e strutturali sia per l'architettura che per l'ingegneria. Si tratta di gusci, membrane, capsule e tralicci (figg. 8-13) in acciaio, in leghe e, in generale, in materiali leggeri ma prestanti che declinano il linguaggio funzionalista con l'estetica high-tech in stranianti “corpi tecnologici”.

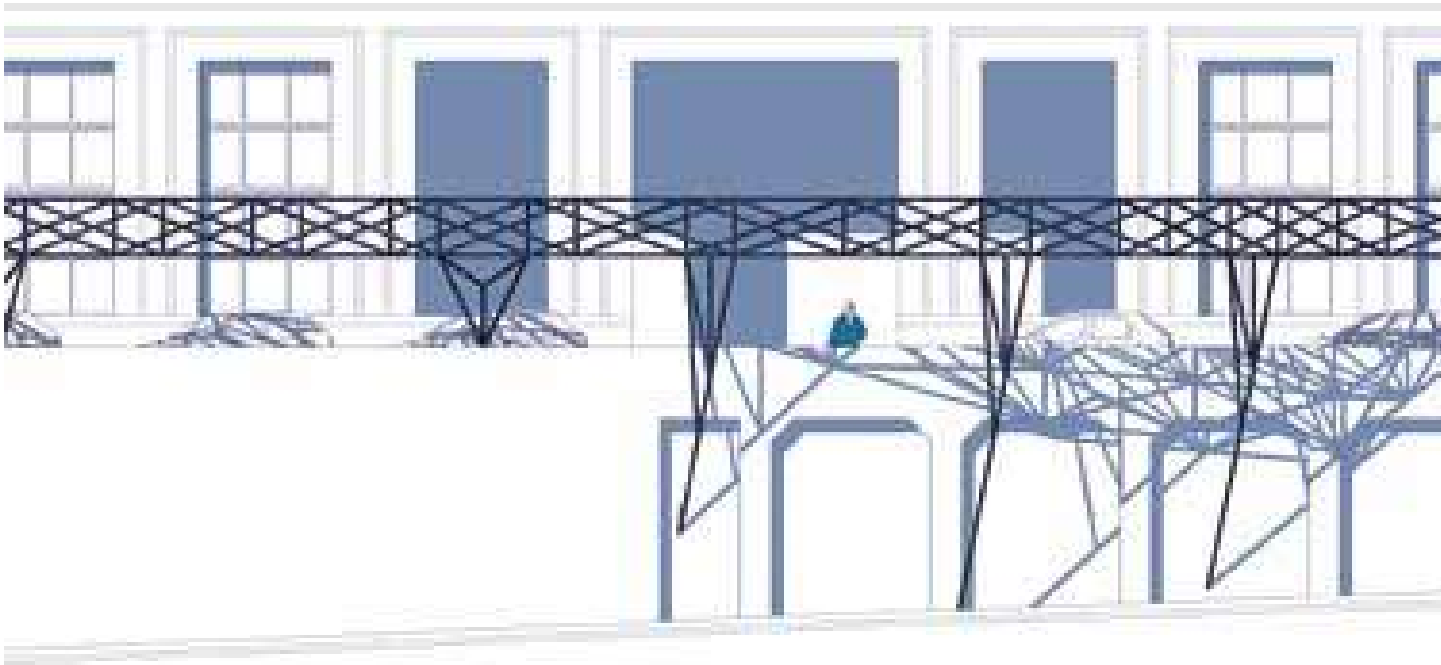
Queste architetture utilitarie o macchine architettoniche, anche se inizialmente relegate agli ambienti estremi o agli ambienti di “lavoro”, hanno avuto un ruolo dirompente nel corso della storia dell'architettura e nell'invenzione di sperimentali paesaggi urbani² ispirando una nuova architettura³ e continue ricerche in campo spaziale e artistico⁴, sempre tese verso quelle che Banham definiva “utopie neotecnologiche”⁵. Ed è proprio da questo filone che riparte la ricerca di Apollo Zero:

[...] Sono strutture abitative poggiate su otto gambe, che ne permettono gli spostamenti. Le immagini proposte da Herron fanno scalpore. Le enormi macchine mobili di Walking-City che sbarcano davanti a Manhattan, che campeggiano nel deserto o che sbucano dal mare di fronte a una Algeri in cui è stato realizzato il piano Obus di Le Corbusier indicano però che la ricerca architettonica non può fermarsi, limitandosi alla gestione dell'ordinario e del fattibile; e anticipano la speranza, che sarà fatto proprio dagli studenti del Sessantotto, ovvero che la professione possa finalmente proiettarsi verso l'utopia [...]⁶

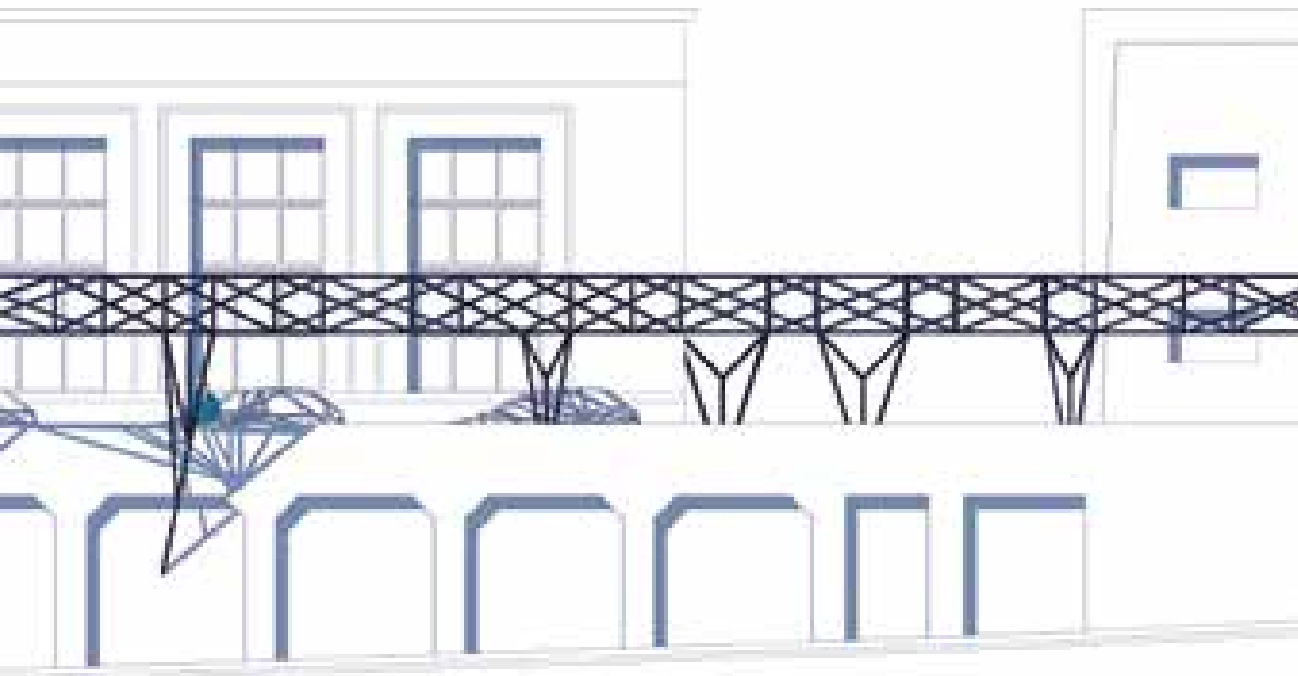
La ricerca di forze nell'ambiente e la possibilità di sfruttare dinamiche della natura che sopperissero alla limitatezza della forza umana per "svolgere un lavoro" e trasformare l'energia, ha caratterizzato l'evoluzione storica delle macchine⁷ e di conseguenza anche dell'architettura⁸, come aveva intuito Giedion già nei primi anni del secolo scorso: un'evoluzione che con il *technological utopianism*⁹ arriva fino ai giorni nostri. C'è un legame diretto tra uomo, natura ed evoluzione tecnica che si estrinseca proprio nell'invenzione della macchina e nello sviluppo del rapporto "forma e struttura" derivante dalle macchine stesse ed in particolare da quelle complesse¹⁰. Apollo Zero nasce da questi presupposti, e anche se a differenza della definizione stretta di macchina, non prevede un moto fisico, questo traliccio solare è sicuramente identificabile come una macchina¹¹ poiché è costituito da componentistica che potremmo assimilare al "motore" (aste e nodi del telaio strutturale, celle e teli fotovoltaici, trasformatori, alternatori, accumulatori, cablature, ecc.) e che risponde a standard e requisiti tecnologici per svolgere "un lavoro" ciclico: captare e poi trasformare l'energia solare in energia elettrica e immetterla costantemente nella micro-grid urbana di Trieste. Se poi conside-

Viste prospettiche da sud-est e da nord-est del traliccio solare: rapporto e interazione con quinta urbana del Campus e il muro di contenimento su via Valerio. Definizione di un nuovo spazio centrale attrezzato per la sosta, la ricarica dei mezzi elettrici e la viabilità del Campus.





riamo la geometria complessiva, l'insieme e la natura delle sue parti costitutive, il funzionamento interno (ovvero il "lavoro" che compie), e non da ultimo la funzione esterna, quella urbana, potremmo sicuramente annoverare Apollo Zero tra le "macchine complesse". E proprio in quanto macchina, il sistema di congegni e di tutte le componenti tecnologiche che trasformano l'energia solare in energia elettrica, sono assemblati in un'armatura tridimensionale, geometricamente modulata sulla figura primaria e indeformabile del triangolo, che poi spazialmente diventa tetraedro, per costruire un telaio essenziale su cui spiegare teli e membrane solari (fig. 8) e appendere o incastonare microcelle fotovoltaiche stampate. Il risultato è una struttura portante, libera nell'aria alla ricerca del sole, che ricorda un'ossatura ridotta al minimo necessaria per svolgere la funzione di supporto e di tensore (variabile in relazione alla posizione e all'esposizione solare), con una logica analoga a quella degli alberi navali che sorreggono le vele o delle strutture alari dei biplani o, ancora, degli esili e altissimi tralicci dell'alta tensione (figg. 4-6). La forma che ne risulta coincide con la razionalità geometrica e l'economicità della struttura a telaio (fig.7), la quale integra le funzioni produttive, i dispositivi tecnologici, ma anche i servizi e le attrezzature per lo spazio urbano su cui si inserisce. Ed è proprio qui, nell'interazione con il contesto urbano che la "macchina solare", Apollo Zero, diventa un'architettura: articolandosi nello spazio e tra gli edifici ridisegna il suolo e la viabilità del campus triestino,



Profilo della nuova quinta urbana del Campus su salto di quota su via Valerio costituita dal basamento esistente, dai fronti dei padiglioni per la didattica e dal traliccio solare.

reinventa un nuovo rapporto e significato per il terrapieno¹² sul salto di quota e ridefinisce le qualità e l'articolazione dello spazio aperto (ai bordi e al centro) dell'intero terrazzamento (tra il campus e via Valerio), conferendogli il ruolo di una vera e propria piazza spalancata sulla città, con nuove inquadrature e sequenze di spazi. Se letto in questi termini, Apollo Zero da macchina solare assume la connotazione di un'architettura del paesaggio, che non soltanto ridisegna i piazzali del campus, ma diventa anche dispositivo di fruizione e quindi di valorizzazione dell'intero paesaggio urbano, affacciato sul golfo.

Paesaggio solare e macchina urbana

Apollo Zero è un traliccio solare che utilizza le più avanzate tecnologie per la captazione (teli e membrane combinate con microcelle stampate), oltre che un innovativo sistema automatizzato di immissione dell'energia nella micro-grid urbana, gestito da un algoritmo elaborato appositamente dal gruppo di ricerca. A questa avanzata componente tecnologica si è cercato di far corrispondere un layout architettonico altrettanto articolato: quello di una macchina urbana, che mira a ricucire il tessuto dello spazio aperto interno ed esterno al campus, dei percorsi pedonali, delle aree di sosta, della viabilità carrabile e in generale del funzionamento dell'intera cittadella universitaria. Per queste ragioni e nella ricerca della migliore esposizione, il traliccio solare si articola su vari livelli, componendo as-

sieme ai padiglioni esistenti, una inedita quinta urbana su via Valerio. La quinta, così ricomposta tridimensionalmente, diventa anche matrice per la riorganizzazione dell'intero piazzale sud-est del campus e contemporaneamente di tutti posteggi di ricarica elettrica. Apollo Zero ridisegna in un tecnologico e insieme simbolico paesaggio solare tutto il fronte urbano del campus, segnalando come un landmark, oltre che l'ingresso alla città, la nuova stazione solare.

Forma e struttura. Esperimento con-testo per un design solare

Una macchina solare di per sé è un oggetto molto semplice, un supporto che sorregge moduli fotovoltaici per captare l'energia solare e una serie di dispositivi per convertirla in energia elettrica. Di per se potrebbe essere semplicemente un "impianto" e non necessariamente uno spazio. Abbiamo ripercorso fin qui però l'evoluzione delle macchine in relazione all'architettura e alla caratterizzazione dello spazio (dell'uomo), ma anche al ruolo assunto dalle macchine nella costruzione della città e oggi del paesaggio. Ne sono un eclatante esempio il mastodontico campo solare "Crescent Dunes" di *SolarReserve* (fig. 14) o il "Floating photovoltaic" in Cina (fig. 17), tra i più grandi al mondo, o il super-edificio della Tesla, il "Gigafactory" (fig. 15), o, ancora, l'intero quartiere urbano della "Copenhagen International School" (fig. 16). Questi sono casi emblematici che ci mostrano come la frontiera del design solare non sia soltanto efficiente o mimetica applicazione architettonica, o al massimo ricerca dei termini formali di integrazione, i quali per lo più, seppur costituiscano importanti punti di arrivo nelle ricerche "sul fotovoltaico integrato - BiPV", non sono ancora vera elaborazione di un filone architettonico specifico. Il design solare dovrebbe generare nuove e paradigmatiche combinazioni del rapporto forma-struttura-tecnologia.

Non è ancora stato fatto il salto di qualità architettonica e paesaggistica, che invece la pura tecnologia solare ha già fatto. I tentativi di integrazione sono stati realizzati sempre impiegando il modulo (applicazioni). Non è stato mai messo in discussione il componente standard, salvo alcuni rarissimi esempi (quelli citati),

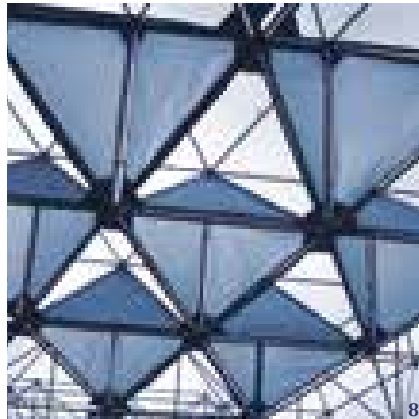
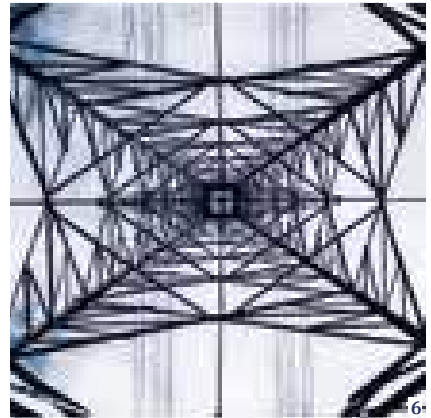
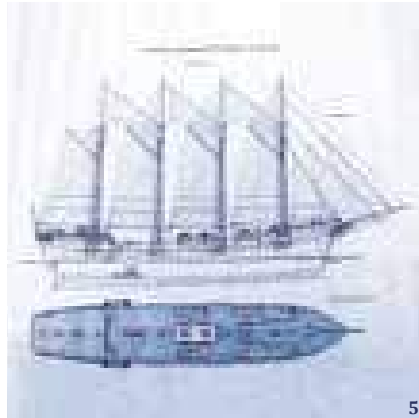
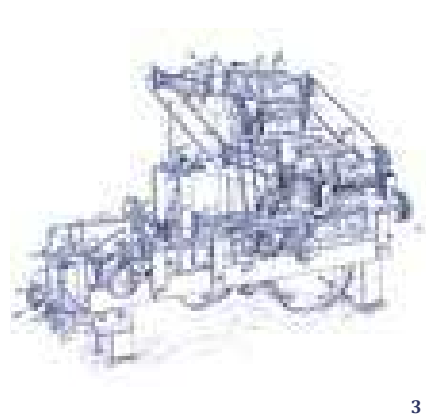
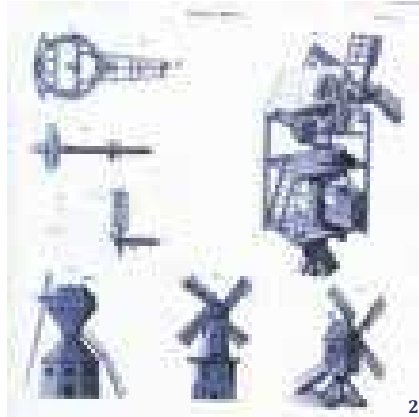
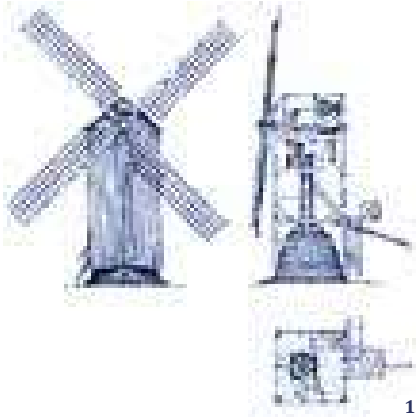


Viste prospettiche del traliccio solare: la nuova piazza sul terrazzamento del Campus e l'articolazione della struttura reticolare con il basamento esistente.

in cui si è lavorato sulla cella e non sul modulo, benché considerare la cella alla stregua di un pixel sarebbe un passaggio rapido e semplice che forse potrebbe far fare un primo vero e importante scarto culturale, oltre che applicativo. Sono stati elaborati vari morfotipi come le serre solari, i camini solari, la colonna solare, le membrane fotovoltaiche, le pareti fotovoltaiche trasparenti, le celle stampabili fotovoltaiche e gli impianti gonfiabili fotovoltaici, ma forse il più rivoluzionario è il fotovoltaico organico. Ora grazie a quest'ultimo, che rende "più libera" l'applicazione e di conseguenza la composizione, è arrivato il momento di sperimentare nuove forme e strutture architettoniche che nascono dalla disposizione, dall'orientamento, dall'inclinazione dei moduli, dall'andamento delle stagioni, dai climi, dalle necessità tecniche, ma anche dalle ragioni dell'architettura, insomma dall'intero "contesto solare", matrice di un vero e proprio design del sole in grado di integrare storia (mito), ambiente, architettura, struttura e tecnologia. Questo punto introduce un'ultima riflessione a proposito del trasferimento tecnologico del fotovoltaico in architettura, che come è sempre stato nel corso della storia sia per i nuovi materiali che per le macchine, ora deve essere riletto tramite un lento e fisiologico processo di progressiva innovazione compositiva e costruttiva dell'edificio. Con le seguenti parole Rafael Moneo, nel discorso alla Harvard University, illustrava il paradosso insito nel contesto della disponibilità tecnologica contemporanea:

[...] un tempo, essere architetto comportava il fatto d'essere costruttore [...]. La conoscenza dei principi costruttivi doveva essere così profonda, da consentire all'architetto quell'invenzione formale che sempre precede il fatto costruttivo in sé [...]. Paradossalmente, è la flessibilità tecnica ciò che dà agli architetti la possibilità di dimenticare la presenza della tecnica. Oggi alle tecniche, grazie alla loro flessibilità, è consentito di scomparire [...] ciò rappresenta qualcosa di nuovo [...]. Ma quando l'arbitrarietà diviene così chiaramente visibile negli edifici, l'architettura è morta [...].¹³







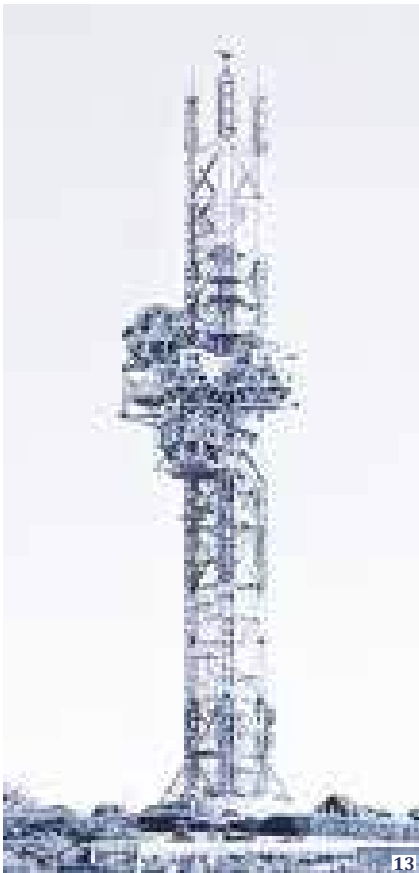
10



11



12



13



14



15



16



17

Note

1. Qui lavoro è inteso secondo la definizione fisica, ovvero (dal vocabolario Treccani): *“Nel linguaggio comune, la parola “lavoro” è applicata a qualsiasi forma di attività, fisica o mentale, che sia in grado di produrre un risultato. In fisica la parola “lavoro” ha un significato che comporta l’uso di due concetti: il concetto di forza e il concetto di spostamento. In fisica il lavoro si definisce come la forza che agisce su un oggetto e ne causa lo spostamento. In questa definizione del lavoro ci sono tre parole chiave: la forza, lo spostamento e la causa dello spostamento. In altri termini una forza, perché compia un lavoro su un oggetto, deve essere lei la causa dello spostamento dell’oggetto”.*
2. Si pensi alle “sperimentazioni neotecnologiche” di Archigram, ma alle megastrutture di Paul Rudolph e John Johansen, alle biosfere di Richard Buckminster Fuller, ai padiglioni metabolisti di Kisho Kurokawa o ai tralicci di Kiyonari Kuikutake.
3. G. Pettena, *Radicals. Architettura e design 1960/75*, Firenze, Il Ventilabro, 1996, p.26, 28, 29.
4. R. Banham, (edizione italiana a cura di M. Biraghi) *Architettura della prima età della macchina*, Milano, Christian Marinotti editore, 2005 (titolo originale: *Theory and Design in the First Machine Age*).
5. R. Banham nel 1956 collabora con l’*Indipendet Group* per l’allestimento della mostra “This is tomorrow show” che aprì una nuova stagione tra arte e architettura, con la nascita della pop art, ma fu anche l’inizio di sperimentazioni che declinavano corpo, tecnologia, ambiente. La rivista Archigram n.7 profilava un cambiamento di rotta con l’abbandono del tema delle macrostrutture al posto di unità abitative minime, capsule tecnologiche, altamente flessibili, mobili e che potessero funzionare indipendentemente su qualsiasi supporto o struttura.
6. L. P. Puglisi, *La storia dell’architettura. 1905-2018*, Milano, Luca Sossella Editore, 2019, pp.376-377.
7. V. Marchis, *Storia delle macchine. Tre millenni di cultura tecnologica*, Roma-Bari, Laterza, 2005, p.39.
8. S. Giedion, *Spazio, tempo, architettura*, Milano, Hoepli, 1954, pp.203-206.
9. H.P. Segal, *Technological utopianism in American culture*, Chicago, University of Chicago Press, 1985.
10. R. De Fusco, *Storia del design*, Roma-Bari, Laterza, 1985, p.24.
11. Dal vocabolario Treccani, definizione di macchina: *“In senso storico e antropologico, qualsiasi dispositivo o apparecchio costruito collegando opportunamente due o più elementi in modo che il moto relativo di questi trasmetta o anche amplifichi la forza umana o animale o forze naturali (come quelle prodotte dall’acqua e dal vento), e capace di compiere operazioni predeterminate con risparmio di fatica o di tempo. Rispetto agli strumenti più semplici costituisce uno sviluppo in quanto sistema complesso che consente un impiego più razionale della forza e realizza, nell’ambito delle attività umane (caccia, agricoltura, navigazione, produzione di manufatti, ecc.), procedimenti caratterizzati da uniformità, regolarità, ciclicità, i quali riproducono, su scala diversa, modelli costituiti da capacità umane o da eventi naturali, incorporando innumerevoli osservazioni collettive e perfezionamenti tecnici, a loro volta socializzati e (in contesti culturali omogenei) trasmessi grazie alla macchina stessa”.*
12. Il terrapieno esistente, realizzato in blocchi sbazzati di arenaria, assume il ruolo di basamento per la nuova struttura reticolare metallica posta sopra, andando così a configurare una nuova quinta urbana.
13. R. Moneo, *La solitudine degli edifici e altri scritti. Sugli architetti e il loro lavoro*, Torino, Umberto Alemani & C, 1999, p.49.

Fig. 1 - 2 disegni delle “macchine architettoniche”: mulini a vento.

Fig. 3 macchina a vapore.

Fig. 4 prototipo di biplano.

Fig. 5 l’architettura dei velieri: proto-struttura che sfrutta il principio delle tensegrity.

Fig. 6 traliccio per alta tensione.

Fig. 7 abaco di strutture a Tensegrity di Buckminster Fuller.

Fig. 9 Haus-Rucker, Co.’s Oase No. 7, Fridericianum, documenta 5, Kassel 1972.

Fig. 10 Riesenbillard, Haus-Rucker-Co, Hoehenrausch 1967.

Fig. 11 Coop Himmelb(l)au, Villa Rosa, Vienna, 1968.

Fig. 12 Haus Rucker Co, YellowHeart, 1969.

Fig. 13 Kiyonari Kikutake, Landmark Tower, Osaka Expo, 1970.

Fig. 14 parco solare Crescent Dunes di SolarReserve nel deserto del Nevada (2008).

Fig. 15 Gigafactory di Tesla realizzato nel Nevada nel 2014 è il più grande insediamento industriale al mondo (500.000 mq) interamente alimentato dall’energia solare.

Fig. 16 la Copenhagen International School realizzata tra il 2013 e il 2017 da Møller Architects a Copenhagen è un campus scolastico per 1200 studenti energeticamente autonomo grazie al solare integrato nelle coperture e facciate.

Fig. 17 in Cina, nella provincia di Anhui è stato realizzato dalla China Three Gorges Corp (2018) il più grande impianto fotovoltaico galleggiante al mondo (floating photovoltaic).

Apollo 13

Giovanni Fraziano

“*Okay Houston we have a problem*”.

Non era l'11 aprile 1970 e non eravamo a Houston ma, analogamente, anche se riferita a circostanze ben diverse, quest'esperienza nasce comunque dalle stesse parole: Abbiamo un problema diceva un gruppo di brillanti “astronauti”, *pardon*, ingegneri, capitanati dal *Lovell*¹ di turno. Si trattava di qualcosa di oscuro e imprevisto riferito a una stazione di ricarica elettrica. Una *wall box*, in sostanza uno stelo, una scatola con presa di corrente reperibile in diverse fogge e colori nello spazio stellare di internet.

[...] What is the problem?

It's not very clear to us, it all happened so quickly [...]

[...] The structure? The conformation? The coating? The shape? [...]

[...] Maybe it's a small problem but it puts us out of order.

This a problem of configuration maybe ...²

Cosa ci sarà mai da con-figurare, presentare/rapresentare? Se non le caratteristiche tecniche di un'appendice funzionale. La “forma” dell'energia da trasmettere e accumulare? I dati, i calcoli snocciolati con affanno e dovizia di particolari non aiutavano a inquadrare la situazione, a giustificare la deriva e poi il dramma della compagine lunare. Riconducibile nel nostro caso a un banale *communication problem*. Al fatto, si è scoperto poi, che una ricerca innovativa: una *collaborazione Transfrontaliera per la Mobilità Sostenibile Energeticamente Efficiente* non poteva limitarsi al posizionamento di uno stelo. Questi avrebbe dovuto “parlare”,

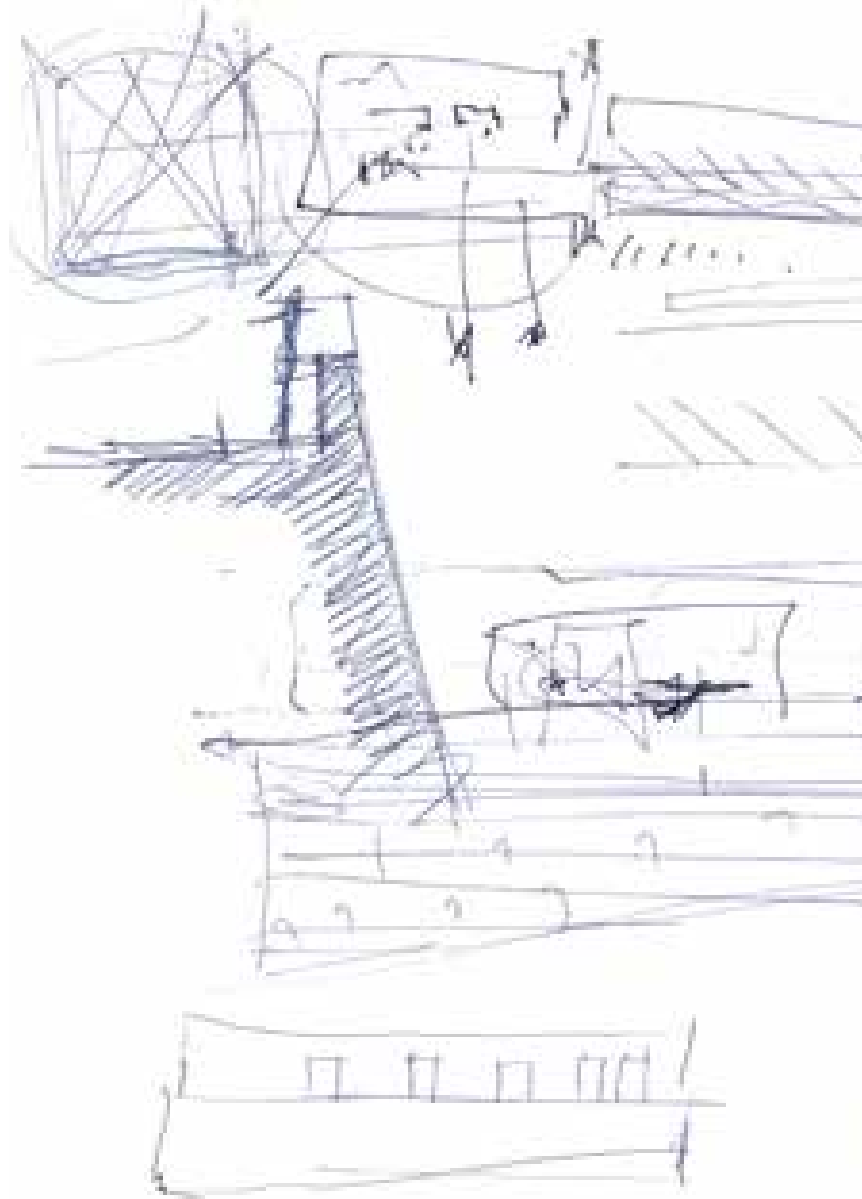
comunicare la sua presenza, richiamare un'istanza di rinnovamento necessario, esplicitare a chiare lettere un indirizzo, una via da intraprendere, una traiettoria da percorrere in direzione non più della Luna, ma della Terra, quella di un campus universitario. Nella fattispecie Piazzale Europa a Trieste, gravato com'era e com'è da un'urgenza assoluta di rinnovamento.

Ed ecco che l'*high tech* della colonnina andava incontro al bricolage del pensiero. Quali priorità, quali arcani, quali parole, quali segni, quali espressioni?

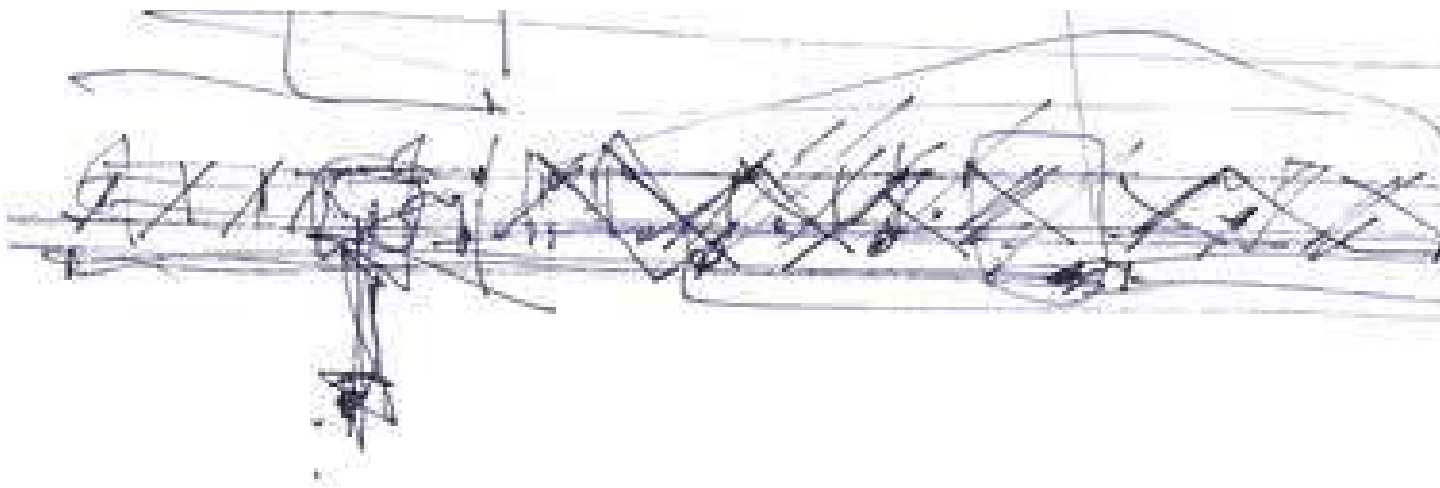
Con gesti interrogativi la chiamata in causa dell'architettura e la risposta conseguente: il progetto! Senza enfasi particolare, senza nostalgie per altri momenti, quando gli architetti rispondevano a istanze di civiltà e l'architettura era ancora arte civica, civile architettura. Semplicemente Il Progetto. Il progetto come Architettura, se vogliamo. O, meglio ancora, come armamentario, che, nel caso specifico, si propone di ritrovare la fruibilità di un magnifico basamento/affaccio, filtrare la luce nei momenti assolati, rendere confortevole il passaggio e la sosta, esporre con leggerezza le opportunità/possibilità connesse all'uso di fonti di energia rinnovabili. E ancora, con e attraverso il quale, una "scuola", l'Università, dà fondo alle sue potenzialità con una sperimentazione attiva. Che poi significa opere, azioni, da svolgere e in grado di richiamarne altre. Concernenti l'accessibilità, il verde, la sosta, le superfici, il colore e altre ancora sotto il segno dell'abitare, dell'abitabilità di un mondo, nel mondo. Di un mondo di 20.000 anime, perennemente in bilico, provvisorie: stanziali per la durata di un appello, di una lezione, di una sessione, di un *workshop*, di un corso di studi. MUSE appunto, diversamente interpretato e riscritto con un cambio d'orbita, attraverso un calcolo diverso, tale da rapportare non certo conciliare la tecnica col "sogno". Energia, flussi, movimento, con le ragioni dello stare. Dove sogno non sta dunque per perdita di coscienza, irrazionalità, utopia, sragionamento ma al contrario senza sciamanismi di sorta sta per rendere visibile a occhi che non fanno o non vogliono vedere l'invisibile. Sì, l'invisibile e l'agibile di una realtà mutata nel dispiegarsi delle vite, delle condizioni di esistenza, della fisica di un'istituzione, dove la resistenza, l'attrito di corpi chiusi e segreganti: veri e propri cronicari. Peraltro molto provati dal tempo e dalla frequentazione quotidiana, si fa via via più intollerabile, almeno quanto l'efficientismo che ne fa *pendant*. L'algida funzionalità, di apparati tecnici, ordini, segnali, contenitori, alla cui retorica corrisponde di fatto una povertà simbolica assoluta. A Trieste non diversamente da altre città, altri luoghi da altri "campus" per non dire di spaesati territori.

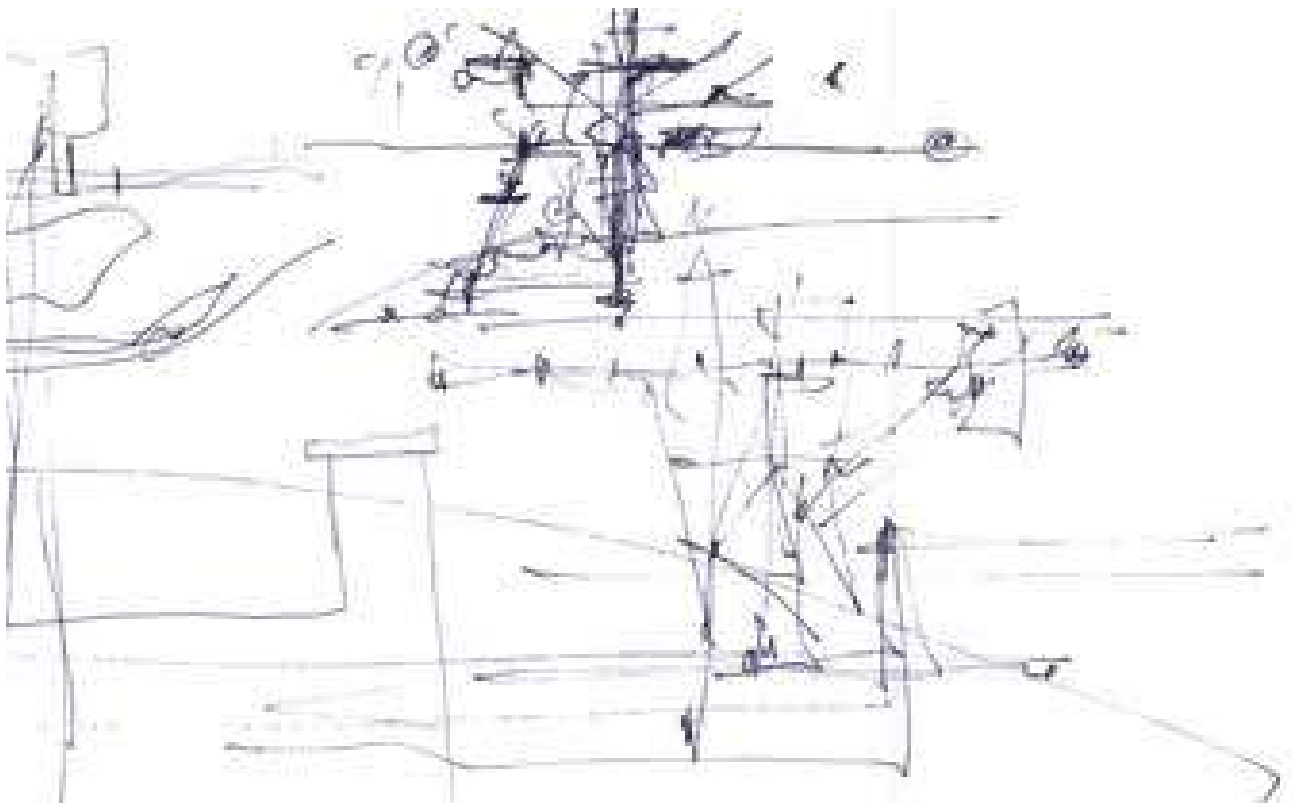
In buona sostanza, senza superstizione alcuna nei confronti del progresso tecnologico, la costruzione di un luogo adeguato all'uso, in continua mutazione, la cui virtù sta nella modificabilità, nell'adattabilità, nella capacità porre in essere metriche diverse da quelle corrispondenti ad altri tempi, altri significati, altre ragioni. Come noto, *Deus ex machina* "il dio dalla macchina", richiama la consuetudine inaugurata con la tragedia greca di utilizzare attori che, opportunamente imbragati, venivano calati dall'alto sulla scena, a risolvere, le fasi critiche della rappresentazione. Così come loro e come per Apollo 13, a garanzia del tutto e

G. Fraziano. Schizzi di studio per posizionamento della struttura reticolare in relazione all'affaccio verso Via Valerio: attacco sul terrazzamento e parapetto esistenti, coordinamento planoaltimetrico dei diversi piani con il fronte est del campus, e studio dei nuovi spazi di relazione con la viabilità interna.



del buon esito finale, una “machina” imperfetta, un marchingegno “salvavita” a bassissima tecnologia tale da rispondere all’urgenza, alla necessità sopravvenuta ma anche andare oltre il momento, l’urgenza, e la necessità. Macchina della quale con Adriano Venudo, “Deus ex” della situazione, abbiamo spesso parlato, ritrovando modi e genealogie, *exempla* eccellenti di naviganti impavidi e attenti, i Dardi, i Sacripanti, ma anche gli Albini. E dai russi, Shukov, Melnikov, ma non solo, fino ad Archigram, Rice e Price e giù di lì. A testimoniare che il rapporto tecnica-linguaggio anche se diversamente da ora, non si pone da qui e che per il mantra ossessivo: sostenibilità, buone pratiche e rigenerazione non è sufficiente la traduzione in felici algoritmi e men che meno in camouflage letterari. Certo, il progetto come predizione, anticipazione, idea che linearmente precorre la propria realizzazione dista ormai anni luce nel tempo e, per restare in tema, nello spazio, ma inteso come apertura, anche arrischiata al futuro, al possibile, ai futuri presenti e, con questo a una dimensione, non semplicemente confermativa, ma a tutti gli effetti trasformativa, va considerato non poco. È fuor di dubbio che passare dallo stelo all’ esplorazione di nuovi modi non solo comunicativi, ma inventivi, può risultare inquietante a fronte di certezze prestabilite e non più verificate, di prassi e metodiche abitudinarie, di ordini incapaci di “generare eresie” ma *why not?* Siamo poi così sicuri che “registrata e connessa la nostra esperienza al grande flusso dei dati, gli algoritmi scopriranno il suo significato e ci diranno che cosa fare”? Domande anche queste che ci poniamo, che una scuola dovrebbe





Nella pagina precedente:

G. Fraziano. Schizzo di studio per lo sviluppo planimetrico della struttura reticolare e del posizionamento sul terrazzamento est del campus.

In alto:

G. Fraziano. Schizzo di studio per la sezione tipo e l'articolazione tridimensionale della struttura reticolare in relazione allo spazio esistente sul terrazzamento est del campus.

porsi, che questo progetto allega volentieri a planimetrie e sezioni, a schizzi e dettagli e, ancora, perché no? A rappresentazioni, anche ammiccanti, che, sollecitando lo sguardo richiamano la scena.

Per Apollo 13, com'è noto, si parlò "anche" di influssi negativi. E di certo non mancarono le coincidenze scaramantiche associabili alla vicenda: il lancio, avvenne alle ore 13 e 13, dal complesso 39 (tre volte 13), il problema si presentò il 13 aprile 1970, e quando i componenti dell'equipaggio tornarono sani e salvi sulla Terra era in compenso il venerdì 17.

Guardando lo stelo, indubbiamente ben posizionato, ma al momento rimasto tale, pure noi, che superstiziosi non siamo, abbiamo per un attimo, solo per un attimo, evocato il destino e considerato la malasorte.

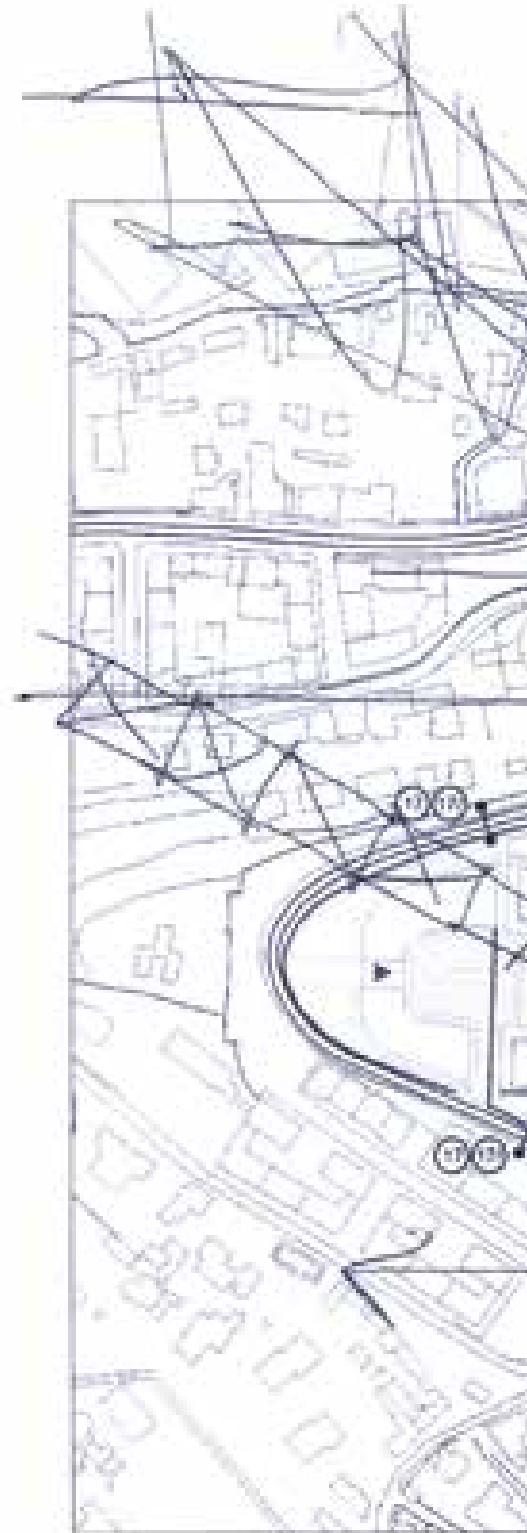
Ma alla fine ben valutando l'intelligenza attiva e non performativa messa in gioco, ingegno, gioco di squadra, saldezza di nervi e prontezza di risposta, non solo architettonica, siamo, così come loro, come Houston e la NASA, come l'ente spaziale americano, pronti ad affermare che se fallimento ci fu, fu certo *A successful failure*, un fallimento di successo.

A titolo di appunto: la missione Apollo 13 ebbe un peso notevole sull'accelerazione del termine del programma aerospaziale Apollo, per *Jim Lovell* fu l'ultimo viaggio nello spazio.



In alto a sinistra:
Cosmodromo Baikonur. Russian Soyuz TM-31 in posizione di lancio, 29 ottobre 2000.

Nella pagina seguente:
G. Fraziano e A. Venudo. Schizzo di studio per l'inserimento urbanistico, l'articolazione architettonica e la collocazione della struttura reticolare all'interno del campus di Piazzale Europa. Considerazioni sul sistema delle relazioni contestuali.







Note

1. L'astronauta Jim Lovell era il comandante della missione Apollo 13 e assieme a Jack Swigert e Fred Haise costituivano l'equipaggio della navicella spaziale che decollò il 11 aprile 1970 alle ore 13:13.
2. Questa è la famosa frase con cui l'astronauta Jack Swigert lanciava l'allarme alla base di terra, la *NASA Mission Control Center* di Houston, quando l'Apollo 13 cominciò ad avere problemi durante le fasi di allunaggio. Doveva essere la terza missione a sbarcare sulla Luna dopo quelle di Apollo 11 e Apollo 12, ma è diventata celebre per il guasto che impedì l'allunaggio e rese difficoltoso il rientro sulla Terra. Un'esplosione nel modulo di servizio danneggiò molti equipaggiamenti, riducendo notevolmente la disponibilità di energia elettrica e di ossigeno. Con il Modulo di Servizio seriamente danneggiato dall'esplosione, i tre astronauti furono costretti a trasferirsi nel *Modulo Lunare Aquarius*, utilizzandolo come navicella per il ritorno anziché come mezzo per atterrare sulla Luna. Sfruttando una traiettoria di rientro libero attorno alla Luna volò a una distanza di 254 chilometri dalla superficie della faccia nascosta della Luna, stabilendo così il record, tutt'oggi detenuto, della massima distanza raggiunta da un essere umano dalla Terra. Dopo avere affrontato numerose difficoltà la navicella rientrò sulla Terra il 17 aprile.

Modulo lunare dell'Apollo 13 LM-7 Aquarius come fotografato dal modulo di comando Odyssey dopo essersi sganciati da esso e prima che entrambi i moduli rientrassero nell'atmosfera terrestre.

Utilità e bellezza: Arte, Architettura e Tecnologia

Claudio Meninno

La relazione tra la parte razionale e irrazionale del pensiero umano è un perpetuo terreno di ricerca dove molti si sono spesi per cercare di definirne, secondo vari punti di vista, gli assunti, i metodi, gli sviluppi, i risultati. Secondo la visione di Karl Popper sulle scoperte scientifiche, le nuove teorie vengono svelate grazie a degli atti creativi di intuizione mentre la logica e la razionalità servono all'azione di verifica e di critica, permettendoci di capire se le intuizioni creative hanno o meno una qualche attinenza con la realtà¹. L'intuizione creativa è alla base del processo generatore della teoria, la materia base che deve poi essere testata. Ne consegue che razionalità e immaginazione sono funzionalmente correlati all'interno del processo scientifico: l'immaginazione ha un ruolo costruttivo attraverso la presentazione di nuove idee, di nuovi modelli per cercare di spiegare la realtà e di soluzioni possibili ai problemi che la scienza si pone, la razionalità gioca invece un ruolo distruttivo, o se vogliamo critico, attraverso l'esame scrupoloso dei prodotti dell'immaginazione per arrivare alla distruzione delle teorie creative se dovessero essere prive di nessi con la realtà².

Il fisico e premio Nobel Paul Dirac non si limita a rimarcare l'importanza dell'atto creativo all'interno del processo di ricerca scientifica, ma vi introduce un ulteriore e importante elemento: egli sostiene che *il ricercatore, nel suo sforzo di esprimere matematicamente le leggi fondamentali della Natura, deve mirare soprattutto alla bellezza*. Nei suoi scritti ribadisce più volte come la ricerca della bellezza abbia avuto una funzione di guida: laddove una formula da lui giudicata

inelegante avesse trovato conferma negli esperimenti, ciò stava a significare che gli esperimenti erano errati e quindi v'era la necessità di ricominciare da capo³. La sua strenua ricerca della bellezza nelle formule prodotte trova fondamento nella convinzione che il fare scientifico è rappresentazione e tentativo di spiegazione della Natura, che di per sé stessa contiene, riprendendo gli antichi greci, un principio estetico originario che non può essere tradito.

Assumendo questi presupposti, può essere quindi inteso che l'assenza di bellezza sia sinonimo di un errore umano nel capire e tradurre il principio estetico originario e immanente nel mondo di cui anche noi facciamo parte? L'errore umano come base all'assenza della bellezza in un mondo che invece ne è pervaso? Ritorna alla mente che per gli elleni vigeva il principio del *kalòs kai agathòs* e cioè del bello e buono, dove per buono si intende valoroso in guerra e di conseguenza in possesso di tutte le virtù. Nell'antica Grecia non vi era divisione tra la bellezza sensibile e la bellezza interiore, intesa come valore assoluto donato direttamente dagli dei agli uomini capaci di distinguersi. Ritroviamo la compresenza inscindibile di bellezza esteriore e interiore nella triade vitruviana di *firmitas*, *utilitas* e *venustas* dove l'architettura riassume in sé, oltre alla solidità, i valori di utilità e bellezza e l'architetto come intellettuale, prima ancora che tecnico, deve farli convivere in ogni suo progetto, senza cedere ad approcci banali derivanti dall'applicazione di soluzioni razionali ma precostituite, attuate in maniera decontestualizzata, senza mettere in campo gli aspetti legati a quell'intuizione creativa capace di creare teorie e azioni innovative.

In quest'ottica si può leggere la relazione tra l'architettura e le altre arti visive, nella ricerca tesa ad alimentare e aumentare il contenuto di bellezza e di utilità all'interno di un atto intellettuale, sia esso progetto o teoria, attraverso l'ibridazione disciplinare capace di accelerare l'intuizione creativa. Spetterà alla successiva dissezione critica il compito di sfrondare gli elementi superflui e validarne o meno i risultati. Innumerevoli potrebbero essere i progetti da porre ad esempio di una pratica così fruttuosa. Tra i vari ho voluto sceglierne alcuni che, per gli assunti iniziali, sembravano dover trovare risposte in soluzioni precostituiti, già disponibili sul mercato o all'interno della casistica tecnologica del settore di riferimento e che invece hanno avuto esiti di alto profilo grazie all'ibridazione e alla collaborazione tra discipline e saperi differenti.

Buitenschot Park nasce come risposta a un problema di inquinamento acustico in seguito alla realizzazione di una nuova pista di atterraggio dell'aeroporto di

Schipol in Olanda. Le autorità locali hanno dato vita a un team multidisciplinare che, per la prima volta al mondo, ha creato un parco capace di ridurre le onde sonore a bassa frequenza prodotte dal decollo degli aerei: l'apertura della 5a pista di decollo dell'aeroporto aveva causato un improvviso aumento del rumore nelle aree residenziali limitrofe e dopo alcune valutazioni tecniche si era concluso che una riduzione di 10 dB avrebbe permesso di riavere un comfort accettabile da parte della popolazione, si era notato inoltre che in concomitanza con l'aratura dei campi posti tra la pista e le abitazioni il rumore subiva una sensibile riduzione. Questo fu il punto di partenza per una ricerca intesa alla definizione di una progettazione del paesaggio capace di attuare una riduzione dell'inquinamento sonoro. Il design che ne deriva è frutto di un processo interattivo tra i progettisti dello studio H+N+S, l'artista Paul de Kort, l'azienda TNO (know-how sulla tecnologia per la riduzione del rumore) e lo studio Witteveen+Bos (calcolo dei costi e fattibilità generale). Le misurazioni hanno dimostrato che il rumore a bassa frequenza a livello del terreno viene distorto e disperso dai piani inclinati, da qui è stato possibile definire un disegno organico in grado di far proprie le osservazioni tecniche e allo stesso tempo dare origine a un paesaggio in grado di catturare l'attenzione del visitatore con i suoi elementi semplici e i vuoti che vi si creano, simili a stanze, che stimolano l'attività ludica, quella sportiva e che possono accogliere eventi culturali di vario genere, stimolando usi e approcci diversi tra loro. Ne deriva un esempio magistrale di come la non applicazione di una soluzione precostituita - ad esempio dei pannelli fonoassorbenti di produzione standard con andamento inclinato simile alle sezioni del parco - sia in grado di dare risposta a un dato problema e, al contempo, offrire un luogo capace di migliorare la vita delle persone.

Rimanendo nel campo dell'architettura, nel 1986 a Yokohama viene realizzato il progetto della Torre dei Venti, un involucro interattivo per mascherare una torre in cemento armato degli anni sessanta con funzioni legate alla climatizzazione e ventilazione di un centro commerciale posto al di sotto della sede stradale. Qui la soluzione è data dalla combinazione tra astrazione poetica e applicazione di una delle prime tecnologie capaci di tradurre gli stimoli del contesto, sia esso naturale che artificiale, e creare un'architettura leggera, una seconda pelle mutevole che tra ispirazione da una riflessione dell'autore sulle "nomadi urbane" che popolano la città giapponese. Queste ragazze avvolte in abiti leggeri e scintillanti, realizzati con sole stoffe abilmente intrecciate, simboleggiano la rarefazione e la libertà

che l'autore vuole attuare a favore dello spazio architettonico e del contesto urbano in cui si trova a operare. Non si possono non notare riferimenti a vari ambiti culturali che spaziano dalla ricerca delle arti visive minimaliste legate all'uso percettivo della luce, alla cultura tradizionale giapponese, al cinema fantascientifico e alla performing-art legata all'uso delle tecnologie digitali. Riesce difficile pensare che un'opera del genere avesse potuto esser concepita senza un bagaglio culturale artistico, unito a una sensibilità non comune, tale da consentire all'autore un'operazione architettonica di lettura e traduzione capace di divenire riferimento culturale a sua volta.

Si comprende come la stratificazione che costituisce il proprio bagaglio culturale artistico possa agire come un amplificatore dei ricettori percettivi e allo stesso tempo influisca e indirizzi la fase di traduzione creativa. È ancor più evidente quando questo processo viene applicato in campi disciplinari tradizionalmente lontani dalle arti stesse. L'intuizione creativa unita alla "collaborazione radicale" permette di attuare dei veri e propri salti in avanti altrimenti impensabili o raggiungibili per fasi evolutive più lente e non altrettanto performanti. L'arte giapponese dell'origami e del kirigami ne sono un esempio: tradizioni artistiche fortemente radicate nella cultura giapponese da secoli hanno permesso non soltanto di risolvere creativamente una serie di problematiche legate al mondo delle celle solari, ma anche di ampliare il campo della ricerca verso risultati altrimenti difficilmente raggiungibili. Esempari sono i risultati delle ricerche del Jet Propulsion Laboratory della NASA dove la necessità di trasportare grandi strutture solari all'interno di satelliti di ridotte dimensioni ha trovato nell'arte dell'origami una soluzione in grado di realizzare delle strutture geometriche complesse di grandi dimensioni capaci di essere ripiegate all'interno di elementi cilindrici di dimensioni contenute. Studi precedenti indirizzavano la ricerca verso soluzioni complicate, onerose e scarsamente efficienti. Analizzando gli elementi base del processo si può ridurre il problema a come un elemento bidimensionale di grandi dimensioni (la superficie dispiegata nello spazio delle celle solari) debba essere stivato all'interno di una sezione cilindrica rappresentata dalla zona cargo di un razzo spaziale. La tecnica dell'origami di fatto attua il medesimo processo da secoli: a partire da un foglio bidimensionale di carta si ottengono forme complesse tridimensionali che possono occupare volumi compatti di modeste dimensioni. Cercare la soluzione in altri modi è sicuramente possibile, ma conoscere questa tecnica e attuare una traslazione creativa tra arte e tecnologia spaziale ha permesso di raggiungere la soluzione in tempi relativamente brevi e con una tecnologia ridotta all'atto della piega. L'università del Michigan ha invece applicato la tecnica del kirigami alla ricerca sulle celle fotovoltaiche a inseguimento solare. La tecnologia attuale, costosa, ingombrante e inelegante, spesso porta alla rinuncia dell'applicazione che quindi avviene solamente in condizioni molto particolari. Studiando un sistema di tagli sul film fotovoltaico il team di ricerca è riuscito a ottenere una

superficie bidimensionale che, sottoposta a un'azione di trazione si modifica tridimensionalmente rivolgendo una certa quantità della propria superficie nella direzione dell'inclinazione solare desiderata, il tutto con costi contenuti e ingombri estremamente ridotti.

Analogamente la possibilità di creare forme complesse a partire da materiali semplici e bidimensionali ha stimolato ricerche in settori disciplinari inaspettati quali la scienza medica: la collaborazione tra l'Università di Sheffield, il Tokyo Institute of Technology e capitanata dal Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory del MIT di Boston ha permesso di sviluppare un piccolo origami-bot (robot) ingeribile capace di rimuovere e asportare eventuali corpi estranei di piccole dimensioni che possono essere accidentalmente ingeriti, ad esempio come le batterie⁵.

Da questi pochi esempi emerge chiaramente come l'ibridazione disciplinare con le materie artistiche permetta di trovare soluzioni innovative ed efficaci in campi tradizionalmente lontani dal fare artistico. Questo può avvenire grazie alla collaborazione di team di persone con diversi background formativi. Allo stesso tempo può rappresentare l'occasione per una riflessione in merito all'iper-specializzazione verso cui una larga parte della formazione sembra rivolgersi attualmente, forse il recupero di una preparazione dove discipline umanistico-artistiche e scientifiche siano in grado di convivere, secondo i pesi del caso, potrebbe contribuire a un generale accrescimento della cultura umana, recuperando quella compresenza di bellezza e utilità che è stata all'origine di una delle culle del pensiero umano.



Immagine di un parco fotovoltaico.



A partire dall'alto:
Buitenschot park, H+N+S studio, vista aerea.
Buitenschot park, H+N+S studio, vista aerea
con in alto la pista di decollo dell'aeroporto di
Schipol (NL).



A partire dall'alto:
Torre dei venti, Toyo Ito, 1986.
Celle solari derivate dall'applicazione dell'arte
dell'origami.
Prototipo di celle fotovoltaiche ad
inseguimento solare derivate dall'applicazione
dell'arte del kirigami.





Note

1. P. A. M. Dirac, *La bellezza come metodo*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2018.
2. S. Richmond, *The Interaction of Art and Science*, Leonardo, Vol. 17, No. 2, MIT Press, 1984, pp. 81-86
3. G. Gamow, pioniere della fisica nucleare nel rievocare alcune conversazioni con Dirac avute negli anni trenta elabora una casistica dei rapporti tra teoria ed esperimento:
Caso I. Se una teoria elegante è in accordo con gli esperimenti, non c'è da preoccuparsi /
Caso II. Se una teoria elegante è in disaccordo con gli esperimenti, gli esperimenti devono essere sbagliati /
Caso III. Se una teoria inelegante è in disaccordo con gli esperimenti, non tutto è perduto, perché perfezionando la teoria si può fare in modo che si accordi con gli esperimenti /
Caso IV. Se una teoria inelegante è in accordo con gli esperimenti, la situazione è senza speranza, op. cit 1, p.21.
4. J. Lenarčič, direttore dell'istituto di ricerca Jožef Stefan di Lubiana, intervento alla cerimonia di inaugurazione dell'anno accademico 2016-17 dell'Università degli Studi di Trieste.
5. Per capire l'importanza di una tale applicazione si pensi che solo negli Stati Uniti ogni anno circa 3500 persone ingeriscono batterie di piccole dimensioni. Le batterie a contatto prolungato con i tessuti intestinali producono idrossidi che possono bruciare i tessuti corporei, motivo per cui in questi casi bisogna intervenire chirurgicamente in modo tempestivo (fonte: MIT Boston).

Origami-Robot ingeribile.

Il progetto MUSE

Vanni Lughi

La sfida della mobilità sostenibile

La mobilità rappresenta in termini globali una delle maggiori fonti di emissioni di anidride carbonica (25% del totale) e di consumo energetico (20%). Spesso le Pubbliche Amministrazioni (PA) non hanno competenze e conoscenze sufficienti per integrare elementi di efficientamento energetico nella pianificazione della mobilità. Gli strumenti di Pianificazione dei trasporti a livello regionale e locale spesso non prevedono nelle proprie strategie elementi di efficientamento energetico in termini di riduzioni di anidride carbonica e non prevedono nelle fasi di consultazione il coinvolgimento diretto dei maggiori portatori di interesse (come Service e Energy provider, operatori del trasporto, piccole e medie imprese) e degli utilizzatori finali, i cittadini. Nonostante i Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile (SEAP) e i Piani Urbani della Mobilità Sostenibile (SUMP) cerchino di ovviare a tali criticità, questi strumenti non trovano applicazione e integrazione nei processi attuativi di pianificazione. Tutto ciò concorre ad una insufficiente promozione e applicazione dei modelli di mobilità sostenibile e ad un limitato utilizzo dei relativi servizi da parte dei cittadini. Tale criticità è accentuata soprattutto nelle aree transfrontaliere dove si riscontrano una scarsa cooperazione e pianificazione sinergica dei trasporti, una carenza di servizi di mobilità sostenibile e una segmentazione dei sistemi di trasporto pubblico. La mobilità degli studenti e degli impiegati universitari ben rappresenta, su scala territoriale ridotta, queste criticità della mobilità urbana, extraurbana e transfrontaliera,

quali in particolare l'elevato utilizzo dei mezzi privati ad alimentazione di tipo convenzionale (motore endotermico), scarso utilizzo del trasporto pubblico o collettivo, e delle soluzioni condivise di mobilità elettrica (come e-bike ed e-car sharing) anche a causa della carenza di infrastrutture di ricarica interoperabili gestite attraverso soluzioni informatiche.

MUSE: un approccio alle sfide della mobilità sostenibile

MUSE è una “Collaborazione Transfrontaliera per la Mobilità Universitaria Sostenibile Energeticamente efficiente” che unisce 6 partner (3 Italiani, 3 Sloveni), e 5 partner associati (3 italiani e 2 sloveni) in una stretta collaborazione per rendere energeticamente efficiente e ridurre le emissioni di anidride carbonica nella mobilità urbana ed extra urbana degli Enti Locali transfrontalieri. La partnership è guidata dall'Università di Trieste e comprende, oltre a questa, l'Università di Lubiana, la Regione Friuli Venezia Giulia, l'UTI di Noncello (Comuni di Fontanafredda, Porcia, Pordenone, Roveredo in Piano e Zoppola), l'Agenzia regionale di Nova Gorica e l'Agenzia regionale di Lubiana nelle attività progettuali volte al raggiungimento degli obiettivi di progetto.

Il progetto mira a rendere più efficiente la mobilità della popolazione universitaria, utilizzandola come banco di prova per la sperimentazione di servizi di mobilità sostenibili, applicabili e replicabili a tutto il contesto della mobilità urbana, extraurbana e transfrontaliera. Le Pubbliche Amministrazioni e i soggetti coin-



volti nella pianificazione della mobilità, che fanno parte a vario titolo di MUSE, vedono aumentate attraverso questo progetto le proprie competenze grazie al supporto tecnico delle Università di Trieste e di Lubiana e della loro rete. La collaborazione porta a una conoscenza approfondita dello stato dell'arte su politiche e servizi di mobilità sostenibile integrati con strategie di riduzione delle emissioni di anidride carbonica, alla stesura di linee guida per l'integrazione dell'efficientamento energetico nella pianificazione della mobilità urbana, extraurbana e transfrontaliera, a un vero e proprio piano d'azione per l'efficientamento della mobilità della popolazione universitaria. MUSE porta inoltre a un rafforzamento della cooperazione tra Pubbliche Amministrazioni regionali e locali anche a livello transfrontaliero attraverso una Community che coinvolge le Pubbliche Amministrazioni stesse, i centri di ricerca, gli operatori del trasporto pubblico, gli energy provider, i Mobility ed Energy manager delle università, impiegati e studenti universitari, nonché i cittadini. Il network punta alla formazione dei funzionari delle Pubbliche Amministrazioni mediante lo scambio di buone pratiche su politiche e soluzioni innovative di mobilità, e al contempo promuove servizi di mobilità efficiente per rispondere alle esigenze di cittadini e studenti, stimolandone un cambiamento virtuoso nei comportamenti. La promozione dei servizi è anche garantita dall'implementazione di due azioni pilota: un sistema innovativo di servizi di mobilità condivisa (e-bike ed e-car sharing) a propulsione elettrica con punti di ricarica alimentati da fonti rinnovabili in una logica di micro-grid; una soluzione ICT, web based, per la gestione e il monitoraggio dei punti di ricarica e dei servizi di mobilità offerti, e la raccolta capillare di dati sulla mobilità degli utenti.

Il progetto prende avvio dall'iniziativa dell'Università di Trieste in collaborazione con l'Università di Lubiana, a partire da alcune necessità specifiche, quali: migliorare i propri sistemi di mobilità rispetto al tessuto urbano, periurbano e mobilità transfrontaliera tra città e Università dell'area di Programma; efficientare la pianificazione dei trasporti con un particolare focus sulla mobilità della popolazione universitaria; integrare i modelli di mobilità elettrica con sistemi di produzione di energie rinnovabili nell'ottica di una pianificazione integrata dei trasporti della Regione Friuli Venezia Giulia.

Il progetto è stato quindi finanziato nell'ambito del programma Interreg Italia-Slovenia 2014-2020, bando 2/2016, asse 2 - Priorità di investimento 4e, per un budget complessivo di EUR 1.407.133,58.

*Nella pagina precedente, a partire dall'alto:
Il logo del progetto MUSE, progetto standard
finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo
Regionale nell'ambito del programma Interreg
Italia-Slovenia 2014-2020.
Area del programma di intervento Interreg
Italia-Slovenija 2014-2020.*

Obiettivo dell'asse del programma è la “promozione dell'attuazione di strategie e piani di azione che promuovano l'efficienza energetica e migliorino le capacità territoriali per una pianificazione della mobilità a bassa emissione di carbonio”. L'approccio adottato da MUSE per contribuire agli obiettivi del programma è quello di integrare nelle strategie di mobilità urbana ed extra urbana degli Enti Locali transfrontalieri l'efficientamento energetico e la riduzione delle emissioni

di CO2, testando servizi innovativi riguardanti la mobilità elettrica e aumentando le competenze degli Enti Pubblici per una pianificazione integrata della mobilità sostenibile. Nel dettaglio, quindi, gli obiettivi del progetto MUSE sono:

1. Aumentare le competenze e le conoscenze delle Pubbliche Amministrazioni sulla pianificazione di sistemi di risparmio energetico e della loro integrazione nei modelli di mobilità. Viene acquisita una approfondita conoscenza dello stato dell'arte dei modelli di mobilità sostenibile su cui basare le linee guida per l'attuazione delle azioni che promuovono le riduzioni di CO2 nell'ambito della mobilità dei SEAP e SUMP. Le linee guida forniscono altresì delle strategie per inserire tali azioni negli strumenti di pianificazione dei trasporti e della mobilità sostenibile. Un piano di azione consente alle PA di applicare tali strategie nel solo ambito della mobilità transfrontaliera degli studenti e cittadini.

2. Incrementare la cooperazione transfrontaliera tra le Pubbliche Amministrazioni con il supporto di Centri di ricerca e Università attraverso: la definizione di azioni comuni implementabili all'interno dei SEAP e SUMP per l'integrazione dell'efficientamento energetico nei servizi di mobilità; la creazione di una community transfrontaliera che coinvolga nella sua rete i partner, gli associati e gli altri portatori di interesse (altre PA esterne alla partnership, operatori del trasporto pubblico, energy provider, mobility e Energy manager delle università e PA, studenti, impiegati universitari e cittadini); l'implementazione di due azioni pilota condivisi e complementari tra i partner a livello transfrontaliero.

3. Promuovere nuovi servizi di mobilità a basse emissioni di anidride carbonica, rivolti soprattutto alla popolazione universitaria come target della sperimentazione, attraverso: l'implementazione di due azioni pilota transfrontalieri, ovvero la sperimentazione del servizio di ricarica di veicoli elettrici (e-bike, e-cars) utilizzando energia prodotta da fonti rinnovabili e l'adozione di una applicazione web-based, valida a livello transfrontaliero, che metta in rete sia il sistema di gestione che di monitoraggio dei servizi di ricarica dei veicoli.

MUSE porta maggiori servizi di mobilità sostenibile studenti e il personale universitario. Nello specifico il progetto implementa e sperimenta, durante le azioni pilota, soluzioni di efficientamento energetico nella mobilità grazie all'uso di veicoli elettrici inseriti in una logica di micro-grid e produzione di energie da fonti rinnovabili, sistemi intelligenti di monitoraggio e gestione dei servizi di mobilità con il supporto dell'ICT. Nell'ambito di MUSE, le Università e Centri di ricerca capitalizzano le ricerche e gli studi effettuati nell'ambito della mobilità sostenibile, dell'efficienza energetica in termini di riduzione di CO2 e

Nella pagina accanto:

Immagine concettuale di una stazione di ricarica per veicoli elettrici, alimentata da una microgrid connessa alla rete e dotata di un generatore fotovoltaico e di accumulo elettrico.

La stazione è monitorata e resa accessibile attraverso una app mobile..

bilanci energetici nel settore dei trasporti, mentre le Pubbliche Amministrazioni capitalizzano le iniziative innovative previste nei SEAP e nei SUMP dei territori di progetto. MUSE porta a un aumento delle competenze e delle conoscenze delle pubbliche amministrazioni nell'ambito della mobilità sostenibile. Lo sviluppo di una Comunità Transfrontaliera che favorisce il dialogo e lo scambio di esperienze e di informazioni tra PA, Centri di ricerca/Università e operatori del settore dei trasporti consente di rendere duraturo nel tempo il risultato del progetto e porta a una maggiore sensibilizzazione dei cittadini in merito ai comportamenti eco-sostenibili. Infatti i cittadini potranno adottare o rafforzare i loro comportamenti green nella mobilità urbana, extraurbana e transfrontaliera, grazie ai servizi di mobilità a basse emissioni di CO2 implementati dalla partnership e promossi dalla Comunità Transfrontaliera.

Un elemento cardine verso una maggior consapevolezza da parte dei cittadini su queste tematiche è una efficace comunicazione, che passa anche attraverso la dimensione architettonica delle opere realizzate nell'ambito delle azioni pilota, di cui un esempio particolarmente importante è l'oggetto di questo libro.

I progetti pilota nell'ambito di MUSE

Nella fase esecutiva del progetto, i partner e i portatori di interesse coinvolti nella comunità transfrontaliera applicano concretamente le linee guida e il piano d'azione precedentemente sviluppati, mediante la realizzazione di progetti pilota. I piloti implementano azioni di mobilità sostenibile previste dai SEAP e SUMP delle Pubbliche Amministrazioni coinvolte, anche grazie al supporto tecnico e scientifico dei centri universitari in tema di efficientamento energetico



della mobilità. I piloti sviluppano nuovi servizi di mobilità condivisa (e-bike e e-car sharing), applicano alla mobilità tecnologie e modelli di gestione dell'efficientamento energetico e coniugano i sistemi di mobilità elettrica e di ricarica delle batterie dei veicoli con la produzione e lo stoccaggio di energia da fonti rinnovabili in un sistema di microgrid. In questa fase esecutiva viene fatta leva sulle sinergie proprie di una partnership mista che vede Università come centri di competenza e primi beneficiari dell'azione da una lato, e Pubbliche Amministrazioni pianificatrici e soggetti di governo del territorio dall'altro. La partnership consente una copertura territoriale ampia e differenziata, favorendo la trasferibilità delle azioni pilota ad altre aree. I siti dei progetti pilota sono 5 (Trieste, area Pordenone, Lubiana, Nova Gorica e Portorose), sia in aree Universitarie centrali che in sedi periferiche. I piloti sono pensati per essere integrati con gli attuali sistemi di mobilità cittadina e ampliano l'offerta dei servizi di trasporto esistenti. Inoltre i piloti integrano azioni di efficientamento energetico nell'ambito della mobilità in linea con le politiche attualmente promosse dalle Pubbliche Amministrazioni locali.

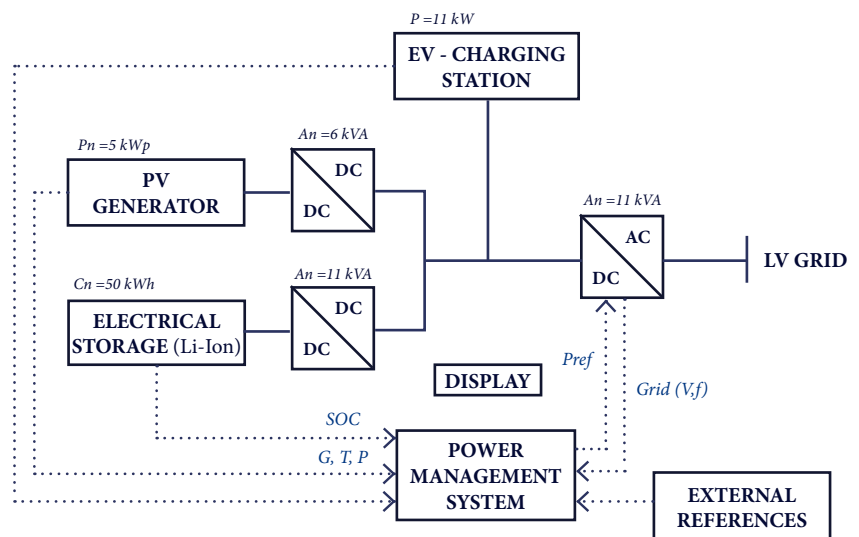
Il progetto pilota presso l'Università di Trieste

L'Università di Trieste realizza una stazione di ricarica a energia solare per veicoli elettrici, a disposizione del car-sharing del Comune di Trieste e a servizio della mobilità della popolazione universitaria; una vettura elettrica viene messa a disposizione per spostamenti di servizio del personale universitario per esempio verso gli altri centri di ricerca della rete transfrontaliera e in particolare altre sedi dell'Ateneo (Trieste, Pordenone, Gorizia).

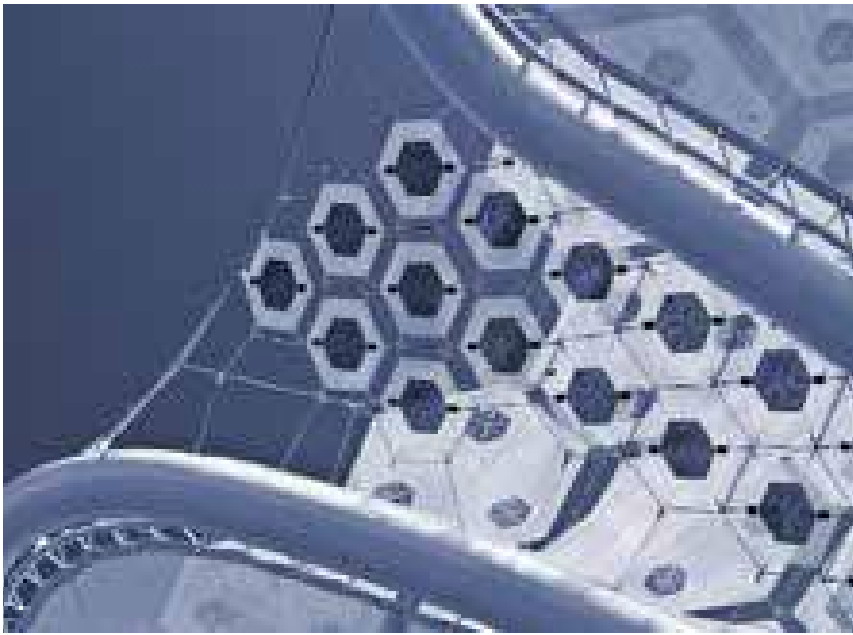
La stazione fa parte di una microgrid dotata di sistema di stoccaggio dell'energia prodotta, di un power management system in grado di ottimizzare il flusso di energia (sia in termini economici che di emissioni di anidride carbonica) e di una connessione alla rete elettrica pubblica. È dotata di un sistema di monitoraggio capace di registrare e rendere disponibile via web i dati di funzionamento e permettere l'accesso. La stazione, in quanto collegata alla rete, è sempre pronta alla ricarica sebbene l'obiettivo sia quello di massimizzare l'utilizzo di elettricità rinnovabile stoccata all'interno della microgrid. Il livello di disponibilità di tale energia fa parte dei dati che saranno resi fruibili attraverso un sistema informatico per l'utente che può così scegliere consapevolmente quando e dove ricaricare il suo veicolo, sulla base di criteri sia relativi alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica che economici. L'energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico ha oggi infatti un prezzo inferiore a quello di acquisto dalla rete (regime di grid-parity). I dati di funzionamento della stazione vengono anche utilizzati dall'Università per sviluppare proprie e altrui politiche di accesso alla stazione di ricarica e per studiare come la grid parity assieme all'aumento della richiesta di energia rinnovabile per la mobilità stimoli la crescita sia dell'utilizzo di queste fonti (che contribuiscono alla riduzione delle emissioni) che l'utilizzo della mobilità sostenibile (che contribuisce anche a una miglior qualità di vita



locale). Questi approcci sono in linea con i piani regolatori locali che prevedono esplicitamente il contenimento delle emissioni anche attraverso lo sviluppo delle *smart* e *microgrid* e l'utilizzo di veicoli elettrici, e sono in grado di stimolare l'economia locale creando nuove imprese. Tali dati sono anche utilizzati dall'Università come base per ricerche sull'ottimizzazione dei sistemi elettrici e lo sviluppo delle *smart-grid*. Alcuni dei dati (come l'energia elettrica rinnovabile prodotta e la quantità di anidride carbonica evitata) sono resi fruibili anche per la comunità attraverso il sistema web mobile in modo da favorire un aumento della consapevolezza sulle potenzialità di questi sistemi nel contenere le emissioni di anidride carbonica, oltre all'utilizzo di un display locale per comunicare i dati alla popo-



A partire dall'alto:
 Stazione di ricarica Volvo Pure Tension Solar Pavilion.
 Schema della microgrid che alimenta la stazione di ricarica.



lazione universitaria. Questo pilota, come quello di UTI Noncello, costituisce l'embrione, scalabile e ripetibile presso altre sedi, di una rete transfrontaliera di stazioni di ricarica e di mobilità elettrica presso istituzioni strategiche.

Per la stazione di ricarica presso l'Università di Trieste si è voluto dare spazio a una visione sul piano architettonico, che verrà implementata in una fase di ampliamento della stazione stessa ed è oggetto di questo libro, volta a fungere da veicolo di comunicazione dei valori del progetto.

Dettaglio dei moduli fotovoltaici impiegati dal Padiglione tedesco all'Expo 2015 di Milano.

La soluzione adottata è particolarmente flessibile in quanto prevede l'impiego di moduli fotovoltaici impressi su pellicola e fissati sulle tensostrutture collocate nello spazio verde del padiglione.

Macchine e paesaggi solari

Adriano Venudo

Poter ottenere energia senza limiti, semplicemente “esponendo” delle superfici di captazione è stata una rivoluzione, è stata la svolta non soltanto per l'architettura, ma per l'intera civiltà perché ha aperto degli inediti scenari per la vita e per l'habitat dell'uomo, offrendo delle prospettive “infinite” di sviluppo e di crescita, soprattutto dopo la grande crisi petrolifera degli anni settanta, diventando l'unica via possibile¹ per l'uomo di sopravvivere sulla terra. In quest'ottica, fin da subito le fonti di energia rinnovabili come il sole, l'aria e l'acqua², hanno avuto un ruolo determinante nella conformazione dello spazio dell'uomo, in termini di struttura, di forma e di caratteristiche tecnologiche, e non ultimo di linguaggio tanto da contraddistinguere la nascita e lo sviluppo di specifici “design”, quali ad esempio il solar design. Affronteremo qui il caso del solar design inteso come risultato dell'applicazione e declinazione paradigmatica di ciò che serve ad alimentare edifici (energia), parti di città o reti di mobilità e mezzi di trasporto, e non di modalità e necessità di adattamento dell'architettura alle condizioni climatiche e più in generale ambientali, come ad esempio l'esposizione, l'irraggiamento, l'isolamento, ecc. Ci limiteremo quindi ad analizzare come la produzione di energia solare e tutto ciò che ne è conseguito in termini di spazio, ovvero le “macchine solari”, siano diventate architetture e poi anche paesaggi. A differenza degli altri impianti di approvvigionamento per il funzionamento degli edifici, come ad esempio l'acqua o il gas, quello dell'energia elettrica prodotta attraverso il sole, ad oggi, è l'unico in tutta la storia dell'architettura ad aver avuto tante e tali applicazioni



sugli edifici da diventare il paradigma di un nuovo linguaggio, quello solare. Com'è stato per alcuni materiali, ad esempio l'acciaio prima e il cemento armato dopo, o per alcuni "dispositivi", come l'ascensore o il water, o per alcuni impianti, come la fognatura o il riscaldamento o ancora il condizionamento, il fotovoltaico, in tutte le sue forme ed evoluzioni, ancora in atto, è sia un materiale che un componente in grado di modificare sostanzialmente modelli spaziali³, di generare nuovi tipi⁴ (edilizi), arrivando anche alla scala territoriale a caratterizzare il paesaggio⁵. Va inoltre ricordato, che a differenza dei lenti processi legati alla pietra⁶, al mattone e al legno, il design solare si è evoluto rapidissimamente grazie alla tecnologia applicata "ai silici", e in soli 50 anni è passata dagli ingombranti e poco adattabili pannelli fotovoltaici, alle colorate microcelle solari per arrivare ai flessibili tessili solari fino al più recente solare organico, le cui applicazioni sono praticamente infinite e quasi senza vincoli⁷ (similmente a quel che è accaduto con la diffusione dell'acciaio prima e del calcestruzzo poi).

Dalla ricerca pura alla ricerca applicata: breve cronaca

Lo screening sullo stato dell'arte del design solare ci porta a un primo risultato: le tre scale disciplinari in cui è stato affrontato e le tre fasi in cui è stato sviluppato il tema del fotovoltaico.

L'inizio lo si deve agli scienziati che, scoperto il fenomeno fisico, hanno svolto le ricerche e gli approfondimenti necessari per rendere la tecnologia disponibile per le applicazioni pratiche. Dopo gli scienziati è stata la volta degli ingegneri che si sono preoccupati di dare forma e consistenza ai componenti da utilizzare per produrre energia con sistemi affidabili, semplici da produrre e da installare e durevoli nel tempo alle usure di ogni genere.

*Torre del Sole, Kenzo Tange,
Expo di Osaka 1970.*

Sono nati così i moduli, gli inverter, le strutture di supporto per i vari utilizzi, i materiali più performanti, i kit di assemblaggio, i dispositivi di sicurezza, la modularità dimensionali, (rigide, flessibili, semirigide, ecc.), le tipologie di connessione, i moduli monoinverter.

Poi è arrivato il turno degli architetti che sono stati chiamati, perfino da un decreto legge nazionale e da svariati regolamenti edilizi a livello comunale, a lavorare sull'integrazione dei moduli nell'edificio e più recentemente nel paesaggio.

Fin dalle antiche civiltà indiane e poi i greci e i romani, si capì il potenziale del sole per riscaldare ambienti e beni di uso quotidiano grazie a primordiali amplificatori esterni come il vetro o il metallo, ma il primo e forse più celebre caso di applicazione diretta è sicuramente quello ingegnato da Archimede, il quale utilizzò un sistema di specchi, i cosiddetti specchi ustori, per riflettere la luce solare ed incendiare la flotta romana che nel 212 a.C. assediava Siracusa. I Romani usavano sistemi di specchi di vetro per convogliare la luce solare nelle stanze più buie, umide e fredde delle domus, ottenendo una sorta di primordiale solare termico. Anche Leonardo Da Vinci si dedicò al solare, e mise a punto uno specchio parabolico per asciugare i vestiti e per riscaldare per irraggiamento le stanze. La storia è piena di esperimenti sull'utilizzo del solare negli edifici, che sfruttavano il principio dell'irraggiamento a servizio degli spazi della vita quotidiana. Ma è grazie ad Alessandro Volta, inventore del primo generatore elettrico (la pila), dal quale tutto ha inizio, e il cui principio dell'accumulatore (pile e batterie) è ancora oggi alla base di tutta la tecnologia fotovoltaica. Non a caso, la parola "fotovoltaico" deriva dalla combinazione di *phos*, cioè "luce" in greco.

Nel 1839 il fisico francese Alexandre Edmond Becquerel scopre casualmente che l'influenza dei raggi del sole causa lievi flussi ed effetti elettrici su alcuni liquidi. Nel 1876 grazie ad esperimenti successivi su materiali a stato solido, viene scoperto il cosiddetto "effetto fotovoltaico", ovvero il generarsi di un flusso di corrente elettrica da certi elementi metallici esposti al sole. Seguono gli studi di William G. Adams e Richard Evans, che notano il repentino cambiamento di conduttività dei cavi (generando corrente elettrica) del telegrafo (a silicio) quando sono esposti e illuminati dal sole. Nel 1879 Charles Fritz, sistematizzando queste prime scoperte e invenzioni, crea il primo rudimentale pannello solare al mondo (una cella solare di 30cmq). È una lastrina di selenio ricoperta da una sottilissima pellicola semitrasparente d'oro, che quando è esposta al sole produce elettricità. Dopo l'effetto fotovoltaico, l'altra scoperta fondamentale per l'evoluzione della tecnologia solare fu "l'effetto fotoelettrico". Nel 1921 il premio Nobel per la fisica, Albert Einstein, teorizzò la generazione di energia elettrica attraverso le celle fotovoltaiche. Per l'architettura, l'anno che segnò la svolta fu il 1955, quando Gerald Pearson, Daryl Chapin e Calvin Fuller dei *Bell Laboratories*, realizzarono una cella fotovoltaica in silicio capace di alimentare una piccola ricetrasmittente. Da allora moltissime piccole e grandi aziende si concentrarono nella ricerca e nello sviluppo del fotovoltaico applicato

e nel 1958 si assistette al lancio del satellite *Vanguard I*, totalmente alimentato con energia fotovoltaica e rimasto in funzione poi fino al 1964. Da allora il fotovoltaico è parte integrante di ogni progetto spaziale, e in particolare tutte le missioni del programma Apollo si sono potute realizzare grazie a questa tecnologia.

Nel 1979 venne installato in Italia, sul Passo della Mandriola nell'Appennino cesenate, il primo impianto fotovoltaico da 1 kW, a cui seguirono le prime commercializzazioni favorite anche dalla crisi petrolifera degli anni settanta - ottanta che spinse a cercare nuove fonti di energia alternativa e rinnovabile. Tra gli anni novanta e duemila la crescita del fotovoltaico in Italia fu sorprendente fino a toccare punte del 400%, grazie alle ricerche condotte sul silicio, che consentirono la messa a punto di pannelli fotovoltaici sempre più performanti, economicamente accessibili e meno impattanti, anche grazie a diversi programmi e politiche di incentivo, attivate allora dal governo italiano come il *Conto Energia*, la *Detrazione Fiscale 50%* e lo *Scambio Sul Posto*. Oggi l'Italia è fra i primi Paesi al mondo per produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Circa il 50% dell'energia prodotta in Italia deriva da fonti rinnovabili, dato che ci colloca fra i primi 10 Paesi al mondo per potenza di fotovoltaico installata. Lo stesso progetto Interreg al centro di questa pubblicazione ne è una



In alto, a partire da sinistra:
Charles Fritts primo rudimentale pannello solare al mondo in selenio ricoperto da una sottilissima pellicola semitrasparente d'oro.

Modello in scala del Vanguard I, primo veicolo spaziale orbitante alimentato da celle fotovoltaiche.

Alexandre Edmond Becquerel scopre casualmente gli effetti elettrici dei raggi del sole



In basso:
Alexandre Edmond Becquerel scopre casualmente gli effetti elettrici dei raggi del sole.

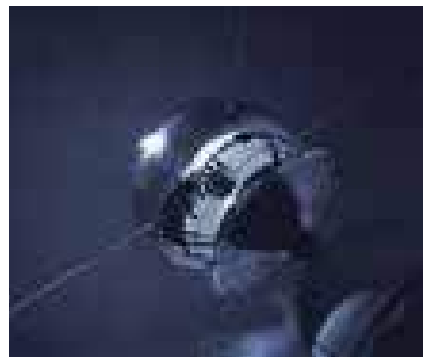
Nella pagina accanto, a partire da sinistra:
Applicazione su facciate delle celle fotovoltaiche stampabili.
Applicazione su facciate delle celle fotovoltaiche colorate e trasparenti.
Sfera solare.

dimostrazione. Secondo l'ultimo rapporto *Global Photovoltaic di IHS* nel 2020 il settore dovrebbe aumentare del 14% in termini di nuova capacità di generazione solare. Una percentuale che si tradurrebbe in altri 142 GW fotovoltaici, ossia sette volte l'intera capacità installata all'inizio del decennio precedente.

[...] se gli anni '10 sono stati il decennio dell'innovazione tecnologica, delle forti riduzioni dei costi, dei generosi incentivi e del dominio di alcuni mercati, il 2020 sarà ricordato invece come il decennio della diffusione del fotovoltaico non sovvenzionato, della diversificazione e dell'espansione della domanda di impianti solari in tutto il mondo, dell'ingresso di nuovi attori industriali e dell'aumento di competitività rispetto alle fonti energetiche convenzionali [...]⁸

Caratteri e componenti del solar design

Dai pannelli fotovoltaici ai tessuti solari, dalle celle al fotovoltaico organico, l'evoluzione delle componenti del design solare ha costruito negli ultimi settanta anni le matrici formali di un nuovo lessico architettonico ed in particolare grazie all'evoluzione delle seguenti "componenti base": cella solare, cella fotovoltaica notturna, celle stampabili, guaine solari, vetri solari e fotovoltaico trasparente, tessuti solari, sfere solari, gonfiabili solari, solare organico, pasta solare, pellicole solari, liquidi solari e inchiostri solari. Queste invenzioni tecnologiche applicate all'architettura hanno permesso la realizzazione di nuovi caratteri architettonici e elementi costruttivi come le tegole fotovoltaiche, le coperture fotovoltaiche, le finestre energetiche, le facciate solari omogenee, la colonna solare, il camino solare, la torre solare, le serre fotovoltaiche, gli alberi solari, fino ad arrivare a delle vere e proprie nuove tipologie, le fattorie fotovoltaiche galleggianti. Il *solar design* fino a pochi anni fa si è sviluppato secondo una logica modulare, in cui l'unità base (pannello fotovoltaico o cella solare) assieme a telai e supporti reticolari ne costituivano il paradigma compositivo soltanto di involucro o di pelle dell'organismo edilizio, in sintesi di componente aggiunto, rivestimento dell'edificio. Oggi grazie a evoluzioni come il solare organico o i tessili solari o ancora ai vetri solari questo paradigma può essere completamente rivisto, anche



in termini di struttura o di elemento spaziale autonomo, fermo restando le necessità di esposizione⁹, le quali però grazie alle ricerche sul “solare notturno” risulteranno anche queste presto non più così vincolanti.

Oltre all'architettura il *solar design* sta trovando ampia applicazione e sperimentazione anche nel campo del design industriale e nella moda: caso esemplificativo sono le maglie e giubbotti fotovoltaici, le collane e le borse solari, fino ad arrivare alle scarpe fotovoltaiche.

Queste componenti che nell'insieme costruiscono un nuovo lessico architettonico, integrano sempre più i sistemi fotovoltaici nella conformazione dello spazio, nell'organismo edilizio e negli accessori e prodotti del design. Possiamo quindi includere un'architettura nel design solare solo quando, oltre alle funzioni strettamente energetiche, i sistemi fotovoltaici assolvono anche alle “tradizionali” funzioni riferibili agli elementi e ai caratteri di fabbrica, caratterizzando la forma e contribuendo alla struttura dell'architettura stessa. Questo approccio, definito BIPV (*Building Integrated Photovoltaics*), può



*Esempi di applicazione dei tessuti solari su
tensostrutture (Expo 2015 di Milano)*

Nella pagina accanto, a partire da sinistra:
*Edifici con fotovoltaico integrato del quartiere
di Vauban a Friburgo.*

*Edificio energeticamente autosufficiente
che integra nelle soluzioni formali i sistemi
fotovoltaici, Apple Park Center a Cupertino,
2017.*

avvenire attraverso due modalità: da un lato realizzando i sistemi di connessione e di integrazione dei pannelli solari convenzionali all'interno delle superfici funzionali dell'involucro edilizio tradizionale, come ad esempio coperture e facciate, dall'altro con sistemi integrati polivalenti nei quali il fotovoltaico è ripensato come componente integrata all'interno di un elemento costruttivo base (tegole solari, guaine e pelli fotovoltaiche, finestre energetiche, facciate solari, ecc.), di un elemento costruttivo funzionale (lastre di copertura, finestre energetiche, serre fotovoltaiche) o di un nuovo elemento di fabbrica (facciate o coperture multiperformanti, torre solare, camino solare, serra fotovoltaica). All'interno di questa ricerca di integrazione dei requisiti energetici con le forme architettoniche e i requisiti tecnologico-edilizi si delinea il quadro del trasferimento tecnologico al fotovoltaico nell'ambito del quale è stato improntato questo studio.

Building Integrated Photovoltaics

L'acronimo BIPV (*Building Integrated Photovoltaics*), ormai noto all'interno del settore delle costruzioni e delle energie rinnovabili, si riferisce a sistemi solari fotovoltaici che, oltre alla funzione di produrre elettricità, assumono il ruolo di elemento da costruzione e contribuiscono al processo e composizione della forma. Con questo ruolo architettonico, il sistema BIPV è un componente dell'edificio, per ora ancora molto relegato alla funzione di involucro (rivestimenti di facciata o di copertura), e di dispositivo di protezione e captazione solare o elemento architettonico "accessorio", necessario al "buon funzionamento" dell'organismo costruito.

La definizione esclude quindi gli impianti "indipendenti" o "sovrapposti" all'edificio, semplicemente appoggiati o fissati a coperture esistenti che non assumono altra funzione oltre alla produzione di elettricità (i classici pannelli fotovoltaici a modulo disposti più o meno casualmente sui tetti degli edifici).



L'approccio proposto dal BIPV coinvolge due aspetti, tra loro complementari: la multifunzionalità del solare, intesa in termini costruttivi e funzionali, e l'aspetto della forma architettonica, ossia della qualità e delle caratteristiche dell'impianto ai fini della caratterizzazione linguistica e figurativa dell'edificio. Il filone del BIPV è per ora quello più interessante ed efficace nel panorama mondiale, poiché pone la questione del progetto architettonico al centro del design solare, non più solo in termini di efficienza e di requisiti, ma di forma, struttura e spazio, quindi di architettura. Questo approccio è anche stato istituzionalizzato da diverse strategie energetiche ormai vigenti su scala internazionale ed europea (Direttiva CE 31/2010 sui nearly-Zero Energy Buildings) e nazionale/locale (Strategia Energetica 2050, incentivazione degli impianti integrati), tanto da far rientrare il tema del solare nei "fundamentals"¹⁰ dell'architettura contemporanea, al pari degli altri materiali da costruzione e delle altre componenti edilizie, secondo un approccio interdisciplinare fra gli aspetti energetici, architettonici e tecnologici della costruzione all'interno del progetto.

Abbiamo visto che il pannello fotovoltaico nasce storicamente come un componente pre-assemblato. Oggi però è costituito da celle o microcelle, che catturano l'energia emessa dal sole e la trasformano in energia elettrica luminosa per il cosiddetto effetto fotovoltaico. La cella è l'elemento base che costituisce il modulo fotovoltaico. Essa costituisce un dispositivo elettrico di conversione indispensabile, che oggi, per la maggioranza dei casi, può assumere quasi qualsiasi forma. Tutto ha avuto inizio con il pannello solare, elemento poco flessibile per i processi costruttivi, che si è poi evoluto nelle celle solari per arrivare poi alle membrane, ai più flessibili tessuti ed infine ai gel fotovoltaici o al solare organico. Attualmente i componenti a disposizione del design solare sono numerosi e con notevoli livelli di flessibilità tale da permettere un'elevata diponibilità di combinazioni e di integrazione con i più tradizionali materiali da costruzione nelle più svariate forme architettoniche. Sicuramente questo è un dato positivo e un punto di arrivo perché ha permesso un'elevata integrazione del solare nel processo compositivo e costruttivo dell'architettura, tuttavia in linea generale nella storia dell'architettura i vincoli e le limitazioni dei nuovi materiali o delle inedite forme e strutture scoperte nell'ultimo secolo hanno sempre costituito un'occasione di impegno al superamento delle criticità, diventando poi avanzamento tecnologico e conseguentemente formale, sperimentazione spaziale e quindi anche elaborazione di nuove tipologie, di nuovi linguaggi e di nuove espressioni.

Fughe nel deserto: parchi solari e nuovi paesaggi

... Ma è forse negli impianti autonomi e dedicati per la produzione di energia elettrica che il solar design ha prodotto le configurazioni più innovative e più interessanti: i parchi solari. Spesso collocati in ambienti estremi, e ovviamente distanti dalle città e dai territori urbanizzati, i parchi solari segnano un nuovo fenomeno di colonizzazione dei deserti americani, australiani, africani, ma anche europei (ad es. in Spagna). Sempre più grandi, per ovvie ragioni di

produzione e di economie di scala, i parchi fotovoltaici oltre alla loro funzione principale hanno assunto un ruolo centrale nel disegno del paesaggio e del territorio, ma alla scala degli stati, proponendosi letteralmente come nuove geografie... solari (si veda ad esempio il *Ivanpah solar electric generating system* nel deserto della California). Sono delle vere e proprie centrali elettriche ad energia solare che inevitabilmente assumendo la scala del paesaggio introducono delle deformazioni e delle innovazioni, recuperando la dimensione geografica di certe visioni radicali anni settanta (ad esempio del monumento continuo di Superstudio): la distorsione del tradizionale rapporto figura-fondo (essi stessi diventano contesto e al contempo, dipende da dove e come li guardiamo, soggetto) e il disegno della terra con tassellature dettate dalle geometrie del modulo fotovoltaico iterato per ettari ed ettari, immettendo così nel territorio significati ed espressioni giocate sul simbolismo e sui contrasti tra razionale ed organico, tra artefatto e natura, e arrivando fino alla scultura planetaria come il *Topaz Solar Farm*, la cui forma può essere percepita soltanto con visioni satellitari, ... dall'Apollo.

Possiamo ora sostenere che la vera innovazione del *solar design* per l'architettura sono i parchi solari, che come giganti opere di *land art* che ridisegnando il pianeta inglobando montagne, deserti, fiumi e strade, hanno rimesso in gioco, in poco meno di 10 anni, in maniera utilitaristica, commerciale e "spontanea" un pensiero di circa 40 anni fa, che faticosamente dal 1960 al 1975, con rivoluzioni e innumerevoli fatiche, ruppe gli schemi e la tradizione costruttiva e urbana, aprendo la strada ad una nuova ideologia, ad una nuova idea di società e di architettura: era l'architettura radicale, quella che ci raccontò Gianni Pettena alla VI Biennale di Architettura di Venezia nel 1996¹¹. Era la fuga verso i deserti e le sperimentazioni geografiche e planetarie di Richard Long e di Hamish Fulton, o degli Smithson, Heizer e Oppenheim, di De Maria, Ed Ruscha e Ian Dibbets. Artisti che per primi si relazionarono con l'ambiente naturale e gli spazi sconfinati



Parco fotovoltaico Crescent Dunes Solar in Nevada.

del deserto come laboratorio, e che proposero la dismisura della dimensione naturale come nuovo fatto artistico, simbolico e spaziale: la natura come scrittura e linguaggio universale per un'architettura "aperta", piena di significati e seduzioni, e non più un'architettura-schermo, o un'architettura-involucro¹².

[...] Il fatto fondamentale dell'espressione architettonica è quello dell'edificio come oggetto fabbricato dall'uomo e inserito in un ambiente naturale. Di questi oggetti ve ne sono altri, ma l'architettura si distingue da essi per il modo particolare in cui integra le risorse e l'opera della natura, insistendo nello stesso tempo su una funzione specificatamente umana, diversa in linea di principio da quelle che la natura stessa assolve. Un campo coltivato, una scala appoggiata a un albero da frutta, un'asse di legno gettata su un torrente, sono caratteristicamente umani in molte delle loro qualità formali, come la regolarità della sagoma, ma vengono tipicamente sperimentati come miglioramenti della natura, aggiunte fatte dall'uomo a proprio vantaggio. In questa categoria si potrebbero includere perfino i macchinari agricoli, i battelli fluviali ecc. [...]¹³

Questa interpretazione di Arnheim sull'*Artefatto in natura* ci introduce a quel nuovo rapporto architettura-contesto e paesaggio-linguaggio innescato dai grandi parchi solari, che potremmo definire come vera invenzione tipologica degli ultimi vent'anni. Si tratta di grandi aree ricoperte da marchingegni tecnologici, specchi solari, cellule fotovoltaiche, pannelli e strutture di sostegno, torri di accumulo e specchi di irraggiamento, grandi telai ipertecnologici, strutture *high tech* e *low tech*, che hanno invaso deserti, montagne, campagne, laghi e anche superfici del mare (fotovoltaico galleggiante) con dimensioni sempre più estese (per captare il più possibile) e assetti sempre più articolati in relazione alla morfologia del contesto e alle condizioni ambientali. Si tratta di architetture e impianti enormi, che si estendono per ettari e ettari alla scala del territorio configurando inediti paesaggi, spesso visibili solo dal satellite¹⁴. I casi più virtuosi (di seguito citati), vista la dimensione e la matrice geometrica alla base delle necessità architettoniche, tecnologiche e funzionali dei parchi solari, costruiscono enormi disegni planetari e suoli artificiali, dalle superfici marine ai crinali delle montagne, dalle pianure agricole ai deserti, con un lessico semplificato (conseguente al vincolo formale del modulo fotovoltaico) e un linguaggio iconico, che sfociano nel simbolismo più vario, da quello commerciale del mercato globale del turismo (il grande *Mickey Mouse* per il parco solare di *Disney* in Florida) a quello biomorfico della natura (la gigante replica tecnologica del cuore di *Voh* per il parco solare in Nuova Caledonia).

Planta Solar 10 e *Planta Solar 20* non sono solo grandi impianti solari ma nuovi paesaggi, opere ingegneristiche non solo funzionali e utili ma anche "belle", nel senso canonico del termine, portatrici di messaggi e di espressione, con un'unica

Nella pagina accanto, in alto:
Installazione di Jacques Simon, Écrit sur les champs: "Tel est le cas avec cet oiseau qui souligne le tracé d'une courbe".

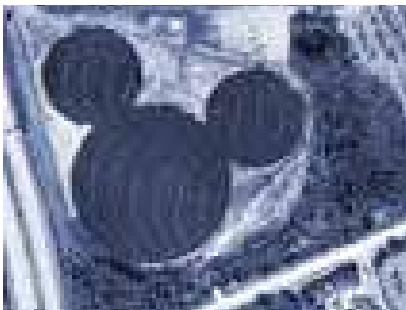
Nella pagina accanto, in basso a partire da sinistra:
Il parco solare che fornisce energia elettrica al Walt Disney World e al vicino Reedy Creek Improvement District.
Parco fotovoltaico Panda Power Plant a Dantong nel nord est della Cina.



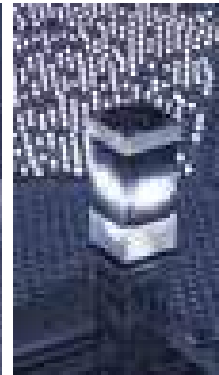
differenza rispetto alla definizione classica: lo sono alla scala planetaria. Per analogia o per contrasto i grandi parchi solari sempre più assomigliano a opere di *land art*, che si offrono alla vista dal cielo, riproponendo scritte territoriali¹⁵ e spaesanti tassellature terrestri in cui il rapporto figura-sfondo è spostato sulla vastità... della natura planetaria, e simbolicamente astrale, paesaggi con un'inconueta misura, forse per questo non più definibili canonicamente come paesaggi. Ed è questo l'aspetto innovativo dei parchi solari, una bellezza che nasce dalla dismisura, la dinamica di una forma che funziona sulla scala della grandezza, quella della natura, opere d'arte quindi alla scala 1:20.000, percepibili nel loro insieme da chilometri di distanza, dall'alto, dallo spazio, come forme compiute e di senso quotidiano (si pensi al Panda del parco solare *Panda Power Plant* a Dantong in Cina) all'interno di una dimensione percettiva, quella della totalità terrestre (o del volo d'uccello), che l'uomo non è abituato a decodificare, o più semplicemente a trovare (straniamento da s-paesamento). È tanto semplice quanto singolare il fenomeno e le dinamiche che si stanno sviluppando attorno ai parchi solari (curiosità) come quelli di *Kagoshima Nanatsujima* a Kyocera, diventati ormai un'attrazione turistica, e culturale, in grado di mettere in moto, oltre ai posti di lavoro e allo sviluppo dell'economia legati all'energia pulita, anche altre attività, come appunto quella turistica, che non hanno nessuna evidente connessione con il settore delle rinnovabili. Alcuni di questi, come il *Longyangxia Dam Solar Park* in Cina, sono dei veri e propri parchi a tema, che offrono anche un'esperienza legata al processo di produzione e alla, seppur semplice, fruibilità (attraversamento, che poi si traduce in un "giro turistico nel parco solare) di una sorta di *machina scenica* che mostra sé stessa.

Di seguito alcuni dei progetti che più di altri si sono contraddistinti per aver saputo legare la necessità di ottenere energia pulita sfruttando il sole e il rispetto per l'ambiente, realizzando impianti che sono dei parchi solari, ma ancor di più dei nuovi paesaggi... solari.

Parco fotovoltaico di *Disneyland* in Florida. Il parco solare che fornisce energia elettrica al *Walt Disney World* e al vicino *Reedy Creek Improvement District* riprende iconicamente la faccia di uno dei più famosi personaggi della Disney: Mickey Mouse, immagine che è visibile solo dall'alto. Questo impianto da 5 megawatt è costituito da 48 mila pannelli modulari.



Parco fotovoltaico *Panda Power Plant* a Dantong nel nord est della Cina. È un impianto fotovoltaico con una capacità di 50 megawatt che integra diverse tecnologie di celle solari (da cui il colore), la cui caratteristica principale è il disegno iconico (alla scala planetaria) che riprende l'animale simbolo della Cina, il panda.



Parco fotovoltaico *Planta Solar 10 e Planta Solar 20* in Spagna vicino a Sanlucar la Mayor. È un impianto a concentrazione solare che sfrutta il principio degli specchi ustori attraverso due torri solari che riflettono e potenziano l'irraggiamento su due enormi campi solari a terra a forma di fiore di loto. Questo impianto da 48 megawatt soddisfa il fabbisogno per 10 mila abitazioni.

Parco fotovoltaico a concentrazione *Ivanpah solar electric generating system* in California. È a tutti gli effetti una centrale elettrica solare, con una capacità di 392 megawatt, in grado di fornire energia elettrica a 140 mila abitazioni. È uno degli impianti fotovoltaici più grandi al mondo. Costituito da 3 enormi comparti circolari di specchi solari (eliostati) in grado di seguire il percorso del sole

A partire dall'alto:

Parco fotovoltaico Planta Solar 10 e Planta Solar 20 in Spagna vicino a Sanlucar la Mayor.

Parco fotovoltaico a concentrazione Ivanpah solar electric generating system in California.

Nella pagina accanto, in alto:

Superstudio, Supersuperficie, 1972.

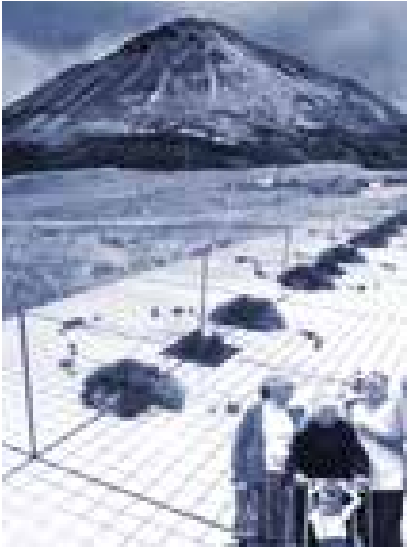
Nella pagina accanto, in basso a partire da sinistra:

Parco solare Topaz Solar Farm in California.

Superstudio, Supersuperficie, 1972.

durante la giornata e ognuno con una torre solare di irraggiamento al centro alta 137 metri, occupa nel complessivo una superficie di 14 chilometri quadrati.

Parco solare Topaz Solar Farm in California. Posta in prossimità della famosa pianura di *Carrizo Plain*, monumento naturalistico e paesaggistico nazionale americano, è una delle più grandi centrali fotovoltaiche al mondo (25,6 chilometri quadrati), i cui 9 milioni di moduli fotovoltaici sono in grado di produrre 550 megawatt, equivalenti a soddisfare il fabbisogno di 180 mila abitazioni. La forma riprende vagamente una scacchiera sgretolata, o una sorta di griglia interrotta, con un sapore quasi megastrutturalista che ricorda anche le composizioni infinite dei *radicals* come il monumento continuo di Superstudio. In casi come questo la dimensione del parco solare è talmente estesa da andare oltre a tutte le possibili considerazioni formali e agli strumenti di interpretazione del paesaggio, trovando come unico riferimento la geografia: la forma del parco, costituita da un'infinita iterazione di moduli solari, si confronta con la dimensione territoriale (praterie, strade, fiumi e ruscelli, colline versanti montuosi) e in particolare con le principali emergenze naturalistiche del luogo: la catena montuosa del *Caliente*, quella del *Tembler* e la pianura del *Carrizo*, tanto che le uniche immagini d'insieme disponibili di "quest'architettura solare" sono quelle scattate dal satellite (landsat8).



Parco fotovoltaico *Crecent Dunes Solar* in Nevada. Realizzato nel deserto in prossimità di Las Vegas, è un enorme campo solare circolare a concentrazione con al centro una torre solare con una capacità da 110 megawatt. La sua geometria perfetta in contrasto con le forme organiche del deserto attorno ricorda le basi spaziali, ma anche le immagini radicali di Superstudio, Archigram e Hans Hollein.

Parco fotovoltaico di *Kagoshima Nanatsujima a Kyocera*. È l'impianto solare più grande del Giappone, un enorme rettangolo collocato a ridosso del mare che sviluppa una potenza di 70 megawatt, e soddisfa il fabbisogno di 22 mila abitazioni. Questo parco fotovoltaico è utilizzato anche come parco a tema, è infatti aperto al pubblico e offre visite guidate e mostre scientifiche. Al suo



interno è stata allestita una sala di osservazione circolare, un belvedere, da cui i visitatori possono osservare l'impianto ma anche il panorama della baia di Kagoshima e del vulcano Sakurajima.

Parco fotovoltaico *Longyangxia Dam Solar Park* in Cina. È l'impianto fotovoltaico galleggiante più grande al mondo, è infatti composto da 4 milioni di pannelli fotovoltaici che coprono una superficie di 23 chilometri quadrati con una capacità massima di 850 megawatt. È stato realizzato nello specchio acqueo derivante dalla dismissione di un'ex miniera carbonifera.

Parco fotovoltaico *Heart of Voh* in Nuova Caledonia. Ispirato alla famosa *Heart of Voh*, la foresta di mangrovie dalla naturale forma a cuore, sarà realizzato nell'isola di Grand Terre con circa 8 mila pannelli che potranno soddisfare il fabbisogno energetico dell'intera isola.

[...] Il vento muove le campane di bronzo. Il suono prodotto riporta la mente al vento del deserto dell'Arizona e alla suggestiva musica di Arcosanti. Un frammento musicale che ricorda la libertà di potersi muovere al vento [...]¹⁶



Dopo questo excursus attraverso la nascita, l'evoluzione e le più recenti e applicazioni del solare nella costruzione di nuove architetture e nuovi paesaggi, vorrei concludere questo saggio con l'immagine e le parole di un architetto, Paolo Soleri, che più di 70 anni fu uno dei primi ad occuparsi di questi argomenti non solo come sperimentazione (di integrazione) architettonica e tecnologica, ma come ricerca di una possibile via alternativa allo spazio dell'uomo, ... un approccio all'architettura e al paesaggio a partire dall'ambiente e nello specifico dalle questioni energetiche legate al sole in relazione alle forme della vita urbana: esempio emblematico di queste prime sperimentazioni di "paesaggi energetici" di Soleri sono "Arcosanti" e soprattutto "Solare, Lean Linear City" (2005). La necessità di un recupero delle teorie di Paolo Soleri in materia energetica nasce non come una risposta tecnologica all'emergenza planetaria, ma come punto di partenza per un cambiamento profondo delle coscienze, dei modi di pensare e di vivere dei singoli individui in relazione all'ambiente.

Paolo Soleri ripeteva a tutti coloro che andavano a vivere o a lavorare ad Arcosanti: "siamo tutti figli del sole".

Nella pagina accanto, a partire dall'alto:
Parco fotovoltaico Crecent Dunes Solar in Nevada.
Parco fotovoltaico di Kagoshima Nanatsujima a Kyocera, in Giappone.
Parco fotovoltaico Longyangxia Dam Solar Park in Cina.
Parco fotovoltaico Heart of Voh in Nuova Caledonia.

Nella pagina corrente:
Arcology, Novanoah, 1969, Paolo Soleri.



Note

1. A. Vico, *Energia. Dal fuoco all'elio. Viaggio nella storia delle fonti fossili e rinnovabili*, Trieste, Editoriale Scienza, 2018.
2. Si pensi ai mulini a vento oppure ai mulini ad acqua fino alle più recenti evoluzioni come il solare organico o il microecolico.
3. L'impianto di produzione della Tesla, la Gigafactory, il più grande al mondo, oltre che essere energeticamente autosufficiente, è una sorta di "edificio macchina" che si autoconstruisce e si autoripara.
4. Un caso esemplare è costituito dalle grandi "tende solari" dell'Expo 2015 di Milano che coprivano il grande spazio centrale fra i vari padiglioni.
5. Si pensi ai parchi solari nel deserto del Nevada come il Crescent Dunes Solar, o a quelli spagnoli come il Plant Solar.
6. A. Monestiroli, *La metopa e il triglifo: nove lezioni di architettura*, Roma-Bari, Laterza, 2002.
7. L. Groe, *Un mare di energia. Fonti rinnovabili e orizzonti di ricerca*, Roma, Carrocci, 2013.
8. Dichiarazione rilasciata da Edurne Zoco, direttore di *Clean Technology & Renewables IHS Markit*, consultabile al sito: http://news.ihsmarkit.com/prviewer/release_only/slug/bizwire-2020-1-7-solar-installations-to-grow-by-additional-142-gw-in-2020-seven-times-the-worlds-total-solar-installations-a-decade-ago, ultimo accesso: 14.04.2019.
9. G. Ligabò, *L'ambiente e le energie da fonti rinnovabili*, Roma, Diabasis, 2008, p. 145.
10. R. Koolhaas, *Elements: a series of 15 books accompanying the exhibition Elements of architecture at the 2014 Venice architecture Biennale*, Colonia, Taschen, 2014.
11. G. Pettena (a cura di), *Radicals. Architettura e design 1960/75*, Firenze, Il Ventilabro edizioni, 1996.
12. Ivi, p. 16.
13. R. Arnheim, *La dinamica della forma architettonica*, Milano-Udine, Mimesis Edizioni, 2019, p. 239.
14. Y. Arthus-Bertrand, *La terra vista dal cielo*, Milano, Silvana Editore, 2014.
15. Per certi versi queste architetture che inevitabilmente diventano paesaggi (innanzitutto per la dimensione) ricordano le installazioni artistiche di Jacques Simon, le écrit sur les champs, forti e grandi immagini impresse sul terreno le quali trasformano la terra in una sorta di grande e unico testo scritto. A questo proposito si veda: D. Colafranceschi, T. Galí-Izard, *Jacques Simon. Gli altri paesaggi. Idee e riflessioni sul territorio - Jacques Simon*, Melfi, Libria, 2018.
16. F. Doglio e P. Tosoni, *Paolo Soleri. Paesaggi Energetici*, Siracusa, LetteraVentidue Edizioni, 2013, p.21.

A trip to the Moon

Mariacristina D'Oria



La macchina non esaurisce il suo significato nella sua definizione utilitaristica, quale dispositivo costituito da più elementi che, opportunamente assemblati, agevolano operazioni predeterminate con notevole risparmio di tempo e fatica, ma si carica, nel corso della storia, di numerose valenze e interpretazioni. In particolare, a partire dall'Ottocento, essa viene concepita sempre più frequentemente come un dispositivo ideato per il divertimento e l'intrattenimento, uno strumento di fuga, scoperta ma anche distrazione, attraverso il quale innescare corti circuiti spazio-temporali e, al contempo, consentire all'uomo di aspirare alla conquista di tutti i mondi possibili. Emerge così una trama di congegni elaborati appositamente per evadere con un movimento fisico o illusorio - prodotto attraverso la creazione di una dimensione onirica - dalla monotonia del quotidiano. Una costellazione che riunisce, accanto alle più tradizionali macchine d'esplorazione (dagli antichi tentativi di volo fino alla missione lunare Apollo), una serie di dispositivi finalizzati a trasportare l'uomo in una dimensione fantastica.

Macchina: produzione versus fantasmagoria. Nel 1939 J. Huizinga pubblica un testo in cui analizza la figura dell'Homo Ludens¹ evidenziando come il gioco sia alla base dei comportamenti sociali dell'uomo e costituisca esso stesso una base sostanziale della cultura. Il gioco, intrecciandosi ad altri temi fondamentali quali il mito, il rito e il culto, rappresenta una pratica fondata su regole estremamente chiare che definisce nella sua attivazione una dimensione spazio-temporale auto-

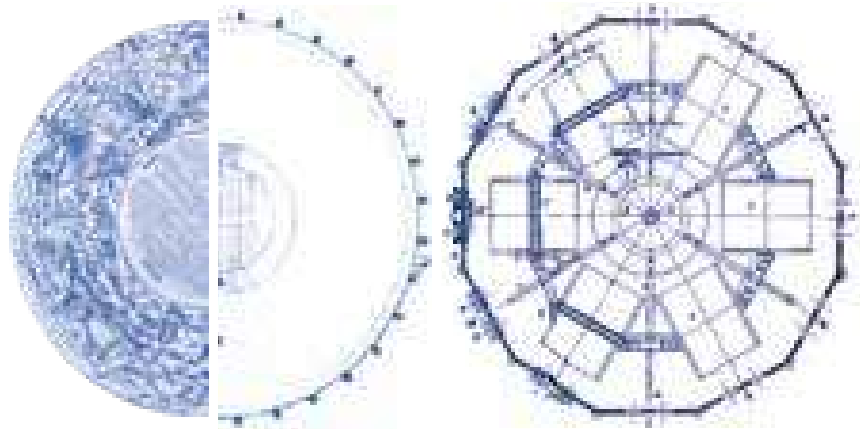
Val van Icarus, Jan Luyken, 1686.

noma sovvertendo spesso le logiche della quotidianità. Un'alterazione del normale svolgersi della vita, dunque, e allo stesso tempo un momento di sfogo, ma anche di esplorazione, una pratica dall'elevato valore pedagogico. Legandosi alla concezione di *homo ludens* e abbandonando, solo parzialmente, la visione tradizionalmente utilitaristica legata al concetto di macchina, è possibile ricostruire una tassonomia di significati assunti da questo dispositivo nel corso della storia, configurandosi come strumento dell'uomo nella sua affermazione di esploratore del mondo.

Un primo antenato di questo sistema di congegni si può individuare nella mitologia greca e, più precisamente, nel tentativo di volo azzardato da Dedalo per sottrarsi alla prigionia del labirinto. Intrappolato nell'intrico della sua stessa opera, egli escogita una modalità di evasione per sé e per il figlio Icaro: utilizzando come collante la cera solidificata assembla due paia d'ali, due primordiali macchine per volare. La fuga riesce, almeno in parte: come un'intrinseca regola che governa il rapporto uomo-macchina, l'equilibrio tra il successo e il fallimento si dimostra tragicamente fragile. Così, l'eccessiva ambizione induce Icaro a forzare il limite delle reali capacità tecniche della macchina costruita dal padre. Inebriato dalle favolose potenzialità delle ali si avvicina troppo al Sole, oltrepassando la soglia di sicurezza che impediva lo scioglimento della cera e rovinando inevitabilmente verso il basso, fornendo una prima prova di come, molto spesso, il sovradimensionamento delle macchine e l'ambizione spropositata di migliorarne l'efficienza si riveli la causa stessa del loro fallimento.

Wunderkammer: spettacoli a crescita esponenziale. A partire dalla fine del XVIII secolo viene ideata una serie di dispositivi che colonizza, nel ruolo di giochi di società, inizialmente i salotti della ricca borghesia industriale per poi convertirsi in oggetto di divertimento anche per le classi più povere. Tra questi figura il *panorama*², termine elaborato nel 1787 dal pittore irlandese Robert Barker dal greco *pan* (tutto) *horama* (vista). Si tratta di stanze circolari sul cui perimetro vengono installati paesaggi e vedute a 360° che offrono agli spettatori una vera e propria esperienza immersiva dove il pubblico pagante viene proiettato all'interno di deliziosi paesaggi romantici o, ancora, di combattimenti storici³. Lo spettacolo offerto da questi dispositivi riscuote un notevole successo, dovuto al fatto che i paesaggi all'interno dei quali gli spettatori si immergono vengono rinnovati costantemente per offrire un'esperienza sempre inedita. Inoltre, con l'introduzione dell'energia elettrica, esso si arricchisce di molteplici effetti, evolvendo in numerose varianti rispetto al modello iniziale: hanno così origine i *diorama*, i *moving panoramas* e le *dissolving views*, marcando un susseguirsi di successi superati solo nella seconda metà dell'Ottocento con l'invenzione della fotografia.

Una particolare variante del *panorama* è il *Kaiser-Panorama*, letteralmente il panorama dell'imperatore, che inizia a diffondersi a partire dal 1880. Si tratta di un sistema stereoscopico inventato dal fisico August Fuhmann e brevettato nel 1890 che, stravolgendo completamente l'esperienza immersiva offerta dai panorami tradizionali, capovolge la relazione tra immagine e spettatore custodendo,



come un'ermetica *wunderkammer*, le immagini al proprio interno. Formato da un cilindro di legno di 4,5 metri di diametro, contenente il congegno rotante che movimentava le immagini stereoscopiche, il *Kaiser-Panorama* prevede la distribuzione di 25 postazioni lungo il suo perimetro. Ogni spettatore può sbirciare, attraverso lenti prismatiche, all'interno di questa scatola delle meraviglie per ammirare un'inedita sequenza formata da 50 immagini. Dallo spettacolo inaugurale del 1880 a Breslavia, il *Kaiser-Panorama* si diffonde velocemente oltre i confini nazionali tedeschi riscuotendo un incredibile successo dovuto al continuo ricambio delle immagini stereoscopiche. Infatti, per soddisfare le pretese di novità del pubblico e mantenerne alta l'attenzione, Fuhrmann arruola un vero e proprio esercito di fotografi e giornalisti che vengono inviati nei luoghi più remoti e sconosciuti con l'incarico di catturare i soggetti più insoliti. Il risultato di questa spedizione iconografica è un campionario di immagini estremamente eterogenee, una miscellanea di istantanee che ritraggono spettacoli naturali e grandi eventi pubblici, conquiste ingegneristiche e scientifiche e figure pubbliche di alto profilo. In questo modo ogni spettatore, comodamente seduto alla propria postazione e volgendo lo sguardo all'interno di questo dispositivo ligneo, ottiene l'illusione di esplorare mondi sconosciuti, vivendo un sogno che si rinnova settimanalmente. La fortuna di questi dispositivi si esaurisce gradualmente con il diffondersi delle immagini dinamiche offerte dal cinema, fino a spegnersi definitivamente nel 1939 quando l'articolo intitolato *The most beautiful places on earth: behind peep holes*, pubblicato sul giornale *Berliner Lokalanzeiger*, annuncia la chiusura del *Kaiser-Panorama* di Berlino.

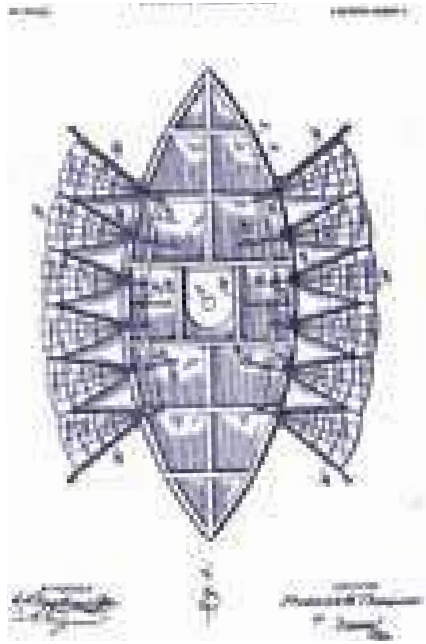
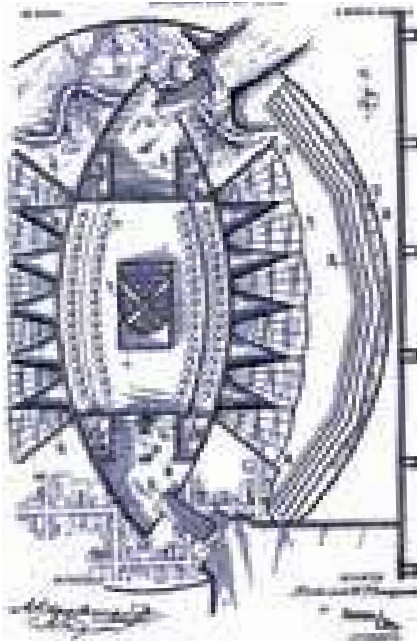
A partire da sinistra:

The Battle of Gettysburg, illustrazione tratta da una guida al Ciclorama di Gettysburg, NY Public Library, 1886.

The Brooklyn Gettysburg Cyclorama, sezione trasversale, NY Public Library, 1886.

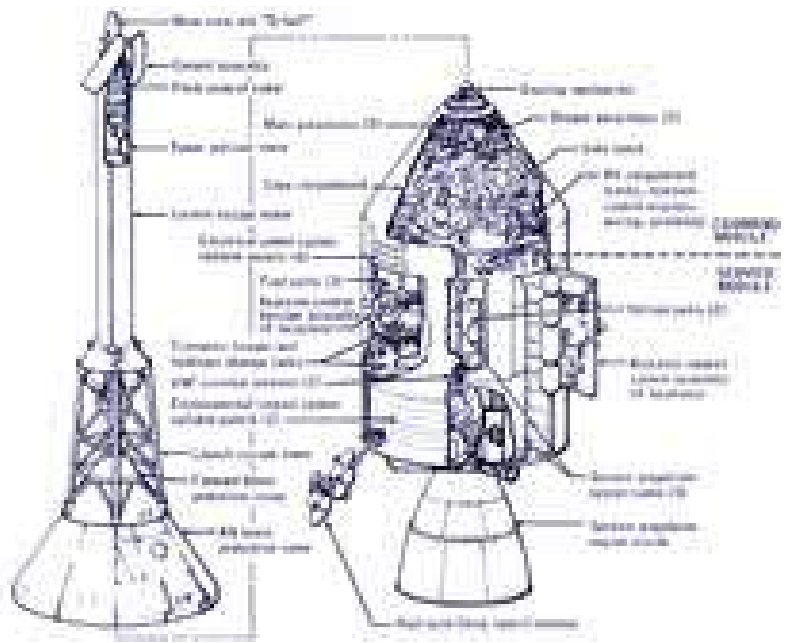
Pianta del Kaiser-Panorama, tratta dall'applicazione Fuhrmann per il brevetto britannico del *Kaiser-Panorama*, 1890.

Dalla meraviglia del contenuto alla fascinazione del contenitore. Se i riferimenti descritti finora si concentrano su dispositivi fruibili da un numero ancora piuttosto ridotto di persone, dalle ali di Dedalo alle 25 postazioni dei *Kaiser-panorama*, nella prossima tappa di questa esplorazione essi assumono logiche scalari decisamente maggiori, convertendosi in enormi palcoscenici in grado di amma-



liare la nuova *società dello spettacolo*⁴ e marcando un ulteriore ribaltamento: l'oggetto della fascinazione si sposta dal contenuto al contenitore.

Nel corso del XIX secolo l'avanzamento tecnologico innescato dalla Rivoluzione industriale viene esaltato da numerose architetture che, appropriandosi dei nuovi materiali costruttivi, codificano un linguaggio architettonico fatto di ferro e vetro, di elementi standardizzati combinati tra loro in un processo che porta alla diffusione di architetture assolutamente originali all'interno del tessuto urbano. Prive di una precisa genealogia, l'innovazione delle loro forme deriva da un'ostinata operazione di trasformazione e deformazione dei tipi edilizi esistenti che vengono manipolati e reinterpretati in un continuo processo di sperimentazione. Il *Crystal Palace* rappresenta un primo esempio di questo fenomeno: la sua composizione architettonica deriva dalla trasfigurazione del modello tradizionale della serra inglese. Realizzato per accogliere nel 1851 la *Great Exhibition* di Londra, esso si inserisce all'interno del fenomeno delle grandi Esposizioni Universali: cadenzate pulsazioni mondiali che richiamano un numero sempre più elevato di spettatori. Questi eventi, nati per celebrare le scoperte e i progressi tecnologici conseguiti dall'uomo, vengono ospitati da imponenti architetture effimere che funzionano come vere e proprie macchine delle meraviglie, divenendo ben presto il principale oggetto d'interesse del pubblico, affascinato dalle loro innovative soluzioni formali. Al successo e alla fascinazione delle masse contribuisce, oltre che la forma insolita e maestosa di questi dispositivi, l'uso strumentale dei media, che giocano un ruolo fondamentale nell'amplificare l'interesse del pubblico e, soprattutto, nella tessitura di strutture narrative che vengono sedimentate nell'immaginario collettivo.



La conquista della Luna. Proprio la tessitura di una narrazione efficace rappresenta l'espedito con cui Frederic Thompson ed Elmer "Skip" Dundy, esperti intrattenitori del pubblico americano di inizio Novecento, convertono un potenziale fallimento in una trovata pubblicitaria di grande effetto, decretando il trionfo della loro giostra *A Trip to the Moon*. I fondatori del Luna Park, per giustificare il decollo posticipato della navicella *Luna*, causato da difficoltà tecniche e guasti meccanici, dichiarano nell'intervista pubblicata su un giornale di Buffalo: "*Luna suddenly broke away from her moorings and soared upwards, taking part of the temporary roof of the Trip-to-the-Moon building with her*"⁵. Aggiungendo sullo stesso giornale, tre giorni più tardi, che la navicella latitante era stata rintracciata dal Lick Observatory in California e avrebbe presto fatto ritorno a Buffalo. Così avviene: *Luna* atterra definitivamente all'Esposizione Panamericana di Buffalo del 1901, riscuotendo un successo così importante da essere trasferita nel 1903 a Coney Island, decretando la fondazione del primo Luna Park della storia Americana. Ispirata al libro di J. Verne, *From Earth to the Moon*, del 1865, l'attrazione *A Trip to the Moon* sfrutta le suggestioni per la scoperta di nuovi mondi che sul finire del XIX secolo affollano l'immaginario collettivo per assicurarsi il successo. Tra il 1899 e il 1900 vengono infatti pubblicati numerosi libri che dimostrano l'attualità e la diffusione di questo soggetto, tra i quali: L. F. Baum *Wonderful Wizard of OZ*, S. Freud *Interpretation of Dreams*, T. Veblen *Theory of the Leisure Class*. In un'epoca in cui numerosi studiosi, acquisendo una crescente consapevolezza metodologica, ottengono i primi, ancora primitivi, risultati nel campo dell'aviazione⁶, il viaggio sulla Luna, proprio per la sua inverosimilità, riscuote un successo senza precedenti

Nella pagina precedente, a partire da sinistra: Henri de Montaut, *Le train de projectiles pour la Lune*, illustrazione per il libro di Jules Verne, *De la Terre à la Lune*, 1829.

Planimetria della navicella *Luna*, presentata da F.W. Thompson per ottenere il brevetto per il suo apparato scenico, 1902.

In alto:

Apollo command and Service Modules and Launch Escape System, tratto dall'*Apollo Summary Report*, NASA, aprile 1975.

ti invitando i visitatori ad avventurarsi in un viaggio che si sarebbe effettivamente concretizzato solo un secolo più tardi con la missione spaziale Apollo 11. Thompson e Dundy non solo anticipano di quasi un secolo la conquista lunare ma costruiscono un'efficiente macchina dello spettacolo impiegando un'iconografia in grado di sfruttare pienamente le nuove tecnologie dell'illuminazione a incandescenza. L'esperienza offerta al visitatore, risultato della combinazione di meccanismi elettrici, illuminazione ed effetti scenici, viene suddivisa in tre momenti principali. Inizialmente, all'interno di un auditorium, gli aspiranti astronauti vengono istruiti da una guida in merito a un'esperienza che avranno solo l'illusione di sperimentare: il volo in aria. I visitatori vengono poi imbarcati sulla navicella Luna, la parte principale della corsa. Si tratta di un grande dirigibile dotato di imponenti ali ed eliche azionate da dinamo, sospeso al soffitto mediante cavi d'acciaio centrali che gli conferiscono un moto oscillante. I viaggiatori decollano dalla buia città di Buffalo e, accompagnati da centinaia di luci ed effetti sonori, vedono rimpicciolirsi sempre più le cascate del Niagara e il globo terrestre, in un progressivo avvicinamento allo splendente regno dell'Uomo della Luna. Atterrati, si fa per dire, sul pianeta lunare i passeggeri abbandonano la navicella per inoltrarsi in una caverna labirintica, una vera e propria città dotata di negozi di souvenir e piccole attrazioni, in sintonia con le meraviglie di un'economia orientata al consumo. A fine corsa, nel Palazzo dell'Uomo nella Luna, i viaggiatori vengono congedati con uno spettacolo teatrale e, usciti dall'attrazione, fanno ritorno alla realtà, pur continuando a sognare di raggiungere davvero, un giorno, il satellite lunare.

Simulatori di spettacolo vs simulatori di guerra. Se nel corso dell'Ottocento si diffonde una genealogia di macchine legate all'intrattenimento e allo spettacolo che incanta il pubblico trasportandolo in altre dimensioni, agli inizi del Novecento proprio nella macchina, simbolo di un progresso senza precedenti, il Futurismo riconosce l'innovazione destinata a mutare l'ambiente dell'uomo e la sua stessa percezione della realtà. Inizia una progressiva esaltazione della macchina come dispositivo utilitario e produttivo, ne vengono sublimati gli ingranaggi, le funzioni e le tecnologie costruttive.

“La macchina ha sconvolto la società, essa ha rotto lo stato sociale esistente; essa ha immerso gli uomini nei guai, essa ci costringe a riflettere, essa ci porta lentamente a ritrovare il fondamento stesso della coscienza: per il momento magari soltanto un'etica, ma in seguito anche una nuova estetica”⁷.

Nel corso dei due conflitti mondiali le potenzialità tecniche della macchina subiscono una reinterpretazione: i suoi ingranaggi non vengono più affinati per essere messi al servizio della società ma, in un costante processo di alterazione, impiegati per perseguire un unico obiettivo: la distruzione dell'avversario. La potenza distruttiva di questi dispositivi viene celebrata da molte figure di spicco nella scena culturale dell'epoca: Marinetti afferma che la guerra è bella in quanto genera nuove forme architettoniche e lo stesso Le Corbusier nel suo “Aircraft”



(1935) evoca il valore altamente estetico delle formazioni delle flotte aeree dirette verso il loro bersaglio. In questa periodo lo stesso *panorama* che aveva intrattenuto a lungo il pubblico ottocentesco viene riadattato e manipolato a fini bellici nelle grandi *Situation Rooms*⁸. Queste, allestite per condurre le operazioni militari, si configuravano come grandi ambienti alle cui pareti erano fissati diagrammi, mappe, foto e dati statistici, costituendo un sistema panottico che rendeva possibile prendere parte, seduti alla propria postazione, ai teatri dei diversi scontri armati.

Divertimento come necessità. Uno spiraglio alla possibilità di conferire nuovamente alla macchina quella sovrastruttura di incanto rimossa quasi completamente dagli eccessi deterministici del funzionalismo si apre nel secondo Dopoguerra, quando inizia a diffondersi l'idea di sfruttare pienamente le potenzialità delle innovazioni tecnologiche per porle al servizio della società. L'architettura viene concepita come una macchina flessibile, capace di aprirsi a usi impensati, un dispositivo con cui plasmare gli spazi per accogliere una nuova società, fluida e dinamica.

“L'architetto dovrebbe concepire gli edifici non come monumenti, ma come contenitori del flusso della vita che essi devono servire e la cui creazione dovrebbe essere abbastanza flessibile da creare un ambiente adatto ad assorbire gli aspetti dinamici della nostra vita moderna”⁹.

Così, tra gli altri, Yona Friedman, Constant Nieuwenhuys, Buckminster Fuller e

In alto:

The Brooklyn Gettysburg Cyclorama, sezione trasversale, NY Public Library, 1886.

In basso, a partire da sinistra:

Veduta dell'interno del Futurama realizzato in occasione della New York World's Fair, 1939.

Scena della War Room tratta dal film

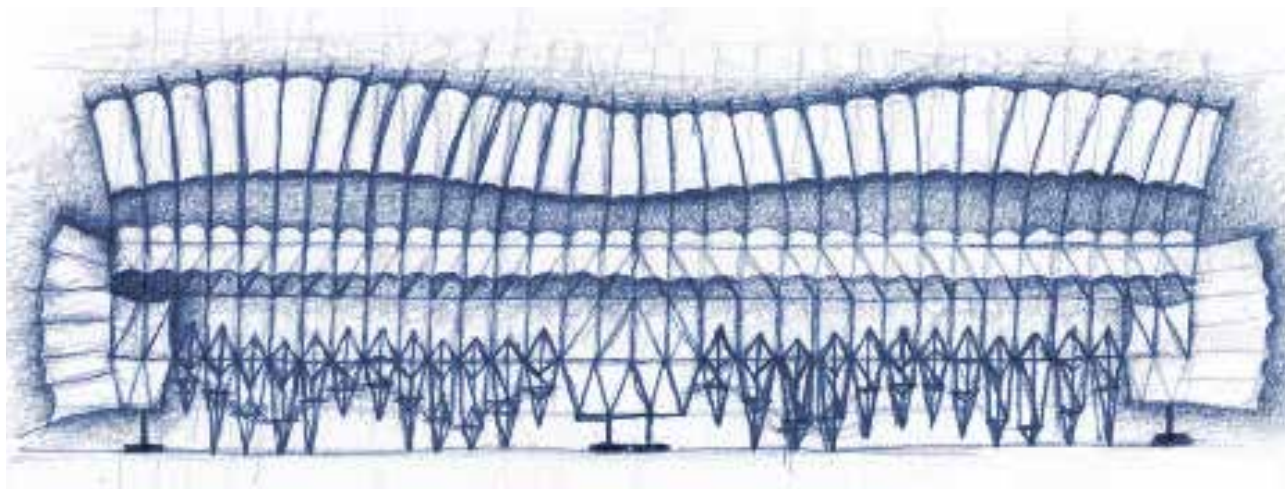
Strangelove del regista Stanley Kubrick, 1964.

Cedric Price impiegano l'acciaio per dare vita a strutture sempre più leggere, in un crescente processo sottrattivo volto a definire macchine flessibili e autonome dalla configurazione variabile, manufatti che sappiano integrare struttura e impianti tecnologici. Gli spettatori non rivestono più il ruolo di osservatori passivi di immagini in movimento ma diventano essi stessi gli artefici dello spazio, modellandolo in diretta rispondenza alle proprie necessità. Come nel passaggio dal panorama al Kaiser-Panorama si è verificato un capovolgimento del rapporto tra spettatore e immagine, così si assiste ora a un ulteriore ribaltamento: la macchina non è più la struttura fissa e rigida che determina azioni e spostamenti dell'uomo, ma diviene un dispositivo costantemente modellato e riconfigurato dall'uomo stesso. La "mancanza di immaginazione"¹⁰ che, secondo Constant, caratterizza l'Architettura Moderna viene in questo modo superata con la definizione di "piani e modelli di tipo altamente immaginifico [...] fantascienza architettonica"¹¹. Il Fun Palace di Cedric Price (1961) rappresenta il prototipo, non realizzato, di questa nuova architettura-dispositivo. Un edificio-macchina polivalente, altamente tecnologico e dinamico all'interno del quale condensare le più svariate funzioni legate al divertimento. A differenza del Crystal Palace, un temporaneo monumento urbano destinato a imprimeri nella memoria collettiva, il Fun Palace è un organismo specificatamente tecnico privo di alcun fine monumentale, una macchina scenica a cui gru e carroponti consentono di variare costantemente configurazione. Questa nuova forma di dinamicità non coinvolge solo gli spazi interni di questi nuovi edifici-macchina ma imprime agli stessi un movimento. In progetti come la *Potteries Thinkbelt* (1966), *Instant city* (1968-1970) e *New Babylon* (1959-1974) le stesse città iniziano a spostarsi autonomamente sulla superficie terrestre.

Blue Marble e agnizione paesaggista della macchina. è il 7 dicembre 1972 quando l'astronauta Harrison Jack Schmitt dell'equipaggio dell'Apollo 17, lungo la sua traiettoria verso la Luna scatta l'iconica *Blue Marble*. Completamente illuminata dal Sole, eterea e apparentemente immobile, la Terra si mostra per la prima volta nella sua interezza: preziosa, fragile, un luogo finito dalle risorse limitate. Questa foto entra con forza nell'immaginario collettivo e scatena la nascita dell'agnizione paesaggistica e ambientalista dell'uomo.

Proprio all'interno di questo contesto si inserisce il lavoro dell'artista olandese Theo Jansen¹² che sviluppa l'idea della macchina in movimento caricandola di una fortissima componente ambientale. Con il progetto *Strandbeest* (1990) Jansen spinge al limite il rapporto tra realtà e immaginazione combinando progettazione ingegneristica e creazione artistica per realizzare sculture cinetiche autonome, concepite come scheletri che, spinti dal vento, muovono la sabbia delle spiagge olandesi contribuendo alla formazione di dune a protezione dal critico fenomeno dell'innalzamento del livello del mare. A partire da un tubo elettrico comprato in un negozio di bricolage, Jansen inizia ad assemblare una serie di macchine i cui meccanismi di funzionamento vengono progressivamente affinati col passare degli anni. In un costante processo evolutivo l'artista decreta ogni anno la nascita





di una nuova macchina e la contemporanea estinzione di quella precedente, le cui parti vengono vendute all'asta al miglior offerente, in un'operazione che crea un cortocircuito nell'atmosfera onirica da cui le sue opere sembrano emergere. Dotate di un nome latino, che ne definisce forma e funzionamento, queste creature fantastiche si sono evolute rapidamente. La prima, *Animaris Linamentum*, estintasi senza aver abbandonato lo schermo del computer, ha lasciato posto ad *Animaris Vulgaris*, capace di muovere le 28 gambe solamente distesa sulla propria schiena, incapace di sostenere il suo stesso peso, fino ad arrivare alla più recente *Animaris Suspendisse*, lunga 13 metri. Quest'ultima è dotata di vele che la aiutano a immagazzinare il vento, dirigendo l'aria verso i pistoni che la comprimono all'interno di bottiglie di plastica riciclata: calato il vento, *Suspendisse* può usare l'energia così immagazzinata per ritirarsi dalla marea crescente.

Indifferenti alla presenza umana, queste triangolazioni di tubi e pompe evocano scheletri di animali preistorici estinti e la loro estetica risulta inevitabilmente caratterizzata dai materiali che le compongono: tubi flessibili gialli in PVC, filo di nylon, bottiglie di plastica riciclata e un'ampia varietà di pompe per biciclette.

Se recentemente le macchine di Jansen sono state paragonate alle invenzioni di Leonardo da Vinci, esse descrivono efficacemente la posizione raggiunta dalla macchina nel percorrere una traiettoria complessa il cui punto di origine può essere individuato nel primo tentativo di volo di Dedalo. I punti descritti da questa traiettoria hanno sorti completamente differenti: alcuni sono caratterizzati da una luce intensissima destinata a spegnersi rapidamente, altri vengono costantemente aggiustati e migliorati, in un processo di trasformazione continua. In questa costante evoluzione l'uomo viene gradualmente allontanato dall'interno della macchina che sembra non avere più bisogno della sua presenza per mettersi in movimento. Quest'ultima, acquisendo una crescente autonomia, continua a esercitare la sua funzione di intrattenimento, incantando l'uomo con lo spettacolo dei suoi ingranaggi e dei suoi movimenti sempre più sinuosi.

Nella pagina precedente, a partire dall'alto:
Il lancio di Apollo 17, 1972.
Blue Marble, 1972.

In alto:
Strandbeest drawing, Theo Jansen.

Note

1. J. Huizinga, *Homo Ludens*, Random House, 1938.
2. Il panorama rappresenta un'evoluzione scalare delle Cinquecentesche *wunderkammer*.
3. Il primo edificio-rotonda, progettato appositamente per ospitare questa peculiare forma di intrattenimento, viene costruito nel 1792 nella Leicester Square di Londra.
4. G. Debord, *La Société du spectacle*, Paris, éditions Buchet-Chastel, 1967.
5. Dichiarazione rilasciata da F. Thompson al quotidiano di Buffalo il 12 maggio 1901.
6. Il desiderio dell'uomo di volare ha radici molto antiche tanto che la storia dell'aviazione - che tratta da un punto di vista cronologico lo sviluppo del volo umano mediante l'utilizzo di mezzi tecnici - si intreccia strettamente con miti e leggende. In Occidente il tema del volo inizia a essere studiato con attenzione nel corso del Rinascimento con le macchine ideate da Leonardo da Vinci, per poi concretizzarsi nel 1783 con il primo volo in mongolfiera. Svitati tentativi, per lo più fallimentari, si susseguirono nel corso dell'Ottocento con l'obiettivo di far volare mezzi più pesanti nell'aria costituendo la genealogia evolutiva del primo velivolo a motore dei fratelli Wright, che nel 1903 decollò per ben 12 secondi percorrendo 36 metri.
7. Le Corbusier, *Prélude, thèmes préparatoires à l'action*, 15 gennaio 1933. A partire dalla macchina il Movimento Moderno costruisce un nuovo linguaggio architettonico rifacendosi alla convinzione che "ciò che è funzionale è anche bello" (B. Taut, *Die neue Baukunst*, Stoccarda, 1929) e arrivando a convertire la stessa abitazione dell'uomo in una "macchina per abitare". Quest'ultima è un'espressione appartiene a Le Corbusier, uno dei principali esponenti del Movimento Moderno, che nell'opera *Vers un'architecture* pubblicata nel 1923 affianca il Partenone all'automobile Delange Grand Sport, dando inizio a un parallelismo che lo porterà a enunciare i suoi celebri cinque punti dell'architettura.
8. La *Situation room*, inizialmente chiamata *Map Room*, era una stanza collocata all'interno dell'edificio centrale della Casa Bianca che venne utilizzata da Franklin Roosevelt durante la seconda guerra mondiale per monitorare i progressi sul fronte e per i resoconti militari e di intelligence.
9. W. Gropius, *Eight Steps toward a Solid Architecture*, in "Architectural Forum", New York, febbraio 1954, p.179.
10. N. Constant, *The great game to come*, in Potlatch, #30, luglio 1959, p.1.
11. Ivi, 10, p.2.
12. Formatosi in Fisica all'Università di Delft, Theo Jansen realizza la sua prima opera, UFO, nel 1980. Si tratta di un disco volante nero costruito con tubi in PVC e riempito di elio che, ripetutamente avvistato nel cielo di Delft, attira l'attenzione di numerose testate giornalistiche per poi scomparire definitivamente senza lasciare traccia. Questa esperienza inaugura una serie di viaggi nel mondo dell'immaginazione che l'artista racconta nel suo editoriale sul giornale Volkskrant. Le riflessioni che inizialmente sembrano limitarsi a un affascinante registro narrativo, ben presto si condensano a formare l'idea embrionale di una nuova macchina, dando così origine alla serie *Strandbeest*.