Vesper
Rivista di architettura, arti e teoria
Journal of Architecture, Arts & Theory

No. 12 | Solar
Primavera | Estate 2025
Spring | Summer 2025

ISBN 978-88-229-2336-3
ISSN 2704-7598
DOI 10.57644/Vesper012

Gabriella Liva

Archivio di luci. Il calcolo e la geometria delle aurore boreali
The Light Archives. Calculations and Geometry of Aurora Borealis

DOI 10.57644/Vesper012_011

Parole chiave
Keywords
Aurora boreale, Carl Størmer, calcolo matematico, fotografie parallattiche, campi magnetici
Aurora borealis, Carl Størmer, mathematical calculation, parallactic photographs, magnetic fields

Abstract

Archivio di luci. Il calcolo e la geometria delle aurore boreali

La sezione dedicata a Carl Størmer (1874-1957), matematico norvegese e fotografo amatoriale, presentata alla XIV Biennale di Istanbul (2015), ha illustrato il suo approccio interdisciplinare capace di coniugare il calcolo matematico con la documentazione fotografica delle aurore boreali. Grazie agli archivi del Norwegian Museum of Science and Technology, l'esposizione ha messo in luce il rigore analitico di Størmer nell'osservazione e misurazione del fenomeno aurorale, evidenziando come la fotografia fosse uno strumento fondamentale per ottenere dati precisi sull'altezza e sulla posizione dei bagliori atmosferici. A partire dalla sua opera *The Polar Aurora* (1955), che integra dati osservativi, calcoli geomagnetici e riflessioni spettroscopiche attraverso una traduzione tridimensionale delle traiettorie individuate, il contributo contestualizza storicamente le aurore boreali, dalle interpretazioni mitologiche fino alla comprensione scientifica del vento solare e del campo magnetico terrestre, attraverso la figura principale di Størmer e di altri autori, come Birkeland e Carrington.

The Light Archives. Calculations and Geometry of Aurora Borealis

The section dedicated to Carl Størmer (1874-1957), Norwegian mathematician and amateur photographer, presented at the 14th Istanbul Biennial (2015), illustrated his interdisciplinary approach, which combined mathematical calculation with photographic documentation of the aurora borealis. Drawing on the archives of the Norwegian Museum of Science and Technology, the exhibition highlighted Størmer's analytical rigor in observing and measuring auroral phenomena, demonstrating how photography served as a fundamental tool for obtaining precise data on the altitude and position of atmospheric glows. Beginning with his work *The Polar Aurora* (1955), which integrates observational data, geomagnetic calculations, and spectroscopic reflections through a three-dimensional translation of the identified trajectories, this paper offers a historical contextualization of the aurora borealis, tracing a path from mythological interpretations to the scientific understanding of solar wind and the Earth's magnetic field, through the figure of Størmer and other key contributors such as Birkeland and Carrington.

Indice DOI | DOI Index

Università Iuav di Venezia
Department of Architecture and Arts

VESPER No. 12

SOLAR

Quodlibet

9 788822 923363
ISBN 978-88-229-2336-3
ISSN 2704-7598 € 18

Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Culture del progetto

VESPER No. 12

SOLAR

Luigi Ghirri, *Bastia*, 1976. © Eredi di | Heirs of Luigi Ghirri.

Spring | Summer 2025
Journal of Architecture, Arts & Theory

Primavera | Estate 2025
Rivista di architettura, arti e teoria

Vesper
Rivista di architettura, arti e teoria

Vesper è una rivista scientifica semestrale, multidisciplinare e bilingue, si occupa delle relazioni tra forme e processi del progetto e del pensiero. Ponendo lo sguardo al crepuscolo, quando la luce si confonde con il buio e l'oggetto illuminante non è più visibile, *Vesper* intende leggere l'atto progettuale seguendo e rendendo evidente il moto della trasformazione. Pitagora identificò nel pianeta Venere sia la stella della sera (*Hesperos*) che quella del mattino (*Phosphoros*), i due nomi si riferiscono allo stesso astro ma posto in condizioni temporali differenti. *Vesper* dichiara quindi una posizione più che un oggetto e privilegia il situarsi che ne profila lo statuto. Non è qui accesa la luce tagliente dell'alba, che promette giorni completamente nuovi e alti sol dell'avvenire, ma quella che fa intravedere nella penombra una possibilità nell'esistente.

Richiamando e rinnovando la tradizione delle riviste cartacee italiane, *Vesper* ospita un paesaggio articolato di modalità narrative, accoglie forme di scrittura e stili differenti, privilegia l'intelligenza visiva del progetto, dell'espressione grafica, dell'immagine e delle contaminazioni tra linguaggi. La rivista è pensata nella sua successione di numeri tematici come discorso sulla contemporaneità, nello spazio di ogni singolo numero è articolata in un insieme di rubriche che gettano luci differenti sul tema. Nel procedere delle diverse sezioni – editoriale, citazione, progetto, racconto, lezione, saggio, inserto, traduzione, archivio, viaggio, ring, tutorial, fundamentals – mutano i riverberi tra idee e realtà, si accende l'intreccio tra evidenze concrete e loro potenzialità, potenziali trasformativi, immaginari. Le rubriche sono pensate non per aggiornare istantaneamente ma per indagare condizioni progettuali e per fornire strumenti e materiali dall'*ombra lunga*.

Vesper
Journal of Architecture, Arts & Theory

Vesper is a six-monthly, multidisciplinary and bilingual scientific journal which deals with the relationships between forms and processes of thought and of design. Gazing into the dusk, when light slowly merges with darkness and the illuminating object is no longer visible, *Vesper* aims to interpret the act of designing through tracing and revealing the movement of transformation. Pythagoras identified in the planet Venus both the evening star (*Hesperos*) and the morning star (*Phosphoros*), assigning the two names to the same star observed in different temporal conditions. *Vesper* thus states a perspective rather than an object, privileging the condition that defines its status. Rather than the sharp light of dawn, heralding a brand-new day and promising a brighter future, it is the twilight that allows you to have a glimpse at the potential of what is already there.

Following the tradition of Italian paper journals, *Vesper* revives it by hosting a wide spectrum of narratives, welcoming different writings and styles, privileging the visual intelligence of design, of graphic expression, of images and contaminations between different languages. The journal is conceived as a series of thematic issues that build a discourse on the contemporary. Each issue is divided into sections that offer a range of diverse perspectives on the theme analysed: editorial, quote, project, tale, lecture, essay, extra, translation, archive, journey, ring, tutorial, fundamentals. Throughout the different sections, reverberations between ideas and reality change, connections emerge between tangible facts and their potentials, transformative prospects, collective perception. The principal aim of these sections is not to provide instant news, but to offer an in-depth investigation of different instances of design and to provide tools and materials that have a long-lasting effect.

Università Iuav di Venezia
Department of Architecture and Arts

Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Culture del progetto

VESPER No. 12

SOLAR

Spring | Summer 2025
Journal of Architecture, Arts & Theory

Primavera | Estate 2025
Rivista di architettura, arti e teoria

Luigi Ghirri, *Rimini*, 1977. © Eredi di | Heirs of Luigi Ghirri.

Editoriale | Editorial
6 – 13 Sara Marini
Solar

Citazione | Quote
14 – 15 Dino Buzzati
Nothing

Breve estratto da un testo critico che definisce la rotta o le coordinate di attraversamento del tema. | Brief excerpt from a critical text concerning different perspectives on the topic.

Inserto | Extra
16 – 26 Francesco Jodice
Colpo di sole
Sunstroke

Forma e modo d'espressione di questa rubrica sono a discrezione dell'autore. | The section consists in the original contribution of an author.

Saggi | Essays
28 – 43 Tim Matts
Downstream of Starburn. Accelerationism and the War Against the Sun
A valle di Starburn. L'accelerazionismo e la guerra contro il Sole

Saggi critici articolati in citazioni, note, iconografie e una bibliografia. | Essays including quotes, notes, iconography and bibliography.

44 – 59 Agostino De Rosa
Sotto il segno dell'astro cabalistico. Alfabeti di fuoco e immagini modellate dal Sole
Under the Sign of the Kabbalistic Star. Alphabets of Fire and Images Shaped by the Sun

60 – 71 Andreas Körner
Thriving Chronodiversity. Contextualising Weathering as Ornament in Architecture
Thriving Chronodiversity. Contestualizzare il *weathering* come ornamento in architettura

72 – 85 Alberto Petracchin
All'ombra della piramide. Magia e tecnica dell'architettura solare
In the Shadow of the Pyramid. Magic and Technique in Solar Architecture

86 – 88 Bibliografie | Bibliographies

Racconti | Tales
90 – 97 Jimmi Pianezzola
Villa no. 3. Dispositivo solare
Villa no. 3. Solar Device

Narrazioni testuali o per immagini attraverso realtà note o ipotetiche. | Textual or visual narratives exploring actual or hypothetical worlds.

98 – 100 Pier Franco Midali
Viganella Double Sun

Archivi | Archives

102 – 109 Gabriella Liva
Archivio di luci. Il calcolo e la geometria delle aurore boreali
The Light Archives. Calculations and Geometry of Aurora Borealis

Testo critico che accompagna una selezione di materiali d'archivio presentati con le loro coordinate di provenienza. | Critical text accompanying a selection of archival material presented with its source reference.

110 – 113 Valter Scelsi
Set the Controls for the Heart of the Sun

114 – 119 Silvia Berselli
Come entra il Sole nell'atelier? Excursus non esaustivo sulla luce naturale nei luoghi della creazione artistica
How Does the Sun Enter the Atelier? A Non-exhaustive Excursus on Natural Light in Places of Artistic Creation

120 – 126 Pierluigi Grandinetti
Un gruppo di torri all'orizzonte. Sul progetto di Gianugo Polesello per il Concorso di Schio
A Group of Towers on the Horizon. About Gianugo Polesello's Project for the Schio Competition

Progetti | Projects

128 – 137 Giulia Bersani, Davide Zaupa
Noor CSP. Solar Deserts

Contributi che indagano le ragioni, le *mise-en-scène*, le risultanti di progetti attraverso le voci degli autori e/o di critici. | Contributions that investigate the reasons, the *mise-en-scènes*, and the results of projects throughout the voices of the authors and/or the critics.

138 – 147 Francesca Belloni
Greenhouse: abitare e costruire la poetica del sole. Diciotto *logements* a Rixheim di Lacaton & Vassal
Greenhouse: Inhabiting and Building the Poetics of the Sun. Lacaton & Vassal's Eighteen *Logements* in Rixheim

148 – 157 Simone Gobbo
Cosmologie e amnesie *sans titre* nel progetto M26 di BAST
Sans Titre Cosmologies and Amnesias in BAST's M26 Project

158 – 166 inter- with | con Živilė Mantrimaitė
Solar Laboratory. Re-powering The Domestic

Viaggi | Journeys

168 – 177 Sandro Rolla
Hidden Shadows. China's Dual Soul

Resoconto di un viaggio fisico o immaginario e delle sue evoluzioni temporali e spaziali. | A physical or imaginary journey in its temporal and spatial development.

178 – 187 Anna Livia Friel, Marco Provinciali with | con Giovanna Silva
Quebra-sóis. Technology and Abstraction in Brasilia
Quebra-sóis. Tecnologia e astrazione a Brasilia

Building

188 – 197 Studio Other Spaces (Ólafur Elíasson, Sebastian Behmann)
A Solar Study in Light and Reflection. Common Sky and Vertical Panorama Pavilion

Contributo che indaga la costruzione di un progetto attraverso disegni tecnici di dettaglio e un testo critico. | Contribution that investigate the building process of a project through detailed technical drawings and a critical text.

Ring

198 – 205 Hugo de Almeida Pinho
Solar Capital

Fronteggiamento tra posizioni differenti poste sullo stesso "campo di gioco". | Different points of view facing each other on the same 'playing field'.

Fundamentals

208 – 209 *An author* Marco Cimillo
Ralph Knowles and the Rise of Solar Architecture

Testi critici su autori, idee, libri, lavori, luoghi, periodi a fondamenta del tema. | Critical texts on authors, ideas, books, works, places, periods on the basis of the theme.

210 – 211 *An author* Filippo Perfetti
Solar Projections. Tacita Dean

212 – 213 *A film* Cristina Moraru
The Solar Vision of the Future. A Cosmist Analysis on Anton Vidokle's film *The Communist Revolution Was Caused by the Sun*

214 – 215 *A work* Tommaso Bartoloni
Lightwells in Francesco Venezia's Work

216 – 217 *A place* Jacopo Bonat, Matteo Zambon
The Extraordinary Perpetuity of the Fixed Point. The Renazca District Project by Diller Scofidio + Renfro

218 – 219 *A place* Annamaria Prandi, Andrea Vescovini
Fringes. Casa Sassi, a Solar Pavilion by Filippo Monti

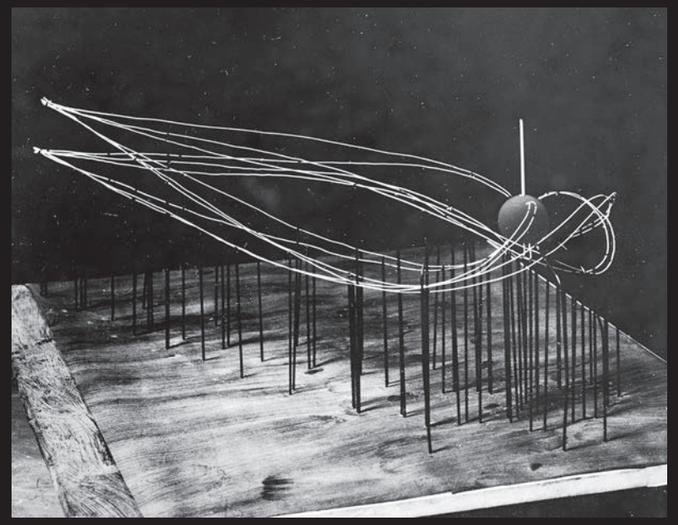
220 – 221 *A period* Vincenzo Valentino
We Have Never Been Copernican. The Years of Solar Investigations in Le Corbusier's Architecture

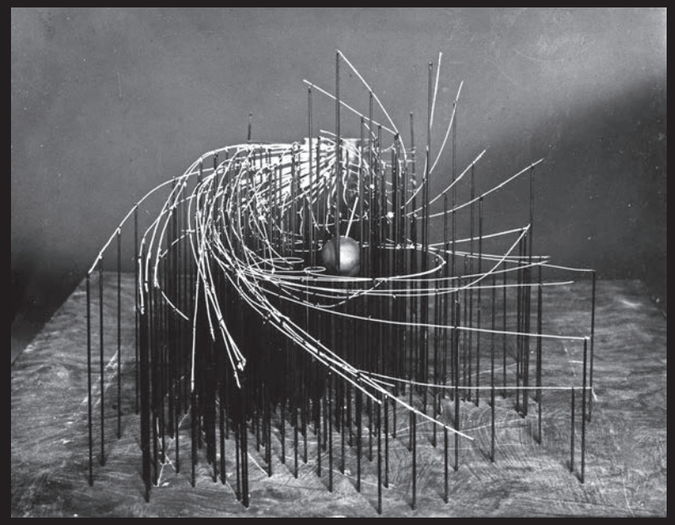
222 – 223 *A period* Lorenzo Renzullo
The Mock-up as a Tool of Experimentation. Several Cases of Ignazio Gardella

Indice | Contents

Archivio di luci. Il calcolo e la geometria delle aurore boreali

Gabriella Liva





Modelli delle traiettorie particellari solari rappresentate con filamenti metallici. | Models of solar particle trajectories represented with metal filaments. Ph. Carl Størmer. Norwegian Museum of Science and Technology, NTM CST 00030, NTM CST 01119.

The Light Archives. Calculations and Geometry of Aurora Borealis

E che talora si facciano sublimazioni fuor del consueto della materia de' crepuscoli, l'essemplifica per quella boreale aurora; ma non dice già che quella sia in numero la medesima materia delle comete, la qual è necessario che sia assai più rara e sottile che i vapori crepuscolini e che quella materia della detta aurora boreale, atteso che la cometa risplende meno assai dell'aurora.[1]

La sezione dedicata al matematico norvegese Carl Størmer (1874-1957), presente alla 14. Biennale di Istanbul *Saltwater. A Theory of Thought Forms* (2015)[2], fu realizzata grazie al lavoro degli archivisti Arne Langleite e Thale Elisabeth Sørlie del The Norwegian Museum of Science and Technology di Oslo[3]. La presentazione del progetto dichiarava le seguenti parole: "Ciò che può risultare quando un matematico puro è anche un appassionato fotografo amatoriale". L'esposizione si sviluppava su ciascuno dei tre piani dell'edificio esibendo fotografie, materiale di ricerca, libri e oggetti provenienti dall'archivio Størmer mettendo in relazione il calcolo matematico con la rappresentazione artistica riferita alle aurore boreali. Tra divulgazione storica e interpretazione scientifica l'obiettivo era quello di riflettere sui metodi di analisi di Størmer, attinenti al calcolo algebrico e all'uso della fotografia come mezzo privilegiato in grado di catturare l'aurora boreale e soprattutto di ottenere immagini accurate come base oggettiva per il posizionamento della luce nell'atmosfera.

Dalle suggestive parole di Aristotele, che interpretava le aurore come crepe nel cielo attraverso le quali risplendeva una luce rosso sangue, bisogna attendere che la scienza moderna, con Galileo Galilei e Pierre Gassendi, faccia proprio il binomio latino *aurora borealis* o "alba del nord" per descrivere i bagliori colorati lungo gli orizzonti settentrionali, unendo così i due termini e le due culture antiche, Aurora, dea romana dell'alba, e Borea, il vento greco di origine nordica[4]. Nei secoli successivi l'*aurora borealis*, non riconducibile ancora all'attività del Sole, si era caricata di leggende nel tentativo di giustificare la sua apparizione nel cielo notturno. Queste straordinarie scie colorate erano spesso associate a uno stretto passaggio illuminato da fiaccole attraverso il quale le anime dei defunti potevano giungere al paradiso, alimentando così le descrizioni lasciateci dagli esploratori delle regioni polari.

Ora il fenomeno è stato ampiamente spiegato in termini scientifici: il Sole emette flussi di particelle – soprattutto elettroni e protoni – verso lo spazio circostante[5]. Questi flussi costituiscono il vento solare che viaggia verso il nostro pianeta incontrando il campo magnetico terrestre in grado di deviarlo. Tale scudo, che respinge le particelle dotate di carica elettrica, è meno efficace in corrispondenza dei poli magnetici e, dunque, le particelle vengono attratte verso la Terra, precipitando nella ionosfera, lo strato più alto dell'atmosfera, a circa 2500 chilometri. Si tratta di un meccanismo di interferenza che avviene simmetricamente in entrambi i poli terrestri, dividendo le aurore polari in boreali e australi[6]. Intorno ai poli magnetici di entrambi gli emisferi, si crea una zona ovale continua, detta "ovale aurorale", la cui proiezione sulla Terra determina la zona aurorale dove i fenomeni possono essere osservati più frequentemente e con un'intensità maggiore. L'ovale aurorale varia con l'attività solare: quando quest'ultima aumenta, l'ovale si allarga verso l'equatore rendendo visibile il fenomeno a latitudini inferiori. A livello atomico, nel momento in cui una particella del vento solare urta l'elettrone di un atomo di ossigeno o azoto, l'elettrone stesso si carica di energia e salta al livello energetico superiore. In tale condizione l'elettrone essendo instabile tende a ripristinare la situazione iniziale liberando dell'energia acquisita sotto forma di radiazioni luminose. La lunghezza d'onda di queste scariche elettromagnetiche è pari a 550 nm, grandezza che l'occhio umano percepisce come una luce verde, il colore prevalente delle aurore boreali. Naturalmente si possono osservare anche altri colori: se l'atomo di ossigeno viene colpito dagli elettroni a bassa energia emette luce rossa, l'atomo di azoto luce blu. Complici anche le differenze di quote dove avvengono tali fenomeni, le cromie si fondono insieme dando vita a spettacoli iridescenti con sfumature viola, rosa, giallo e bianco[7].

Fino alla metà del XIX secolo, gli studiosi pensarono in maniera errata che quelle strane luci colorate, visibili nei mesi invernali, fossero semplicemente i riflessi dei raggi del Sole su giganteschi iceberg galleggianti o lampi ad alta quota. Solo successivamente si iniziò a ragionare

And that sometimes there occur unusual sublimations of the twilight material, as exemplified by the aurora borealis. But he does not say that this is identical with the material of comets, which must necessarily be much rarer and thinner than the twilight mists and the material of the aurora borealis, since the comet shines much less than the aurora.[1]

The section dedicated to the Norwegian mathematician Carl Størmer (1874-1957), featured at the 14. Istanbul Biennial, *Saltwater. A Theory of Thought Forms* (2015)[2], was made possible through the efforts of archivists Arne Langleite and Thale Elisabeth Sørlie of the Norwegian Museum of Science and Technology in Oslo[3]. The presentation of the project states the intent to display 'what happens when a pure mathematician is also a passionate amateur photographer'. The exhibition occupied all three floors of the building, showcasing photographs, research materials, books, and objects from the Størmer archive, and explored the relationship between mathematical calculation and the artistic representation of the aurora borealis. Straddling historical dissemination and scientific interpretation, the exhibition aimed to examine Størmer's analytical methods, which combined algebraic calculation with photography – a privileged medium not only for capturing the northern lights but also for producing precise images that served as an objective basis for determining the positioning of light in the atmosphere.

From the evocative words of Aristotle, who described auroras as cracks in the sky through which a blood-red light shone, we must wait until modern science, with Galileo Galilei and Pierre Gassendi, adopted the Latin binomial *aurora borealis*, or 'northern dawn', to characterise the coloured flashes along the northern horizons. This term unites two ancient cultures: Aurora, the Roman goddess of dawn, and Boreas, the Greek wind of Nordic origin[4]. In the following centuries, the *aurora borealis*, not yet understood as being linked to the activity of the Sun, became steeped in legends attempting to explain its appearance in the night sky. These extraordinary, coloured trails were often associated with a narrow passage illuminated by torches through which the souls of the deceased could reach paradise, a belief reflected in the accounts by explorers of the polar regions.

Today, the phenomenon has been extensively explained in scientific terms: the Sun emits streams of particles – primarily electrons and protons – into the surrounding space[5]. These flows constitute the solar wind, which travels towards our planet and encounters the Earth's magnetic field, a shield capable of deflecting it. This magnetic field repels charged particles but is less effective near the magnetic poles. As a result, the particles are drawn towards the Earth, descending into the ionosphere, the uppermost layer of the atmosphere, at an altitude of approximately 2,500 kilometres. This interference mechanism occurs symmetrically at both of Earth's poles, dividing the polar auroras into northern and southern phenomena[6]. Around the magnetic poles of both hemispheres, a continuous oval-shaped zone is formed, known as the 'auroral oval'. Its projection onto the Earth defines the auroral zone, where these phenomena are observed more frequently and with greater intensity. The auroral oval changes with solar activity: as solar activity increases, the oval expands towards the equator, making the phenomenon visible at lower latitudes. At the atomic level, when a particle from the solar wind collides with the electron of an oxygen or nitrogen atom, the electron absorbs energy and jumps to a higher energy level. In this excited state, the electron is unstable and tends to return to its original energy level, releasing the absorbed energy as light radiation. The wavelength of these electromagnetic discharges is approximately 550 nm, which the human eye perceives as green light – the dominant colour of the aurora borealis. Of course, other colours can also be observed: when an oxygen atom is struck by low-energy electrons, it emits red light, while nitrogen atoms emit blue light. Additionally, due to the variations in altitude where these interactions occur, the colours blend together, creating iridescent displays with shades of purple, pink, yellow, and white[7].

Until the mid-19th century, scholars mistakenly believed that those strange, coloured lights, visible during the winter months, were merely reflections of the Sun's rays onto giant floating icebergs, or lightning occurring at high altitudes. It was only later that a more scientific approach to the phenomenon began to emerge, recognising the close relationship

1 G. Galilei, *Il Saggiatore*, in Idem, *Opere*, a cura di | edited by F. Brunetti, Utet, Torino 2005, vol. I, p. 690; En. tr. *The Assayer*, in Idem, *The Controversy on the Comets*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia 1960, p. 233.

2 *Saltwater. A Theory of Thought Forms*, a cura di | edited by S. Evren, Istanbul Foundation for Culture and Arts, Istanbul 2015.

3 Si ringrazia la preziosa collaborazione del The Norwegian Museum of Science and Technology di Oslo, in particolare il direttore Frode Meinich e l'archivista Arne Langleite per il prezioso materiale attinente a Carl Størmer. | We would like to express our gratitude for the invaluable collaboration of The Norwegian Museum of Science and Technology in Oslo, particularly to Director Frode Meinich and Archivist Arne Langleite for the precious material related to Carl Størmer.

4 J.L.E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler* (1906), Dover Publications, Mineola 1953; tr. it. *Storia dell'astronomia da Talete a Keplero*, Odoya, Bologna 2016; K. Ferguson, *Measuring the Universe. The Historical Quest to Quantify Space*, Headline, London 1999; tr. it. *Dalla terra alle galassie. L'uomo misura l'universo*, Longanesi, Milano 2001.

5 D. Whitehouse, *The Sun. A Biography*, John Wiley and Sons, New York 2005; tr. it. *Il sole. Una biografia. Scienza e mitologia della stella che ci dà la vita*, Mondadori, Milano 2007.

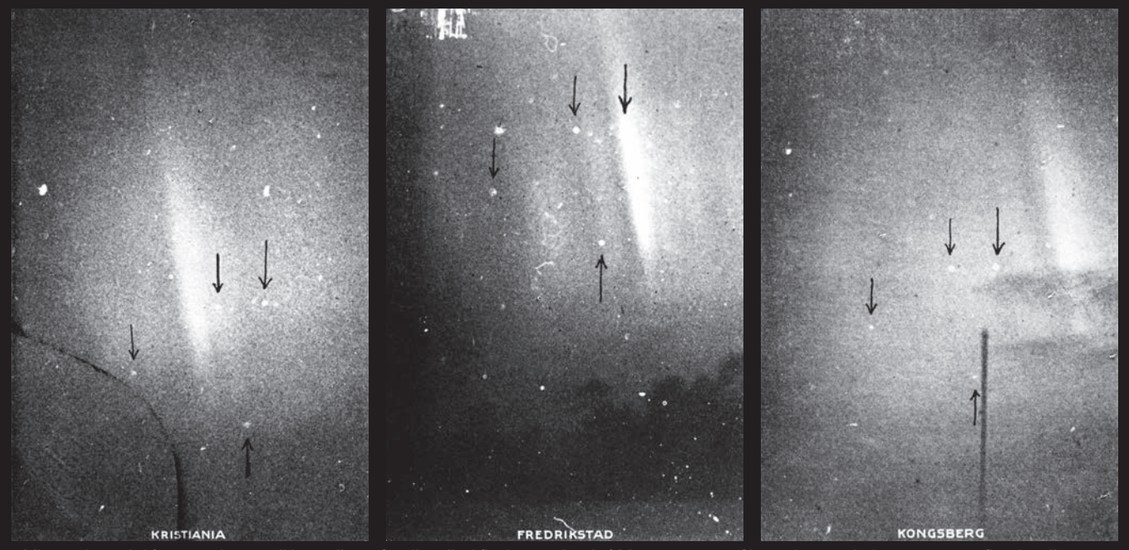
6 Durante il viaggio dell'*Endeavour* nel 1770, il capitano James Cook fu il primo europeo a riferire di aver visto luci simili nell'emisfero sud (*aurora australis*). | Captain James Cook was the first European to report having seen similar lights in the south hemisphere (*aurora australis*) during the *Endeavour*'s crossing in 1770.

7 L'altezza ricopre un ruolo determinante nella colorazione di questo fenomeno luminoso: al di sopra dei 180 chilometri dal suolo si ha un'aurora di colore rosso intenso; tra i 120 e i 180 chilometri verde scuro; al di sotto dei 120 chilometri di colore blu o viola. Le forme variano da piccole macchie di luce a strisce, archi, fasce ondeggianti o raggi che illuminano il cielo





Kristian Birkeland e | and Carl Størmer, osservazioni delle aurore boreali | observations of the northern lights, Bossekop, febbraio | February 1910. Ph. A.B. Wilse. Norsk Folkemuseum, NF.W25290, NF.WB02903.



Misurazione dei fenomeni aurorali boreali su sfondi stellari fissi eseguita da | Measurement of boreal auroral phenomena on fixed stellar backgrounds calculated by Carl Størmer. Norwegian Museum of Science and Technology, NTM CST 00016.

scientificamente sul fenomeno, comprendendo la stretta relazione tra il Sole e il nostro pianeta. A seguito dei continui disturbi aurorali sulla direzione della bussola adottata in ambito nautico, proprio le fluttuazioni del campo magnetico terrestre fornivano indizi critici sulla possibilità di connessioni tra le correnti elettriche che circolano nell'atmosfera superiore e l'attività sul Sole. Non a caso la Norvegia si presentava come la terra idonea a ogni tipo di osservazione e sperimentazione perché in prossimità della zona aurorale artica; importanti ricercatori come Kristian Birkeland, Carl Størmer, Lars Vegard, Leiv Harang, e Vilhelm Bjerknes concentrarono la loro vita professionale a indagare la natura fisica dei fenomeni aurorali. Fu innanzitutto l'astronomo inglese Richard Christopher Carrington che, nel 1859, intuì come tali eventi notturni fossero in realtà legati all'attività del Sole. Il professor Birkeland iniziò una serie di spedizioni nelle regioni norvegesi settentrionali dove istituì una rete di osservatori aurorali che raccoglievano dati sul campo magnetico. Nel 1906 all'Università di Oslo egli dimostrò come l'aurora fosse causata dal Sole, ovvero che i raggi catodici, al tempo definiti con tali parole e oggi riconosciuti come elettroni, una volta espulsi dal Sole, si dirigevano verso lo spazio e le traiettorie di alcuni di essi si incurvavano sotto l'azione dei poli magnetici terrestri. Sole e Terra erano necessariamente connessi tra di loro e tale unione si manifestava proprio attraverso le tracce colorate che apparivano in cielo con movimenti e bagliori repentini.

I continui esperimenti di Birkeland sui raggi catodici nei campi magnetici, in particolare mediante una sfera magnetizzata o un dipolo magnetico, catturarono l'attenzione di Carl Størmer, che spostò la ricerca dalla matematica pura alla sua applicazione alle manifestazioni notturne delle aurore boreali, studiando il moto di una particella carica nel campo magnetico[8].

Parallelamente al calcolo teorico, la sua spiccata passione per l'arte della fotografia si focalizzò sulla puntuale registrazione dei dati celesti, realizzando tra il 1909 e il 1957 una mappatura approfondita dei fenomeni aurorali. Costruì un vero e proprio atlante visivo a partire da sequenze di scatti variabili di pochi secondi che poteva ottenere con appositi apparecchi fotografici collocati in due stazioni diverse, messe in comunicazione telefonicamente. Tale metodo gli consentì di calcolarne l'altitudine sviluppando formule sulle orbite teoricamente possibili delle particelle cariche che entravano nell'atmosfera terrestre.

Nel suo libro, *The Polar Aurora*, è riportata una classificazione di possibili orbite, illustrate da numerose tavole[9].

con un bagliore dall'intensità crescente. | Height plays a decisive role in the colour of this light phenomenon: above 180 kilometres from the ground there is an intense red aurora; between 120 and 180 kilometres dark green; below 120 kilometres blue or purple. The shapes vary from small spots of light to streaks, arches, wavy bands or rays that illuminate the sky with a glow of increasing intensity.

8 Størmer fu nominato professore di matematica nel 1903 e in tale veste ha tenuto regolarmente conferenze per quarant'anni presso l'Università di Oslo a livello universitario e a livelli di scuola di specializzazione. | Størmer was appointed professor of mathematics in 1903 and in that capacity lectured regularly for 40 years at the University of Oslo, both at the undergraduate and graduate school levels. S. Chapman, *Fredrik Carl Mülertz Störmer. 1874-1957*, in "Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society", vol. 4, novembre | November 1958, pp. 257-279.

9 C. Størmer, *The Polar Aurora*, Clarendon Press, Oxford 1955; Idem, *Dalle Stelle agli Atomi*, Hoepli, Milano 1931.

between the Sun and our planet. The continuous auroral disturbances affecting the direction of the compass, widely used in navigation, highlighted fluctuations in the Earth's magnetic field, offering crucial insights into potential connections between electric currents in the upper atmosphere and solar activity. Due to its location near the Arctic auroral zone, Norway proved to be an ideal setting for observations and experimentation. Prominent researchers such as Kristian Birkeland, Carl Størmer, Lars Vegard, Leiv Harang, and Vilhelm Bjerknes dedicated their careers to studying the physical nature of auroral phenomena. It was the English astronomer Richard Christopher Carrington who, in 1859, first realised that these nocturnal displays were directly linked to solar activity. Later, Professor Birkeland undertook a series of expeditions to northern Norway, where he established a network of auroral observatories to collect extensive data on Earth's magnetic field. In 1906, at the University of Oslo, Birkeland demonstrated that the aurora was caused by the Sun. He showed that cathode rays – then described in those terms but now recognised as electrons – emitted by the Sun travelled through space, with some of their trajectories curving under the influence of the Earth's magnetic poles. This established the fundamental connection between the Sun and the Earth, a relationship visibly manifested through the coloured traces that appeared in the sky, marked by sudden movements and flashes.

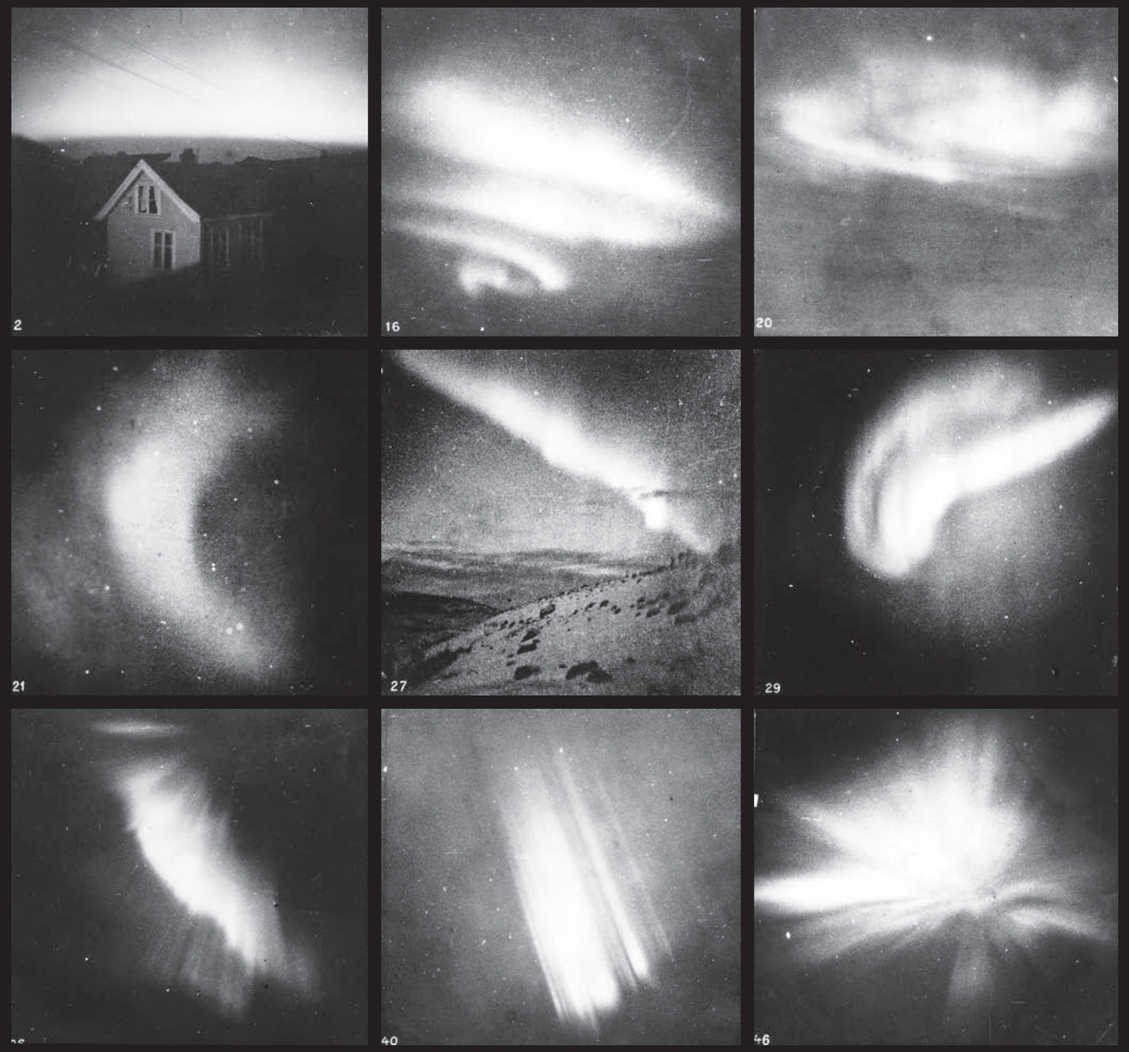
Birkeland's continuous experiments with cathode rays in magnetic fields, particularly through the use of a magnetised sphere or a magnetic dipole, captured the attention of Carl Størmer. The latter shifted the focus of his research from pure mathematics to its application in understanding the nocturnal manifestations of the aurora borealis, specifically by studying the motion of a charged particle within a magnetic field[8].

In parallel with his theoretical calculations, Carl Størmer's strong passion for the art of photography led him to focus on the precise recording of celestial data, and resulted in the creation of an in-depth mapping of auroral phenomena between 1909 and 1957. Størmer developed a visual atlas based on sequences of variable shots lasting a few seconds, which he obtained using special cameras placed at two different stations, connected by telephone. This method allowed him to calculate the altitude of the auroras by developing formulas based on the theoretically possible orbits of charged particles entering the Earth's atmosphere.

His book, *The Polar Aurora*, contains a classification of possible orbits, illustrated by numerous charts[9]. In particular,



Fenomeno aurorale | Auroral phenomenon. Ph. Carl Størmer. Norwegian Museum of Science and Technology, NTM F 000848.



Classificazione dei fenomeni aurorali boreali | Classification of boreal auroral phenomena. Ph. Carl Størmer. Norwegian Museum of Science and Technology, NTM CST 00031.

In particolare, l'autore inserisce i dati attinenti all'osservazione, alle forme, alla misurazione dell'altezza delle aurore, includendo anche innovative riflessioni su quelle illuminate dal Sole e riservando alcuni capitoli allo spettro aurorale, all'emissione di onde ed echi radio. Inoltre, considera la possibilità dell'esistenza di correnti elettriche al di fuori dell'atmosfera terrestre, esamina le prove spettroscopiche di un flusso corpuscolare tra il Sole e la Terra e spiega l'assorbimento della suddetta radiazione nell'atmosfera. Proprio nella prefazione del suo libro, Størmer ha osservato che nel 1909 aveva trovato necessario ottenere più dati sulle aurore per confrontare teoria e osservazione in quanto né i calcoli matematici né le simulazioni di laboratorio erano sufficienti a spiegare in maniera esaustiva tali apparizioni notturne. Si adoperò quindi per sviluppare e applicare un metodo fotografico progettato per determinare in modo rigoroso l'altezza e la posizione dei bagliori. Størmer sollecitò Ole Andreas Krogness, uno degli assistenti di Birkeland, a costruire un'efficace telecamera aurorale, sperimentando tutti i tipi disponibili di lenti e lastre in pellicola. I principali risultati furono ottenuti dall'analisi di un vasto numero di fotografie parallattiche, scattate anche con pose di meno d'un secondo, a partire da sfondi stellari conosciuti.

Accanto all'osservazione notturna diretta, il matematico norvegese trovò i primi integrali delle equazioni del moto di una particella carica che si muove unicamente sotto l'influenza del campo di un dipolo magnetico stazionario, mantenendo la velocità costante. Dai primi integrali fu in grado di trarre preziose e illuminanti interferenze sulla natura delle traiettorie[10]. Le soluzioni complete richiedevano l'integrazione numerica e nel corso di molti anni organizzò tali calcoli, trovando una grande varietà di orbite. Størmer riteneva che il suo lavoro matematico e statistico sulle traiettorie delle particelle promettesse di spiegare molte caratteristiche delle aurore reali e dalle foto d'archivio conservate presso The Norwegian Museum of Science and Technology di Oslo emerge una vera e propria ossessione nel voler comprendere e classificare il fenomeno.

Le interpretazioni fisico-astronomiche e i calcoli matematici vennero anche tradotti in una forma scultorea tridimensionale trasformando i numeri in tracciati materici articolati nello spazio. Størmer illustrò molti dei suoi risultati con modelli e disegni, presenti anche alla Biennale di Istanbul. Per spiegare l'origine delle impalpabili e repentine tracce luminose, si avvalse di una rete di filamenti metallici – strutture in rame avvolte in seta bianca e supportate da stecche di ombrello – che viaggiavano nello spazio e che si irradiavano nelle varie direzioni secondo una formula ben definita. Le sculture tridimensionali illustravano come si comportavano le particelle solari che raggiungevano la Terra il cui campo magnetico intercettava le loro traiettorie deformandole. Si trattava di modelli matematici che simulavano visivamente ciò che effettivamente succede nell'atmosfera prima che si generino le fasce luminose in prossimità dei poli.

Alla luce dell'immenso lavoro di ricerca e sperimentazione, Størmer dedusse che esisteva un grande movimento dinamico delle manifestazioni aurorali durante i periodi di elevata attività solare: la presenza di diverse forme e del loro orientamento nello spazio, le distribuzioni di altezza e intensità erano necessariamente legate ai flussi delle particelle solari che diventavano la fonte principale delle aurore.

I disegni, le fotografie, i modelli fisici, dunque, hanno reso visibile e controllabile l'immateriale contatto tra Sole e Terra con l'obiettivo di catturare la luce cosmica e di fornire forme visibili e tangibili a un pensiero scientifico che va ben oltre la funzione utilitaristica. La nostra attuale conoscenza della posizione delle aurore nella ionosfera è in effetti dovuta quasi interamente alle misurazioni fotografiche e laboratoriali di Størmer e successivamente Vegard[11]; i metodi utilizzati e i risultati da loro ottenuti ampiamente descritti, così come la distribuzione geografica e i metodi di osservazione, fornirono una metodologia scientifica di spiegazione e calcolo del fenomeno aurorale per tutte le generazioni successive.

10 C. Størmer, *Résultats des mesures photogrammetriques de l'altitude de l'aurore boréale à Bossekop aux mois de février et de mars 1910*, Comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris 1911, pp. 1194-1196.

11 P.E. Sandholt, H.C. Carlson, A. Egeland, *Dayside and Polar Cap Aurora*, Kluwer Academic Publishers, New York 2002; H. Kragh, *The Spectrum of the Aurora Borealis. From Enigma to Laboratory Science*, in "Historical Studies in the Natural Sciences", vol. 39, no. 4, autunno | Autumn 2009, pp. 377- 417.

the author included data on the observation, shapes, and measurement of the auroras' height, also offering innovative reflections on those illuminated by the Sun and dedicating several chapters to the auroral spectrum, the emission of radio waves, and echoes. Additionally, he explored the possibility of electric currents existing outside the Earth's atmosphere, examined spectroscopic evidence for a corpuscular flux between the Sun and the Earth, and explained the absorption of the aforementioned radiation in the atmosphere. In the preface to his book, Størmer noted that in 1909 he recognised the need to obtain more data on the auroras in order to compare theory with observation, as neither mathematical calculations nor laboratory simulations were sufficient to fully explain these nocturnal apparitions. He therefore set out to develop and apply a photographic method designed to rigorously determine the height and position of the lights. Størmer urged Ole Andres Krogness, one of Birkeland's assistants, to build an effective auroral camera, experimenting with all available types of lenses and photographic plates. The main results were achieved by analysing a large number of parallactic photographs, even those taken with exposures of less than a second, using known stellar backgrounds as references.

In addition to direct night observation, the Norwegian mathematician derived the first integrals of the equations of motion for a charged particle moving solely under the influence of the field of a stationary magnetic dipole, maintaining a constant speed. From these first integrals, he was able to draw valuable and insightful conclusions about the nature of the trajectories[10]. The complete solutions required numerical integration, and over many years, he organised these calculations, discovering a great variety of orbits. Størmer believed that his mathematical and statistical work on the trajectories of particles held the key to explaining many characteristics of real auroras. The archive photos preserved at The Norwegian Museum of Science and Technology in Oslo reveal a veritable obsession with understanding and classifying the phenomenon.

The physical-astronomical interpretations and mathematical calculations were also translated into a three-dimensional sculptural form, transforming the numbers into material paths articulated in space. Størmer illustrated many of his results with models and drawings, also featured at the Istanbul Biennial. To explain the origin of the impalpable and sudden luminous traces, he employed a series of metal filaments – copper structures wrapped in white silk and supported by umbrella ribs – that extended through space, radiating in various directions according to a well-defined formula. The three-dimensional sculptures illustrated how solar particles behaved as they reached the Earth, with the planet's magnetic field intercepting their trajectories and deforming them. These were mathematical models that visually simulated the actual processes occurring in the atmosphere before the luminous bands are generated near the poles.

In light of this vast work of research and experimentation, Størmer deduced that there was a great dynamic movement of auroral manifestations during periods of high solar activity. The presence of different forms and their orientation in space, as well as the distributions of height and intensity, were necessarily linked to the flows of solar particles that became the main source of auroral phenomena.

The drawings, photographs, and physical models, therefore, made visible and controllable the immaterial contact between the Sun and the Earth, with the aim of capturing cosmic light and providing visible and tangible forms to a scientific thought that goes far beyond the utilitarian function. Our current knowledge of the position of auroral phenomena in the ionosphere is, in fact, due almost entirely to the photographic and laboratory measurements carried out by Størmer and later by Vegard[11]. The methods used and the results obtained by these scientists, described in detail, as well as the geographical distribution and observation methods, provided a scientific methodology for explaining and calculating the auroral phenomenon for all subsequent generations.

Vesper
Rivista di architettura, arti e teoria
Journal of Architecture, Arts & Theory

Vesper è un progetto di | is a project by Pard – Publishing Actions and Research Development / Ir.Ide – Infrastruttura di Ricerca Integral Design Environment
Dipartimento di Culture del progetto – Dipartimento di eccellenza
Università Iuav di Venezia

Direttrice | Editor-in-Chief
Sara Marini, Università Iuav di Venezia

Consiglio editoriale | Editorial Board
Fabrizio Barozzi, Barozzi Veiga
Francesco Bergamo, Università Iuav di Venezia
Felice Cimatti, Università della Calabria
Juan Carlos Dall'Asta, Xi'an Jiaotong-Liverpool University
Dario Gentili, Università degli Studi Roma Tre
Sebastián Irarrázaval, Pontificia Universidad Católica de Chile
Angela Mengoni, Università Iuav di Venezia
Nieves Mestre, Universidad Politécnica de Madrid
Alessandro Orsini, Columbia University
Gundula Rakowitz, Università Iuav di Venezia
Luka Skansi, Politecnico di Milano

Comitato scientifico | Advisory Board
Petar Bojanić, University of Belgrade
Giuliana Bruno, Harvard University
José María Calvo López, Universidad Politécnica de Cartagena
Emanuele Coccia, École des Hautes Études en Sciences Sociales
Michele Cometa, Università degli Studi di Palermo
Giovanni Corbellini, Politecnico di Torino
Giuseppe D'Acunto, Università Iuav di Venezia
Serenella Iovino, University of North Carolina at Chapel Hill
Andreas Kreul, Universität Bremen
Andrew Leach, University of Sydney
Gianfranco Marrone, Università degli Studi di Palermo
Pasquale Miano, Università degli Studi di Napoli Federico II
Inés Moisset, Universidad de Buenos Aires - Conicet
Fiamma Montezemolo, University of California, Davis
Andreas Philippopoulos-Mihalopoulos, University of Westminster
Andrea Pinotti, Università degli Studi di Milano
Marko Pogacnik, Università Iuav di Venezia
Alessandro Rocca, Politecnico di Milano
Eduardo Roig, Universidad Politécnica de Madrid
Annalisa Sacchi, Università Iuav di Venezia
Federico Soriano, Universidad Politécnica de Madrid
Federica Villa, Università degli Studi di Pavia
Mechtild Widrich, School of the Art Institute of Chicago

Redazione | Editorial Staff
Pietro Alfano, Giulia Bersani, Giovanni Carli, Diana Carta, Egidio Cutillo, Giacomo De Caro, Stefano Eger, Simone Lavezzaro, Francesco Maranelli, Elisa Monaci, Andrea Pastorello, Alberto Petracchin, Francesca Rognoni, Riccardo Segradin, Davide Zaupa, Luca Zilio.

Traduzioni | Translations
Laddove non diversamente specificato, tutte le traduzioni dei testi e delle citazioni sono di Just!Venice. | Translations of texts and citations in this journal are by Just!Venice, unless otherwise specified.

Layout grafico | Graphic Layout
bruno, Venezia

Impaginazione | Layout
Redazione Vesper | Vesper Editorial Staff

Caratteri tipografici | Typefaces
Union, Radim Peško, 2006
JJannon, François Rappo, 2019

Editore | Publisher
Quodlibet srl
via Giuseppe e Bartolomeo Mozzi, 23 - 62100 Macerata
www.quodlibet.it

Abbonamento annuo (due numeri) | One Year Subscription (two issues)
Italia | Italy € 25 Estero | International € 50

Per abbonamenti e ulteriori informazioni | For subscriptions and any further information: ordini@quodlibet.it

© Vesper. Rivista di architettura, arti e teoria | Journal of Architecture, Arts & Theory

Periodicità semestrale | Six-monthly Journal

Fondi per la pubblicazione | Publication Funding
Dipartimento di eccellenza 2023-2027 - Finanziamento Mur

Iscrizione al Registro Stampa del Tribunale di Venezia n. 4/2019 del 24/10/2019
Direttore responsabile: Sara Marini

No. 12 | Solar
Primavera | Estate 2025
Spring | Summer 2025

Autori | Authors
Tommaso Bartoloni, *dottorando in Composizione architettonica e urbana*, Università Iuav di Venezia.
Francesca Belloni, *professoressa associata in Composizione architettonica e urbana*, Politecnico di Milano.
Giulia Bersani, *dottoranda in Culture del progetto*, Università Iuav di Venezia.
Silvia Berselli, *ricercatrice in Storia dell'architettura*, Università degli Studi di Parma.
Jacopo Bonat, *dottorando in Ingegneria Civile-ambientale e Architettura*, Università degli Studi di Trieste.
Silvia Camporesi, *fotografa e artista*, Forlì.
Marco Cimillo, *Senior Associate Professor in Architecture*, XJTLU Xi'an Jiaotong-Liverpool University.
Hugo de Almeida Pinho, *artist*, Lisboa.
Agostino De Rosa, *professore ordinario in Disegno*, Università Iuav di Venezia.
Anna Livia Friel, *Research Associate in Architecture*, TU Wien.
Simone Gobbo, *ricercatore in Composizione architettonica e urbana*, Università Iuav di Venezia.
Pierluigi Grandinetti, *già professore ordinario in Composizione architettonica e urbana*, Università Iuav di Venezia.
Inter-, *Architectural Research and Design Studio*, Zürich.
Francesco Jodice, *artista visivo*, Milano.
Andreas Körner, *Assistant Professor in Experimental Architecture*, University of Innsbruck; *Lecturer in Bio-integrated Design*, University College London.
Gabriella Liva, *professoressa associata in Disegno*, Università Iuav di Venezia.
Živilė Mantrimaitė, *Indipendent Researcher*, Vilnius.
Tim Matts, *Writer and Visual Artist*, London-Los Angeles.
Pier Franco Midali, *già sindaco di Viganella*, Verbano-Cusio-Ossola.
Cristina Moraru, *Lecturer in Visual Arts*, National University of the Arts "George Enescu".
Filippo Perfetti, *dottorando in Storia dell'arte, cinema, media audiovisivi e musica*, Università degli Studi di Udine.
Alberto Petracchin, *assegnista di ricerca in Composizione architettonica e urbana*, Università Iuav di Venezia.
Jimmi Pianezzola, *architetto*, Vicenza.
Annamaria Prandi, *Ludens architetti*, Zurigo.
Marco Provinciali, *architetto*, *fondatore Supervoid*, Roma.
Lorenzo Renzullo, *dottorando in Composizione architettonica e urbana*, Università degli Studi di Napoli Federico II.
Sandro Rolla, *Associate Professor in Architecture*, XJTLU Xi'an Jiaotong-Liverpool University.
Valter Scelsi, *professore ordinario in Composizione architettonica e urbana*, Università degli Studi di Genova.
Giovanna Silva, *fotografa*, Milano; *docente*, Isia Urbino.
Studio Other Spaces, *Arts and Architecture Studio*, founded by Ólafur Elíasson and Sebastian Behmann, Berlin.
Vincenzo Valentino, *assegnista di ricerca in Composizione architettonica e urbana*, Università degli Studi di Napoli Federico II.
Andrea Vescovini, *Ludens architetti*, Reggio Emilia.
Matteo Zambon, *dottorando in Ingegneria Civile-ambientale e Architettura*, Università degli Studi di Trieste.
Davide Zaupa, *dottorando in Culture del progetto*, Università Iuav di Venezia.

Tutti i contributi pubblicati sono sottoposti a un procedimento di revisione tra pari (Double-Blind Peer Review) a eccezione dei testi presenti nelle rubriche Citazione, Inserto, Racconti e Ring. | All published contributions are submitted to a Double-Blind Peer Review process except for the sections Quote, Extra, Tales and Ring.

Contatti | Contacts
Per qualsiasi altra informazione | For any further information:
pard.iride@iuav.it | www.iuav.it/vesperrivista | www.iuav.it/vesperjournal

ISBN 978-88-229-2336-3
ISSN 2704-7598

Finito di stampare nel mese di maggio 2025 da | Printed on May 2025 by Tecnostampa srl, Loreto (AN).



Vesper è inserita negli elenchi dell'Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca (Anvur) delle riviste di Classe A nei settori concorsuali *08/D1 - Progettazione architettonica*, *08/F1 - Pianificazione e progettazione urbanistica e territoriale* e *11/C4 - Estetica e filosofia dei linguaggi* e delle riviste scientifiche nelle aree non bibliometriche *08 - Ingegneria civile e Architettura*, *10 - Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche* e *11 - Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche*. | *Vesper* is included into the lists compiled by the Italian National Agency for the Evaluation of Universities and Research Institutes of Class A journals (academic fields for Italian university national recruitment *08/D1 - Architectural Design*, *08/F1 - Urban and Landscape Planning and Design* and *11/C4 - Aesthetics and Philosophy of Languages*) and scientific journals (Italian academic areas *08 - Civil Engineering and Architecture*, *10 - Antiquities, Philology, Literary Studies, Art History* and *11 - History, Philosophy, Pedagogy and Psychology*, with the exception of their bibliometric subfields).

Vesper è inserita nel | is included into the Norwegian Register for Scientific Journals, Series and Publishers redatto da | compiled by National Board of Scholarly Publishing e | and Norwegian Directorate for Higher Education and Skills.

Vesper è indicizzata in | is indexed in SCOPUS, JSTOR, Torrossa e | and EBSCO.

Vesper.
Rivista di architettura, arti e teoria
Journal of Architecture, Arts & Theory

No. 1 | Supervenice
Autunno | Inverno 2019
Fall | Winter 2019

No. 2 | Materia-autore | Author-Matter
Primavera | Estate 2020
Spring | Summer 2020

No. 3 | Nella selva | Wildness
Autunno | Inverno 2020
Fall | Winter 2020

No. 4 | Esili e esodi | Exiles and Exoduses
Primavera | Estate 2021
Spring | Summer 2021

No. 5 | Moby Dick: avventure e scoperte | Moby Dick: Adventures and Discoveries
Autunno | Inverno 2021
Fall | Winter 2021

No. 6 | Magic
Primavera | Estate 2022
Spring | Summer 2022

No. 7 | Cielo | Sky
Autunno | Inverno 2022
Fall | Winter 2022

No. 8 | Vesper
Primavera | Estate 2023
Spring | Summer 2023

No. 9 | L'avversario | The Adversary
Autunno | Inverno 2023
Fall | Winter 2023

No. 10 | Progetto Eden | Eden Project
Primavera | Estate 2024
Spring | Summer 2024

No. 11 | Miserabilia
Autunno | Inverno 2024
Fall | Winter 2024

No. 12 | Solar
Primavera | Estate 2025
Spring | Summer 2025

No. 13 | Giancarlo De Carlo Trajectories
Autunno | Inverno 2025
Fall | Winter 2025

Questo volume è concesso in licenza secondo i termini della Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND 4.0 International License) che permette di scaricare le opere, a patto che si accrediti l'Autore(i), non potendo modificarle in alcun modo o utilizzarle commercialmente. Le immagini o altro materiale di terze parti non è incluso nella licenza Creative Commons della rivista e l'uso non è permesso dalla normativa vigente, o eccede l'uso consentito. Per l'utilizzo si dovrà ottenere il permesso direttamente dal titolare del copyright. | This publication is licensed under a Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND 4.0 International License). This license allows downloading the articles provided that they are properly attributed to their Author(s), without modifying them in any way or using them for commercial purposes. Images and other third parties' material is not included in the Creative Commons license of the Journal and their use is not allowed by current legislation, or exceeds the permitted use. It is necessary to ask permission from copyright holders for the use.