Articolo per IL NUOVO SAGGIATORE
VOL. 39, ANNO 2023, NO. 5-6
La pubblicazione originale è disponibile su http://www.sif.it/riviste

MACCHINE DEL TEMPO
UN VIAGGIO ATTRAVERSO L'UNIVERSO DELL'ASTROFISICA ITALIANA

A quasi un quarto di secolo dalla fondazione, l'Istituto Nazionale di Astrofisica, ente di ricerca pubblico italiano dedicato allo studio dell'Universo, si mette in gioco con una mostra al Palazzo Esposizioni Roma in cui racconta – e si racconta – invitando il pubblico a tuffarsi nelle immense scale cosmiche attraverso un viaggio a ritroso nel tempo. Il filo conduttore di questa esperienza sono i telescopi e gli strumenti sempre più sofisticati dell'astrofisica, vere e proprie "macchine del tempo" con cui, da terra e dallo spazio, si cerca giorno dopo giorno di srotolare la storia "più grande", quella lunga 13,8 miliardi di anni che, dal Big Bang, ha portato alla moltitudine di galassie, stelle e pianeti del cosmo odierno. Una mostra pop, fatta di grandi immagini iconiche, exhibit interattivi, testi accessibili e un tocco retrò che strizza l'occhio agli anni Ottanta.

CLAUDIA MIGNONE 1, FRANCESCA M. ALOISIO 1, CATERINA BOCCATO 1, LIVIA GIACOMINI 1, ALESSIO SCABORO 2

1 Istituto Nazionale di Astrofisica, Italia
2 Pleiadi srl, Vigonza (PD), Italia

1. Il viaggio nell'Universo inizia da te

Nel 1895, H. G. Wells pubblicava *La macchina del tempo*, classico della fantascienza che narra le peripezie di un "viaggiatore" in un lontano futuro post-umano e distopico. Erano anni di grande fermento, sia sul piano sociale che su quello scientifico e tecnologico. Il decennio successivo sarebbe culminato nelle fondamentali pubblicazioni di Hendrik Lorentz e Albert Einstein [1], che hanno cambiato per sempre la percezione dello spazio e del tempo non solo nella fisica, ma anche nell'immaginario collettivo. È a questo concetto di viaggio spazio-temporale – quello dettato dalla causalità, secondo cui l'informazione tra un evento e chi lo osserva non può viaggiare più veloce della luce – che si rifà la mostra *Macchine del tempo – Time machines*, un vasto progetto di *public engagement* a cura dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), che ha aperto le porte alla cittadinanza presso il Palazzo Esposizioni Roma dal 25 novembre 2023 al 24 marzo 2024.

Il tema funge da filo rosso per guidare chi visita la mostra attraverso le immagini di corpi celesti vicini e lontani, raccolte da molteplici telescopi e sonde spaziali, e le scoperte rese possibili dall'analisi di questi dati. Se l'astrofisica gode di un ruolo quasi privilegiato tra le discipline scientifiche, suscitando curiosità e meraviglia in una gran varietà di pubblici, la complessità e vastità dei concetti trattati rendono necessario "contingentare" l'argomento, creando un percorso narrativo e visuale per orientarsi nell'intricato labirinto dell'Universo. La suggestione è dunque quella del viaggio a ritroso nel tempo, nelle parole dell'astronomo e divulgatore statunitense Carl Sagan: "le immense distanze dalle stelle e dalle galassie fanno sì che tutto ciò che vediamo nello spazio, lo vediamo nel passato (...) I telescopi sono macchine del tempo" [2].

In questo senso, macchine del tempo sono tutti gli strumenti che permettono all'umanità di osservare e comprendere il mondo naturale, dal nostro pianeta al cielo, finestra sulla vastità dell'Universo. L'astronomia è una delle scienze più antiche e nasce grazie all'occhio, all'ingegno e alla curiosità umana, primi "dispositivi" che i nostri antenati hanno usato per scrutare il cosmo. Per questo all'ingresso del percorso espositivo si incontra uno specchio, centrando l'esperienza su chi visita la mostra e ricordando come la conoscenza parta sempre da noi stessi.

La conoscenza è un bene comune ed è dovere degli enti di ricerca renderla accessibile a un vasto pubblico. La mostra ha uno spirito pop per stimolare curiosità verso l'astrofisica in diverse fasce di pubblico, strizzando l'occhio agli anni Ottanta e al famoso film *Ritorno al Futuro* di Robert Zemeckis (1985). Questo approccio, con colori vivaci e grafiche pixelate, mira ad avvicinare il mondo dell'astrofisica anche a chi potrebbe non avere (ancora) una conoscenza approfondita dell'Universo. Secondo la definizione di *Open Science*, la diffusione della cultura scientifica deve avvenire non soltanto per quanto riguarda i saperi ma anche i processi stessi della ricerca [3]. Ricalcando questo approccio, l'ambiente anni Ottanta della mostra intende creare un luogo di confronto tra scienza e cittadinanza. La ricerca scientifica, e l'astrofisica non è da meno, vive di confronto e connessione, creando collegamenti tra diversi gruppi per analizzare dati, sviluppare nuovi strumenti e spingersi oltre i limiti attuali della conoscenza. Un processo che, in un certo senso, ricorda quanto avveniva nelle sale gioco degli anni Ottanta, luogo d'incontro dove socializzare e condividere esperienze per superare i livelli dei videogame [4].

2. Costruttori di macchine del tempo

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) nasce nel 1999 come ente pubblico di ricerca italiano dedicato allo studio dell'Universo. Se da un lato è un ente giovane, dall'altro si è formato sul solco di osservatori e istituti che, in tutta Italia, rappresentano eccellenze della ricerca astronomica da oltre due secoli. Un'eccellenza che riguarda le osservazioni del cielo per comprendere la formazione ed evoluzione di pianeti, stelle e galassie che compongono il cosmo, ma anche lo sviluppo tecnologico e la costruzione stessa degli strumenti necessari a queste attività. La scelta del tema della mostra nasce anche dall'esigenza di comunicare questa componente essenziale del lavoro dell'ente. Anche se non possono portarci al ballo "Incanto sotto il mare" come l'intramontabile DeLorean inventata dal Dr. Emmett "Doc" Brown nella celebre saga cinematografica, gli strumenti dell'astrofisica moderna sono a tutti gli effetti delle "macchine del tempo" in grado di trasportarci in un remoto passato, fino all'origine dell'universo, all'indomani del Big Bang, quando le prime stelle e galassie hanno preso forma. Un termine usato anche da chi queste macchine le progetta e costruisce [5].

Le macchine presentate nella mostra sono strumenti dell'ingegno italiano, frutto del lavoro di ricercatrici e ricercatori dell'INAF che, giorno dopo giorno, spingono sempre più avanti i limiti della conoscenza. Per creare un ponte tra l'esperienza quotidiana e questa strumentazione sofisticata, si parte da un'ambientazione familiare. Erba sotto i piedi, sopra la testa un cielo stellato e, con un pizzico di straniamento, una riproduzione del cannocchiale utilizzato da Galileo Galilei oltre 400 anni fa (Figura 1). Uno strumento tangibile, che invita chi visita la mostra a ripetere la sua esperienza. L'*exhibit* offre l'opportunità di vedere Giove e le sue lune come Galilei stesso le osservò nel 1610, creando un ponte tra passato e presente e

avvicinando il pubblico al primo salto qualitativo nella storia dell'astronomia, reso possibile dalla prima “macchina del tempo” che ha potenziato l’occhio umano.
Molto è cambiato dai tempi di Galilei. I telescopi sono cresciuti in dimensione per osservare sorgenti celesti lontanissime, e sono in grado di catturare non solo la luce visibile, percepita dall’occhio umano, ma ogni altra forma di radiazione proveniente dal cosmo, dalle onde radio ai raggi gamma. L’avvento dell’era spaziale ha portato i telescopi nello spazio, sia per scrutare il cosmo da una posizione privilegiata, al di là dell’atmosfera terrestre, che per esplorare direttamente i pianeti e gli altri corpi del Sistema Solare. Recentemente ha avuto inizio l’era dell’astronomia multimessaggera, che affianca a osservazioni su tutto lo spettro elettromagnetico quelle di onde gravitazionali, fluttuazioni nel tessuto spazio-temporale dell’Universo causate da potenti eventi cosmici come la fusione tra buchi neri o stelle di neutroni. Una dopo l’altra, le varie “macchine” fanno la loro comparsa nella mostra attraverso le immagini evocative di alcuni dei più straordinari corpi celesti che ciascuna di esse ha immortalato.

3. Un viaggio a ritroso nella storia dell’Universo

Lo spazio espositivo accompagna chi lo visita attraverso un viaggio nel tempo e nello spazio: un viaggio che parte dalla Terra e, incrociando pianeti, stelle e galassie, arriva a sfiorare i confini dell'Universo, o meglio l'inizio stesso dell'Universo, evidenziando questo connubio inscindibile tra spazio e tempo. L'architettura della mostra divide gli spazi in un percorso che è allo stesso tempo fisico e concettuale, sfruttando il fatto che la luce, con la sua velocità limite, ci permette di osservare oggetti celesti nel loro passato. Una volta intrapreso il viaggio, a Galilei fa da contraltare l’astrofisica e divulgatrice Margherita Hack, le cui parole campeggiano su una parete della mostra, ricordando a chi la visita che “più lontano guardiamo nello spazio, più indietro vediamo nel tempo” [6].

Il percorso si snoda su tre sale. Abbandonata la Terra (Figura 2), a cavallo della luce si inizia a esplorare il nostro vicinato cosmico, il Sistema Solare. Uno dei concetti astronomici più difficili da interiorizzare sono le enormi distanze che ci separano dagli oggetti celesti. Per toccare con mano questo concetto, si propone un modello in scala del Sole, dal diametro di 3,5 metri, ovvero 400 milioni di volte più piccolo rispetto alla realtà (Figura 3). Il modello intende illustrare dove si troverebbero i diversi pianeti secondo queste dimensioni, grazie a una mappa in scala della città di Roma sviluppata per l’occasione secondo un format didattico progettato dal *magazine* dell’ente, EduINAF [7]. I pianeti più interni (Mercurio, Venere e la Terra) si troverebbero tutti su Via Nazionale, la strada in cui si trova il Palazzo, mentre Marte sarebbe poco distante, a circa 500 metri, in Piazza della Repubblica. I pianeti più esterni sono collocati in prossimità di monumenti e altri luoghi speciali della città, come ad esempio Giove a Castel Sant’Angelo oppure Saturno sulla collina di Monte Mario (presso Villa Mellini, antico osservatorio e oggi sede centrale dell’INAF), fino a Nettuno che si trova ad Anagnina, capolinea della linea metropolitana A, a circa 11 chilometri dal Palazzo (Figura 4). Il Sistema Solare ricreato sulla scala di Roma è uno spunto per ripercorrere le tappe principali dell'esplorazione spaziale e scoprire insieme a chi visita la mostra gli ultimi risultati delle missioni spaziali che stanno esplorando pianeti e altri corpi celesti con a bordo strumentazione INAF, per cercare di comprendere i misteri delle nostre origini cosmiche.

La sala dedicata al Sistema Solare include anche una vera e propria sala giochi, con tanto di videogame e flipper ispirati a pianeti, comete e asteroidi (Figura 5). Questa scelta si allaccia

all'atmosfera degli anni Ottanta che sottende l'intera mostra, con l'obiettivo di coinvolgere il pubblico attraverso esperienze interattive e divertenti. Negli anni Ottanta, le sale giochi rappresentavano non solo un passatempo, ma anche un luogo d'incontro, un'esperienza sociale e di intrattenimento. Introdurre una sala giochi all'interno della mostra è un omaggio a quell'epoca, fornendo un collegamento nostalgico per chi ha vissuto quegli anni e offrendo al pubblico più giovane l'opportunità di sperimentare quella cultura. Videogame e flipper consentono di partecipare attivamente alla mostra, attuando un legame ludico tra l'astrofisica e l'esperienza personale e riducendo così l'intimidazione che a volte è associata alla comprensione di concetti scientifici complessi.

Per l'occasione, il gruppo INAF Play Coding dedicato alla didattica innovativa ha sviluppato tre videogiochi ispirati a classici dell'era "arcade", reinterpretati in chiave astronomica e realizzati ex novo usando l'ambiente di programmazione Scratch [8]. Asteronoid è una rivisitazione del classico Arkanoid, in cui si fa rimbalzare una pallina per distruggere un muro di mattoni: i mattoni sono stati trasformati in asteroidi, che si possono distruggere con uno, due o tre colpi a seconda della loro composizione chimica. Astro-Pacman ambienta il classico Pacman tra le stelle della Via Lattea, con tanto di buchi neri, supernove e cunicoli spazio-temporali. Planetris, infine, si ispira al famoso Tetris, svelando a chi completa ogni livello l'immagine di un diverso pianeta del Sistema Solare. I tre giochi sono disponibili anche online, sul sito INAF Play, dove saranno accompagnati da attività didattiche su come usare Scratch per programmare videogiochi come questi [9].

Dal Sole, la cui luce impiega ben otto minuti a percorrere i 150 milioni di chilometri che lo separano dalla Terra, parte una "linea del tempo" sul pavimento che guida chi fruisce della mostra attraverso la sala successiva: una fuga prospettica attraverso il cosmo (Figura 6). Passando per i pianeti extrasolari, il più vicino dei quali si trova a 4,2 anni luce dalla Terra, il viaggio prosegue tra le stelle della nostra galassia, la Via Lattea, che vediamo come erano centinaia, migliaia o decine di migliaia di anni fa. E ancora verso le galassie vicine e lontane, fino milioni e addirittura miliardi di anni fa, abbracciando le immense scale cosmiche che le "macchine del tempo" dell'astrofisica contemporanea cercano di afferrare, fino agli albori dell'Universo. Alcune tra le più emblematiche immagini astronomiche si trasformano qui in grandi scenografie fatte di luci, suoni e colori, per suscitare un coinvolgimento emotivo e rendere l'esperienza memorabile nel tempo. Dopo aver percorso in lungo e in largo l'Universo e i suoi 13,8 miliardi di anni di storia, l'ultima sala propone un "ritorno al futuro" per rendere omaggio alla storia degli osservatori astronomici italiani, di cui l'INAF eredita il ricco patrimonio.

4. Un'esperienza totale

La mostra *Macchine del Tempo* offre al pubblico la conoscenza di contenuti astronomici, ma anche la possibilità di esplorare attivamente e apprendere attraverso il coinvolgimento diretto. Secondo una filosofia quasi montessoriana, dove l'esperienza di apprendimento è basata sull'azione diretta, la mostra integra *exhibit* che invitano a compiere azioni, a giocare e a interagire con la mostra stessa. Accanto alla evocativa mappa della Via Lattea realizzata dal telescopio spaziale Gaia, per esempio, si trova una riproduzione in scala del satellite da toccare con mano e "guidare" attraverso un joystick nella scansione del cielo, che si illumina a seconda dei comandi forniti fino a coprire l'intera galassia. Il senso del tatto aggiunge un livello di connessione fisica con l'oggetto astronomico, permettendo di sperimentare in modo

più diretto la grandezza e la complessità di questa macchina spaziale. L'interazione contribuisce anche a suscitare stupore nel rivivere l'esperienza di chi ha per la prima volta analizzato i dati di Gaia per costruire la più precisa mappa tridimensionale della Via Lattea. Analogamente, grazie alla realtà virtuale, si possono anche visitare alcuni dei principali telescopi italiani entrando nella sala di controllo per scoprire come queste "macchine del tempo" scrutano il cielo affrontando alcuni dei misteri ancora aperti sull'Universo, oppure esplorare oggetti celesti come pianeti, comete e galassie sfogliando riproduzioni digitali degli atlanti celesti custoditi negli archivi storici dei musei INAF.

L'ambiente prestigioso del Palazzo Esposizioni Roma, rinomato per le mostre d'arte e fotografia, ha ispirato la creazione di una parete, nell'ultima sala, che ospita splendide immagini astronomiche con una disposizione simile a quella delle grandi gallerie d'arte del passato, come quella presente al Louvre (Figura 7). La varietà di dimensioni e colori delle immagini è stata studiata appositamente per impressionare e catturare l'attenzione, creando un impatto visivo significativo. Dal lato opposto della stessa sala, lunghissime strisce di pellicola fotografica ripercorrono due secoli di storia delle osservazioni astronomiche di tre oggetti emblematici – Marte, il Sole e la Nebulosa di Orione – realizzate da "macchine" sempre più precise, che hanno permesso di avvicinarsi sempre più a questi corpi celesti per cercare di carpirne i segreti (Figura 8). Scelte, entrambe, che connettono il mondo dell'astrofisica con quello dell'arte, volte a suscitare meraviglia ma anche a trasmettere l'idea che la scienza e l'astronomia possano essere considerate forme d'arte, con l'Universo come soggetto principale.

Come da *mission* dell'INAF, che già dal primo articolo del proprio statuto si pone non solo il compito di "svolgere, promuovere e valorizzare la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica e di valorizzarne le applicazioni interdisciplinari", ma anche "di diffonderne e divulgarne i relativi risultati" [10], *Macchine del Tempo* è un progetto ben più grande del solo percorso espositivo. Comprende infatti un fitto programma di eventi per tutta la durata della mostra, con conferenze pubbliche, aperitivi scientifici e spettacoli, dal teatro di improvvisazione al Poetry Slam. La mostra è accompagnata anche da attività didattiche per famiglie e scuole di ogni ordine e grado, tra cui i laboratori "Astri nascenti" (per bambine e bambini da 3 a 6 anni), "Universi paralleli" (per le scuole dell'infanzia e primaria) e i cicli "Cieli di stelle" e "L'Universo a portata di mano" (per ragazzi e ragazze da 7 a 11 anni). Per le scuole secondarie, sono previste visite guidate a cura di giovani ricercatrici e ricercatori in fisica, astronomia e materie affini. È inoltre presente un'installazione dedicata al pubblico più giovane presso l'Atelier di Palazzo Esposizioni, dove esplorare la struttura tridimensionale delle costellazioni e le fasi lunari attraverso diversi punti di vista che mettono alla prova il nostro approccio alla conoscenza del mondo e dell'Universo [11].

Bibliografia

[1] Lorentz, H. A. (1904). *"Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light"*. Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. 6: 809–831; Einstein, A. (1905) "*Zur Elektrodynamik bewegter Körper"*. Annalen der Physik, 322 (10): 891–921,
[2] Sagan, C. (1994). *"Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space"*. 1st edition, New York, Random House.

[3] UNESCO, Canadian Commission for UNESCO (2022). *"An introduction to the UNESCO Recommendation on Open Science"*. Paris, UNESCO
[4] Aloisio, F., et al. (2023). *"Macchine del Tempo/Time Machines Concept per la realizzazione di una grande mostra INAF nella città di Roma"*. INAF Technical Reports - Rapporti Tecnici INAF
[5] Coero Borga, D. (2016). *"Costruendo la macchina del tempo. Shared Sky: a Genova in mostra l'universo degli aborigeni"*. Il Manifesto.
[6] Hack, M., Ferreri, W., Cossard, G. (2012). *"Il lungo racconto dell'origine. I grandi miti e le teorie con cui l'umanità ha spiegato l'Universo"*. Dalai editore, Milano.
[7] Giacomini, L., et al. (2021) *"Costruisci il Sistema Solare in Scala sulla tua città: un laboratorio divulgativo della serie INAF Online Lab"*. INAF Technical Reports - Rapporti Tecnici INAF
[8] Resnick, M., et al. (2009). *"Scratch: programming for all"*. Communications of the ACM, Volume 52, Issue 11, pp 60–67
[9] Bandiera, R., Olmi, B., Sandri, M., (2023). *"Astro Arcade"*. https://play.inaf.it/astro-arcade/
[10] Statuto dell'INAF (2018). http://www.inaf.it/it/amministrazione-trasparente/disposizioni-generali/atti-generali/statuto
[11] Programma completo delle visite e laboratori didattici alla mostra: https://www.palazzoesposizioni.it/pagine/visite-e-laboratori-macchine-del-tempo

Biografie

Claudia Mignone.
Astrofisica e divulgatrice scientifica, è tecnologo presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica, dove scrive per le testate giornalistiche dell'ente e sviluppa risorse, contenuti e attività per la didattica innovativa e inclusiva dell'astronomia. In passato ha lavorato per la comunicazione delle missioni scientifiche dell'Agenzia spaziale europea (ESA).

Francesca M. Aloisio.
Tecnologo in forze presso la Struttura per la Comunicazione dell'Istituto Nazionale di Astrofisica, per la quale coordina la partecipazione dell'ente a Festival e grandi eventi.

Caterina Boccato.
Astronoma con oltre vent'anni di esperienza nel campo della comunicazione della scienza. Primo tecnologo all'Istituto Nazionale di Astrofisica, dove attualmente ricopre il ruolo di Responsabile della Didattica e Divulgazione.

Livia Giacomini.
Astrofisica e giornalista scientifica, è tecnologo all'Istituto Nazionale di Astrofisica dove è direttrice responsabile di EduINAF, la rivista dell'ente dedicata alla didattica e alla divulgazione. Ricopre il ruolo di Direttrice di AstroEDU, la piattaforma internazionale di risorse didattiche *peer-reviewed* della International Astronomical Union ed è stata eletta nell'Executive Board della Europlanet Society.

Alessio Scaboro.
Astrofisico, divulgatore scientifico, progettista di mostre e musei, direttore scientifico e creativo di Pleiadi, MU-CH il Museo della Chimica e Children's Museum Verona. È

co-fondatore del Gruppo Pleiadi scs, società specializzata nella divulgazione scientifica e nell’erogazione di servizi educativi museali e scolastici, di cui ricopre la carica di Presidente.

Figure



Figura 1
Macchine del tempo - Cannocchiale.JPG
Una riproduzione del cannocchiale di Galilei, all’inizio del percorso espositivo della mostra *Macchine del Tempo – Time Machines* presso il Palazzo Esposizioni Roma. Crediti: INAF/P. Soletta



Figura 2

Macchine del Tempo - Geoide.jpg

All’inizio del viaggio, chi visita la mostra si lascia la Terra alle spalle, uscendo da una riproduzione 3D del geoide, per poi partire alla scoperta dell’Universo grazie alla velocità della luce e ai telescopi che scrutano il cosmo. Crediti: INAF/P. Soletta



Figura 3

Macchine del Tempo - Sala Sistema Solare.jpg

La sala dedicata al Sistema Solare, con il modello in scala del Sole dal diametro di 3,5 metri (visibile nell'angolo in alto a sinistra) e le orbite dei pianeti in scala sulla pianta di Roma.
Crediti: INAF/C. Mignone

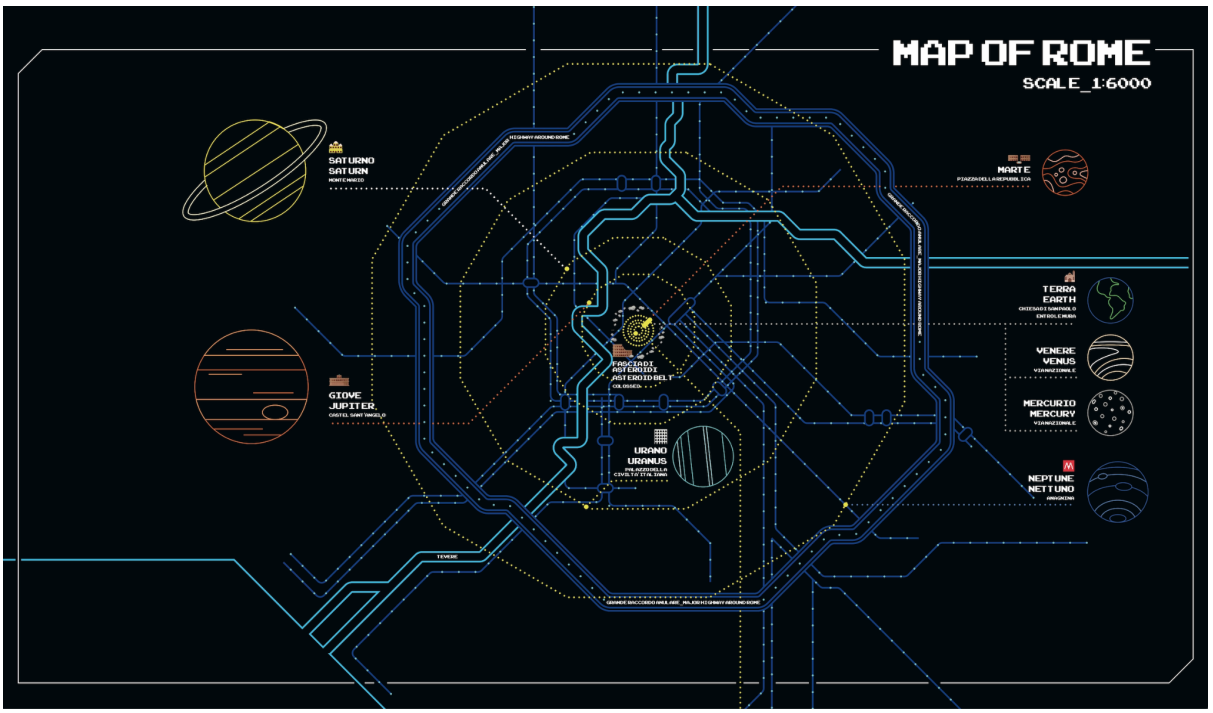

Figura 4

Macchine del Tempo - Mappa Roma Sistema Solare.jpg

Il Sistema Solare in scala 1:400.000.000 confrontato con le posizioni di alcuni monumenti e luoghi iconici della città di Roma. Crediti: INAF/Pleiadi



Figura 5

Macchine del Tempo - Arcade.jpg

L’area “arcade” con flipper e videogiochi. Crediti: INAF/P. Soletta



Figura 6

Macchine del Tempo - Sala prospettiva cosmica.jpg

Dalla Via Lattea all’inizio dell’Universo: fuga prospettica attraverso le scale cosmiche.

Crediti: Azienda Speciale PalaExpo / Claudia Gori



Figura 7

Macchine del Tempo - Parete Galleria Arte.jpg

La parete che ricorda le grandi gallerie d’arte del passato. Crediti: Azienda Speciale PalaExpo / Claudia Gori



Figura 8

Macchine del Tempo - Parete Fotografia.jpg

Immagini astronomiche di Marte (sinistra), Sole (centro) e la Nebulosa di Orione (destra) dai disegni delle osservazioni al telescopio realizzati a mano nell'Ottocento alle fotografie di metà Novecento, fino alle immagini odierne. In primo piano, una postazione per la realtà virtuale. Crediti: INAF/P. Soletta