

DRAGONFLY

Un drone su Titano



Dragonfly

Thomas Alva Edison

Unità Naturali di Planck

68

2026

PROPRIETÀ:

A.P.S. "Il C.O.S.Mo" (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena)

C.F.:94144450361

RESPONSABILE:

Davide Borghi

REDAZIONE:

a cura del Consiglio Direttivo

SITO INTERNET:

www.ilcosmo.net

CONTATTI:

info@cosmo.net

COSTO:

Gratuito sul WEB

CONSIGLIO DIRETTIVO:

Leonardo Avella

Davide Borghi

Luigi Borghi

Roberto Castagnetti

Ciro Sacchetti

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati.

È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo".

La diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici.

SOMMARIO**IN QUESTO NUMERO:****ESPLORAZIONE DEL SISTEMA SOLARE****Dragonfly**

Volando tra le dune di un mondo dalle piogge di metano, un drone andrà a caccia dell'alba della vita

di Luigi Borghi.....pag. [5](#)

GRANDI PERSONAGGI**Thomas Alva Edison**

L'uomo che illuminò il mondo senza poter sentire il canto degli uccelli

di Davide Borghi.....pag. [22](#)

FISICA**Unità Naturali di Planck**

Sulle orme di Susskind: le unità naturali e i confini del paesaggio cosmico

di Antonio Melandri.....pag. [41](#)

GLI EVENTI DEL C.O.S.Mo

L'elenco dei prossimi eventipag. [44](#)

IN COPERTINA

Dragonfly in volo nei cieli di Titano. (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben)





Attorno alla Luna e nella spessa atmosfera di Titano

Stavolta ci siamo. Pochi giorni dopo la pubblicazione di questo numero, la missione Artemis II lancerà delle persone di nuovo verso la Luna, più di mezzo secolo dopo l'ultima volta, che è stata nel dicembre 1972 con Apollo XVII, l'ultima missione Apollo. Questa missione sarà però più simile a quella dell'Apollo VIII del dicembre 1968: orbita lunare e rientro a Terra. La prima volta dal 1972 che il genere umano si avventura oltre l'orbita della Stazione Spaziale Internazionale o di quella cinese, la Tiangong, che passano sopra le nostre teste a poco più di quattrocento chilometri di altezza. Stavolta si va a trecentottanta mila chilometri. Parliamo di mille volte più lontano! Contiamo di raccontarvi di Artemis II e, nei prossimi anni, di quelle seguenti col ritorno sulla Luna, stavolta al Polo Sud, nei prossimi numeri di questa rivista.

In questo numero andiamo intanto ancora più lontano: là dove una sonda europea è in realtà già arrivata, posandosi sul suolo ghiacciato di Titano. All'epoca era la sonda ESA Huygens, della missione Cassini. Stavolta parliamo di un ritorno su quel lontano corpo celeste con **Dragonfly**, un sofisticato drone che volerà in quella spessa atmosfera (1,5 bar di pressione, densità dell'aria quasi 5 volte quella dell'atmosfera terrestre).

Poi torniamo indietro nel tempo per scoprire la vita e le (innumerevoli) invenzioni di un personaggio noto perlopiù superficialmente: **Thomas Edison**, con i suoi difetti, le sue doti e la tecnologia che ci ha lasciato in eredità. E scopriremo che, al di là del nome e della fama, non lo conoscevamo così bene.

Infine, trattiamo delle unità naturali e i confini del paesaggio cosmico, con il contributo del grande **Max Planck**, fisico tedesco che, ormai più di un secolo fa, ha dato inizio alla Fisica Quantistica, teoria ormai conosciuta molto bene, la cui comprensione permette infatti il funzionamento dei dispositivi elettronici che abbiamo in tasca, dei reattori nucleari, degli ordigni atomici e delle stelle, fra le altre cose.

Per i prossimi eventi della nostra associazione non perdetevi le **4 conferenze del ciclo "un altro equinozio co Il COSMo"**: i primi 4 martedì di Marzo trattiamo: **"Il lato Oscuro del Sistema Solare"**, **"le sonde Voyager"**, **"Musica: la matematica delle emozioni"**, **"il meccanismo di Antikythera"**. Come sempre sono argomenti nuovi ogni volta.

Sabato 11 Aprile abbiamo il **lancio razzi con ACME** al Punto Lettura di Baggiovara.

E, importante, **domenica 17 Maggio organizziamo il Festival della Scienza di San Prospero** alla rinnovata Villa Tusini. La nostra associazione Il COSMo, con la collaborazione delle associazioni REA (Reggio Emilia Astronomia) e ACME, terrà infatti la seconda edizione del Festival della Scienza con conferenze, stand a tema scientifico e di esplorazione spaziale, dibattiti, osservazione del Sole con telescopi solari e del cielo notturno con telescopi. Ci sarà anche la band musicale **MTV Noon** che si esibirà con **brani musicali a tema spaziale**, ci saranno giochi da tavolo a tema scientifico, in particolare di fisica quantistica, ci saranno elementi di costruzione e lancio di razzi.

Infine il weekend successivo (venerdì 22, sabato 23 e domenica 24 Maggio) avremo il nostro stand alla **fiera PLAY** a Bologna.

Trovate tutti i dettagli sui nostri eventi, come sempre, nelle pagine finali di questo numero e continuamente aggiornati sul nostro sito.

Non vi voglio intrattenere oltre: buona lettura, e buona esplorazione.

Il Presidente

Davide Borghi

davide.borghi@ilcosmo.net



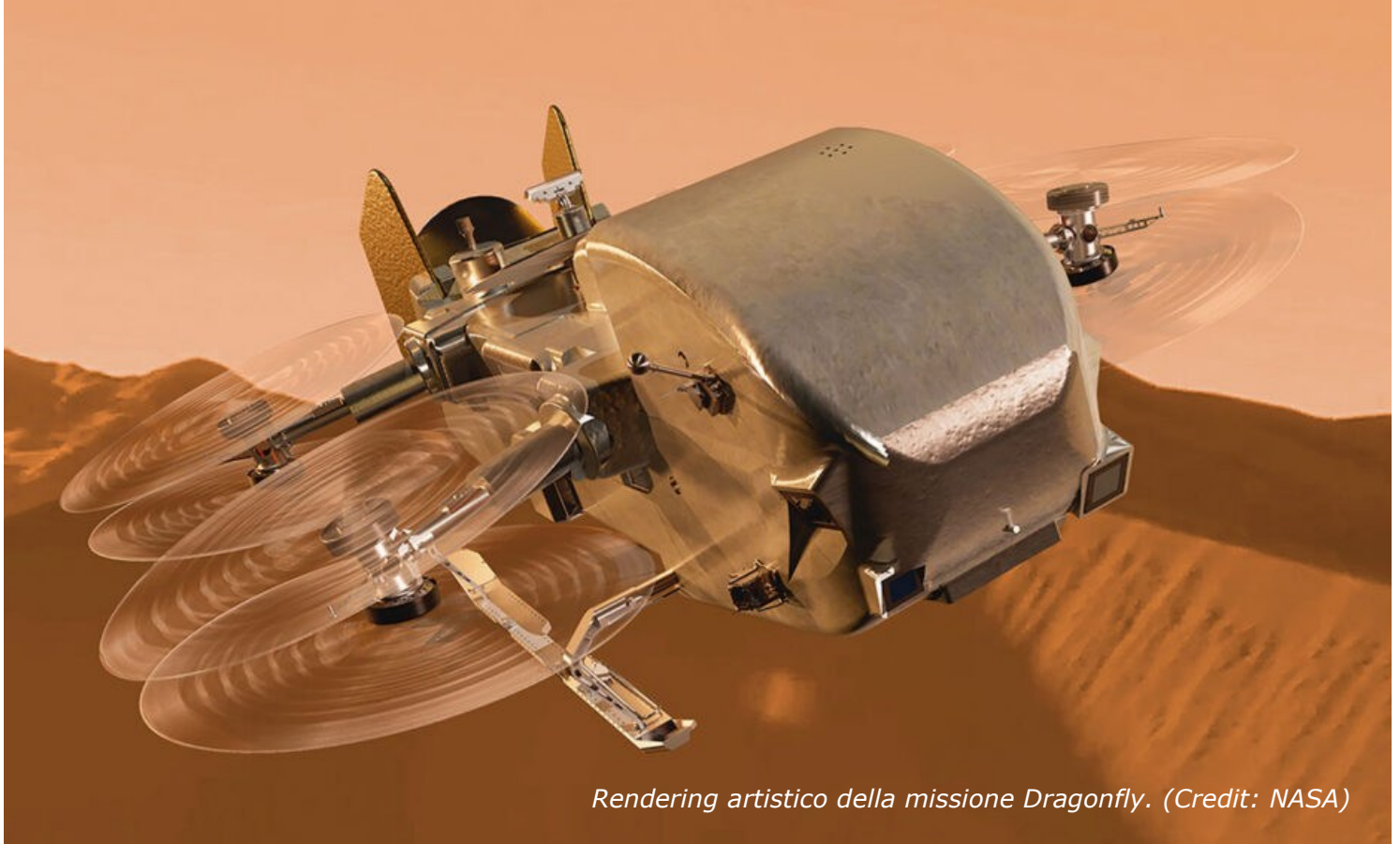
Aspettando Artemis II

Credit: NASA/Sam Lott

DRAGONFLY

Volando tra le dune di un mondo dalle piogge di metano, un drone andrà a caccia dell'alba della vita

di Luigi Borghi



Rendering artistico della missione Dragonfly. (Credit: NASA)

Le missioni come *Dragonfly* rappresentano una delle espressioni più pure dell'esplorazione scientifica: non cercano lo spettacolo, né promettono risultati immediati da mostrare al pubblico, ma puntano a generare conoscenza profonda e duratura.

A differenza delle imprese più appariscenti — come il ritorno dell'uomo sulla Luna o le future missioni umane su Marte, le missioni robotiche di ricerca pura nello spazio profondo hanno un ritorno di immagine modesto nell'immediato, mentre i loro contributi si misurano su scale di decenni: nuove scoperte, modelli più avanzati sull'origine della vita, e tecnologie spin-off che maturano silenziosamente nel tempo.

Proprio per questo, però, queste missioni soffrono

spesso di finanziamenti discontinui.

Nel caso della NASA, il cambio di amministrazione alla Casa Bianca può tradursi in priorità diverse e in tagli che mettono a rischio programmi fondamentali, rendendo l'esplorazione scientifica uno dei settori più vulnerabili alle oscillazioni politiche nonostante il suo enorme valore strategico e culturale.

1. OVERVIEW DELLA MISSIONE

La missione **Dragonfly (libellula)** della NASA rappresenta una delle più ambiziose e affascinanti avventure dell'esplorazione spaziale contemporanea.

Si tratta di un velivolo a otto rotori, simile a un grande drone (figura 1.1), progettato per volare sulla superficie di **Titano**, la più grande luna di Sa-

turno, caratterizzata da un'atmosfera densa e da paesaggi dominati da dune, laghi e mari di idrocarburi.



Figura 1.1: immagine artistica di Dragonfly in volo. (Credit: NASA)

Con il lancio previsto nel **2028**, che probabilmente avverrà a bordo di un Falcon Heavy, e l'arrivo stimato nel **2034**, Dragonfly segnerà la prima volta che un veicolo aereo sarà impiegato per **condurre indagini scientifiche autonomamente su un altro corpo celeste**, aprendo nuove prospettive nello studio dell'abitabilità e dei processi chimici prebiotici.

Infatti, l'elicottero **Ingenuity** che ha volato su Marte, fu il primo manufatto a volare autonomamente su un altro corpo celeste, ma era a tutti gli effetti un "gregario" di **Perseverance**, il rover marziano della NASA.

L'obiettivo principale della missione è quello di esplorare diversi siti di interesse geologico e astrobiologico, tra cui il **cratere Selk** e le vaste distese di dune, raccogliendo dati sulla composizione chimica e sulla dinamica atmosferica di Titano.

Grazie alla sua capacità di spostarsi da un luogo all'altro, Dragonfly potrà effettuare osservazioni ripetute e mirate, superando i limiti delle sonde statiche o dei rover su ruote e offrendo una visione più completa della complessità di questo mondo lontano.

Cercherò di porre particolare attenzione allo stato attuale del progetto, che ha già raggiunto importanti traguardi nello sviluppo e nei test di volo. Descriverò, per quanto mi sarà possibile, i principali stru-

menti di bordo, come il **Dragonfly Mass Spectrometer (DraMS)** per l'analisi chimica, il **Gamma-Ray and Neutron Spectrometer (DraGNS)** per lo studio della composizione del suolo, il pacchetto **DraGMet** dedicato alle misurazioni meteorologiche e geofisiche, e il sistema di telecamere **DragonCam** per la documentazione visiva.

Questo approfondimento non si limita a raccontare la missione come un'impresa tecnologica, ma la presenta come un passo fondamentale nella ricerca delle origini della vita e della comprensione dei processi che rendono alcuni ambienti extraterrestri potenzialmente abitabili.

Come ci arriverà su Titano? Traiettoria di crociera

La finestra di lancio principale per la missione Dragonfly, come abbiamo detto, sarà nel 2028, con arrivo a metà del 2034. Queste date possono essere soggette a modifiche.

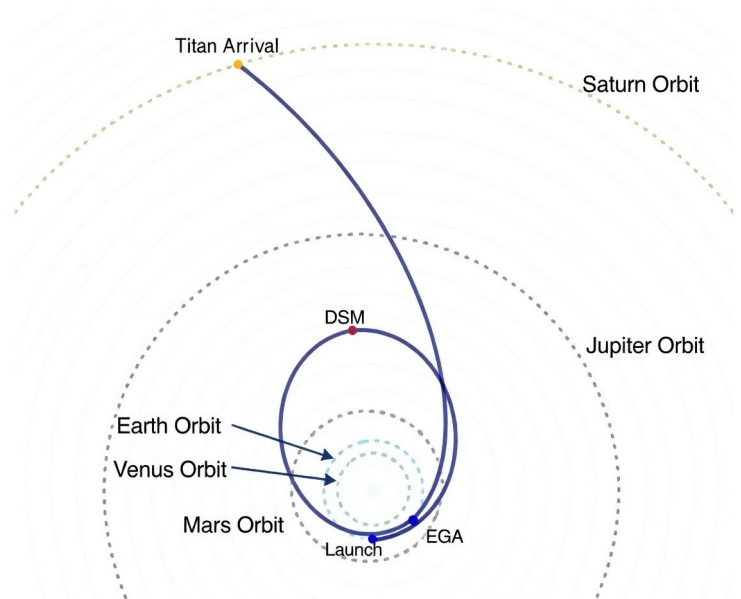


Figura 1.2: La probabile traiettoria di trasferimento su Titano. (Credit: NASA)

La traiettoria della missione non è stata ancora definita. L'attuale opzione di traiettoria teorica prevede l'utilizzo di un flyby della Terra e di una manovra nello spazio profondo (**Deep Space Maneuver - DSM**) per ottenere una traiettoria di crociera adatta verso Titano, come mostrato nella Figura 1.2. L'assistenza gravitazionale consiste nell'utilizzare l'orbita e la gravità di un pianeta per modificare la traiet-

toria e la velocità di un veicolo spaziale e viene in genere implementata per risparmiare propellente o consentire missioni a lunga distanza entro i limiti dei carichi di propellente disponibili.

È importante sottolineare che la missione sarebbe progettata per garantire che, durante una manovra di assistenza gravitazionale terrestre (**EGA**), la sonda mantenga un'altitudine di almeno 450 km (280 miglia) dalla Terra e che la probabilità di un rientro involontario sulla Terra sia inferiore a 1 su 1.000.000.

Il sistema di atterraggio su TITANO

In figura 1.3. è rappresentato tutto l'hardware che arriverà su Titano.

Il veicolo di ingresso conterrà i sistemi che penetrano nell'atmosfera di Titano e che trasportano il veicolo al sito di atterraggio designato sulla superficie di Titano.

Il sistema di ingresso è costituito dal gruppo **EDL (Entry, Descent, and Landing)** con al suo interno il lander (cioè Dragonfly).

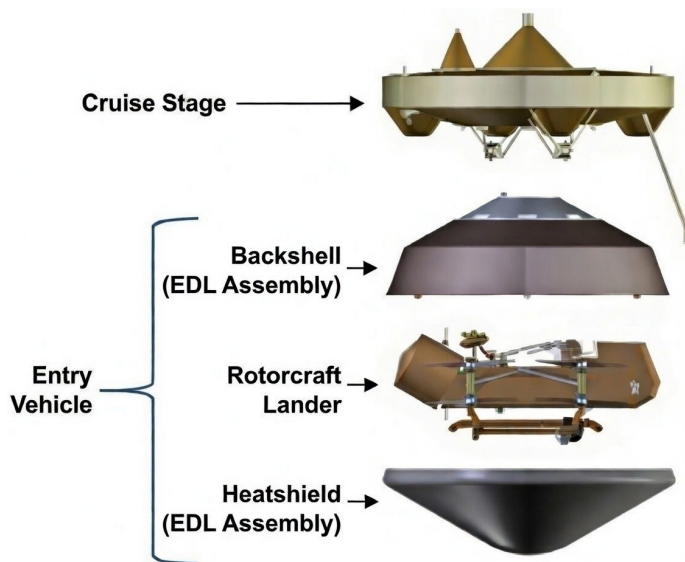


Figura 1.3: Il sistema di ingresso in atmosfera. (Credit: NASA)

Il gruppo EDL è composto dall'aero-guscio che include uno scudo termico come sistema di protezione termica, un guscio posteriore che ospita il sistema di decelerazione del paracadute, un'antenna a basso guadagno e i sistemi di separazione.

Il gruppo EDL protegge il lander durante l'ingresso e la discesa atmosferica e lo trasporta a un punto di rilascio specifico a circa 1,2 km sopra la superficie di Titano.

A quel punto il lander si stacca dal guscio posteriore e **utilizza il suo sistema di volo per atterrare in sicurezza sulla superficie (vedi figura 1.4.)**.

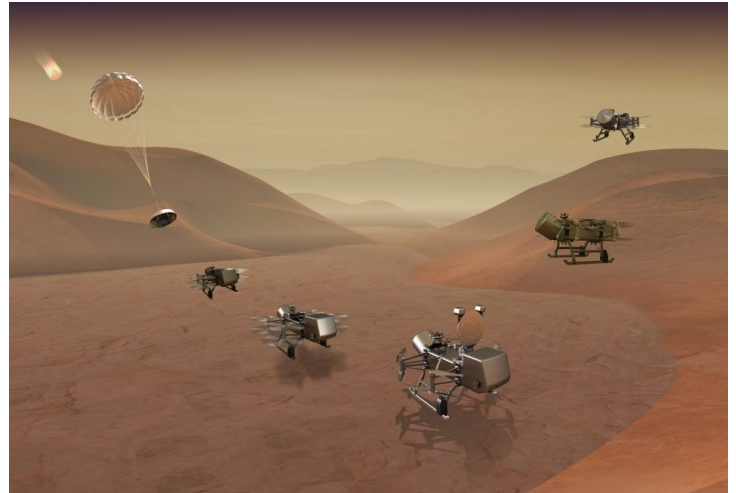


Figura 1.4: Arrivo al suolo con la sua capacità di volo. (Credit: NASA)

Garantire un ingresso sicuro

Gli ingegneri della Lockheed Martin di Denver hanno superato la prima serie di importanti traguardi per l'aeroshell di volo, compiendo un grande passo avanti verso la garanzia che l'involucro che proteggerà Dragonfly al suo arrivo su Titano possa resistere agli estremi carichi termici e strutturali di un impatto atmosferico balistico (Figura 1.5).



Figura 1.5: Lo scudo termico. (Credit: Lockheed Martin)

Questo include la fabbricazione, la polimerizzazione e i test del ciclo termico delle strutture dello scudo termico e del guscio posteriore dell'*aeroshell*, con una campagna di test statici e l'installazione del sistema di protezione termica a seguire.

2. OBIETTIVI DELLA MISSIONE

La missione Dragonfly della NASA punta ai misteri di Titano

In figura 2.1. Rappresentazione artistica della sonda Dragonfly della NASA sulla superficie di Titano. Il velivolo, delle dimensioni di un'auto, sarà equipaggiato per caratterizzare l'abitabilità dell'ambiente di Titano, studiare l'evoluzione della chimica prebiotica in un ambiente in cui materiali ricchi di carbonio e acqua liquida potrebbero essersi mescolati per un periodo prolungato, e persino cercare indicazioni chimiche sull'esistenza di forme di vita basate sull'acqua o sugli idrocarburi.

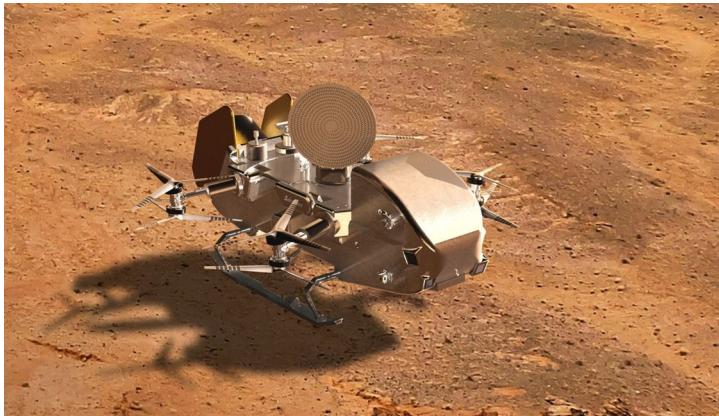


Figura 2.1: Dragonfly sulla superficie di Titano. (Credit: NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben)

Titano è un mondo ghiacciato la cui superficie è quasi completamente oscurata da un'atmosfera dorata e nebbiosa.

È la seconda luna più grande del nostro sistema solare. Solo la luna di Giove, Ganimede, è più grande, solo del 2%.

Titano è più grande della luna terrestre e persino più grande del pianeta Mercurio.

Questa gigantesca luna è l'unica del sistema solare con un'atmosfera densa, ed è l'unico mondo oltre alla Terra ad avere corpi idrici stagnanti, tra cui fiumi, laghi e mari, sulla sua superficie.

Come la Terra, l'atmosfera di Titano è composta principalmente da azoto (95% contro il 78% terrestre). Il resto è quasi tutto metano. È l'unico altro luogo del sistema solare noto ad avere un ciclo simile a quello terrestre: i liquidi piovono dalle nuvole, scorrono sulla sua superficie, riempiono laghi e mari ed evaporano nuovamente nel cielo (simile al ciclo dell'acqua terrestre). Si pensa anche che Titano abbia un oceano d'acqua sotterraneo.

La figura 2.2. rappresenta un modello basato sui **dati della missione Cassini-Huygens** della presunta struttura interna di Titano e suggerisce che abbia cinque strati principali. Lo strato più interno è un nucleo di roccia (in particolare, roccia silicatica contenente acqua) di circa 4.000 chilometri di diametro. Intorno al nucleo c'è un guscio di ghiaccio d'acqua, un tipo speciale chiamato **ghiaccio VI** che si trova solo a pressioni estremamente elevate. Il ghiaccio ad alta pressione è circondato da uno strato di acqua liquida salata, sopra il quale si trova una crosta esterna di ghiaccio d'acqua. Questa superficie è ricoperta di molecole organiche che sono piovute o si sono depositate dall'atmosfera sotto forma di sabbia e liquidi. La superficie è poi avvolta dalla densa atmosfera.

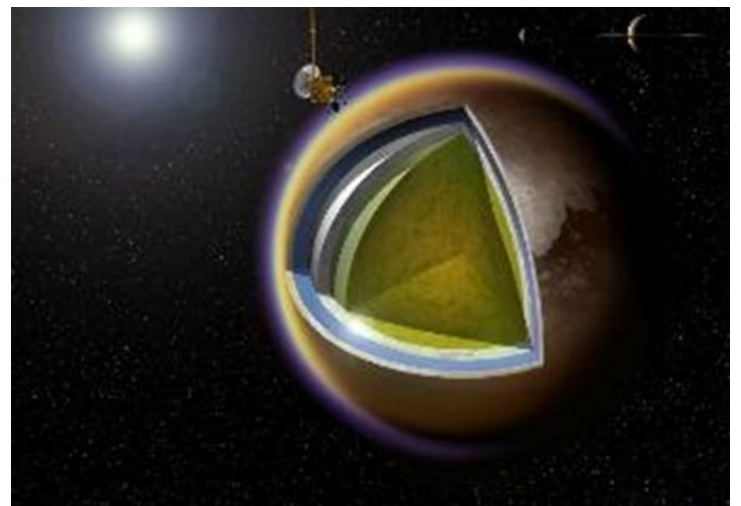


Figura 2.2: La struttura interna a "cipolla" di Titano. (Image credit: A. D. Fortes/UCL/STFC)

Titano ha una rotazione sincrona con la sua orbita attorno a Saturno, come la Luna intorno alla Terra. **Un "giorno" su Titano dura ~ 15,94 giorni terrestri (8 di notte e 8 di giorno).**

La notte, quindi, segue lo stesso ritmo: circa metà di quel periodo sarà "notte".

Ad essere più precisi, durante la notte di Titano, Saturno appare enorme nel cielo (circa 10-11 gradi di diametro apparente), molto più grande della Luna vista dalla Terra, circa un migliaio di volte. La sua magnitudine apparente è stimata intorno a -12 o -13.

Le "eclissi/occultazioni" dovute a Saturno si verificano solo durante determinate stagioni — non sempre, non ad ogni orbita — quindi non sono parte del ciclo regolare giorno-notte, ma eventi aggiuntivi che capitano solo alcuni mesi ogni 14-15 anni.

Occorre ricordare che la luce solare che raggiunge Titano è già molto debole (circa 100 volte meno intensa rispetto alla Terra) poiché Titano è molto distante dal Sole. Inoltre, l'atmosfera estremamente densa di Titano rende sia il "giorno" che la notevole luce riflessa da Saturno durante la notte di **"Saturno pieno"** molto meno luminose rispetto a quelle terrestri. La situazione può essere paragonata a quella di una giornata sulla Terra con un cielo completamente nuvoloso... ma dorato.

Ma torniamo a Dragonfly! Durante la discesa attraverso la fitta foschia dorata di Titano, Dragonfly troverà una superficie ed un ambiente stranamente familiare: dune che avvolgono l'equatore di Titano, nuvole che fluttuano nel cielo. Piove a dirotto ed i fiumi scorrono, formando canyon, laghi e mari!

Ma non tutto è così familiare come sembra.

A -170 gradi Celsius, le sabbie delle dune non sono granelli di silicato, ma materiale organico. Fiumi, laghi e mari contengono metano ed etano liquidi, non acqua.

Titano è un mondo gelido, ricco di molecole organiche.

Eppure, Dragonfly esplorerà questo mondo gelido per cercare di rispondere a una delle domande più importanti della scienza: **come è iniziata la vita?**

Cercare risposte sulla vita in un luogo in cui probabilmente non può sopravvivere può sembrare strano. Ma è proprio questo il punto.

Lo spiega bene **Elizabeth "Zibi" Turt-**

le (ricercatrice principale di Dragonfly e scienziato planetario presso il [Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory](#)):

"Dragonfly non è una missione per individuare la vita, ma per indagare la chimica che ha preceduto la biologia qui sulla Terra. Su Titano, possiamo esplorare i processi chimici che potrebbero aver portato alla vita sulla Terra senza che la vita complichino il quadro.

Sulla Terra, la vita ha rimodellato quasi ogni cosa, seppellendo i suoi antenati chimici sotto eoni di evoluzione. Anche i microbi odierni fanno affidamento su una serie di reazioni per continuare a muoversi. Bisogna essere passati dalla chimica semplice a quella complessa prima di passare alla biologia, ma non conosciamo tutti i passaggi. Titano ci permette di scoprirne alcuni.

In questo [video](#) (*) "Zibi" approfondisce l'argomento.

Titano è infatti un laboratorio chimico incontaminato dove tutti gli ingredienti per la vita conosciuta — sostanze organiche, acqua liquida e una fonte di energia — hanno interagito in passato. Ciò che Dragonfly scoprirà ci aiuterà a capire meglio un passato ormai cancellato sulla Terra, affinerà la nostra comprensione dell'abitabilità **e ci dirà se la chimica che ha innescato la vita sulla Terra sia una regola universale o un meraviglioso caso fortuito cosmico.**

Prima della [missione Cassini-Huygens](#) della NASA, i ricercatori non sapevano quanto Titano fosse ricco di molecole organiche. I dati della missione, combinati con esperimenti di laboratorio, hanno rivelato un miscuglio molecolare di etano, propano, acetilene, acetone, cianuro di vinile, benzene, cianogeno e altro ancora. Queste molecole precipitano in superficie, formando spessi depositi sul substrato ghiacciato di Titano.

Gli scienziati ritengono che la chimica legata alla vita potrebbe avere origine lì, se fosse presente acqua liquida, come quella generata dall'impatto di un asteroide.

(*) https://youtu.be/dcmY76OS_4

Entrare nel cratere Selk, un sito di impatto largo 80 chilometri (evidenziato in figura 2.3. in una immagine infrarossa di Titano e in figura 2.4. in una immagine radar del cratere), è una destinazione chiave per Dragonfly, non solo perché è ricoperto di materiale organico, ma anche perché potrebbe aver avuto acqua liquida per un periodo di tempo prolungato.

Atterrando vicino a Selk, Dragonfly esplorerà vari

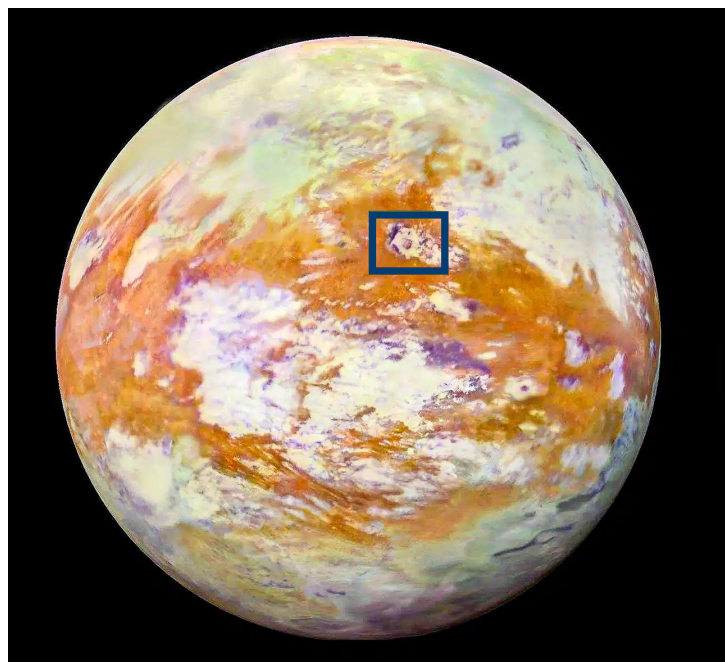


Figura 2.3: Il cratere Selk (posizione). (Credit: NASA/JPL-Caltech/University of Nantes/University of Arizona)

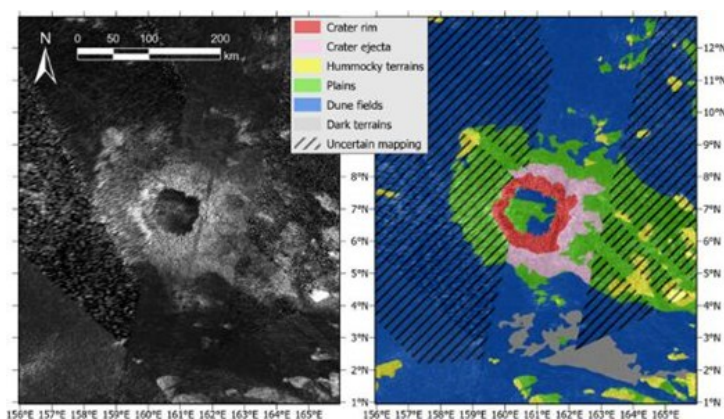


Figura 2.4: Immagine del cratere d'impatto Selk (grazie al radar di Cassini). (Credit: Léa Bonnefoy, et al.)

siti, analizzando la chimica superficiale per studiare i resti congelati di quella che potrebbe essere stata la chimica prebiotica in azione.

L'impatto che ha formato Selk ha sciolto il substrato

roccioso ghiacciato, creando una pozza temporanea che avrebbe potuto rimanere liquida per centinaia o migliaia di anni sotto uno strato di ghiaccio isolante, come gli stagni invernali sulla Terra.

Se fosse stato aggiunto un antigelo naturale come l'ammoniaca, la pozza avrebbe potuto rimanere scongelata ancora più a lungo, mescolando l'acqua con sostanze organiche e il silicio, il fosforo, lo zolfo e il ferro dell'impattatore per formare una zuppa primordiale.

La missione Dragonfly è essenzialmente un esperimento chimico di lunga durata!

È una versione naturale dei nostri esperimenti sull'origine della vita, solo che è in corso da molto più tempo e su scala planetaria.

Per decenni, gli scienziati hanno simulato le condizioni primordiali della Terra, mescolando acqua con semplici sostanze organiche per creare una "**zuppa prebiotica**" e innescando reazioni con una scossa elettrica. Il problema è il tempo.

La maggior parte dei test effettuati è durata settimane, forse mesi o anni.

Su Titano parliamo di un esperimento durato centinaia di milioni di anni.

In Figura 2.5 l'esperimento condotto nel 1952 presso l'Università di Chicago dal chimico Stanley Miller e dal suo docente, il premio Nobel Harold Urey, per dimostrare la teoria di Oparin e Haldane che ipotizzava che le condizioni della Terra primordiale avessero favorito reazioni chimiche conducenti alla formazione di composti organici a partire da componenti inorganici.

Tuttavia, le pozze di fusione del cratere Selk potrebbero essere durate solo decine di migliaia di anni. Un tempo comunque inferiore alle centinaia di milioni di anni necessari per l'emergere della vita sulla Terra, ma potenzialmente sufficiente affinché si verificassero reazioni chimiche critiche.

Non sappiamo se la vita sulla Terra abbia richiesto così tanto tempo perché le condizioni dovevano stabilizzarsi o perché la chimica stessa aveva bisogno di tempo. Ma i modelli mostrano che, se si gettano le sostanze organiche di Titano nell'acqua e si la-

sciano per decine di migliaia di anni, il tempo è più che sufficiente perché la chimica si sviluppi.

Dragonfly metterà alla prova questa teoria.



Figura 2.5: Stanley Miller. (Credit: NASA)

3. CARATTERISTICHE DEL VEICOLO

Dragonfly è progettato e costruito sotto la direzione del **Johns Hopkins Applied Physics Laboratory (APL)**, che gestisce la missione per la NASA. Il team include partner chiave del Goddard Space Flight Center e del Jet Propulsion Laboratory della NASA. Dragonfly è gestito dal Marshall Space Flight Center della NASA a Huntsville, in Alabama, per conto dello Science Mission Directorate dell'agenzia presso la sede centrale della NASA a Washington.

La missione è parte del **programma New Frontiers** della NASA. Per maggiori informazioni su Dragonfly, visita il sito dedicato:

<https://science.nasa.gov/mission/dragonfly/>

Il veicolo è un **rotorcraft**, una sorta di "drone" spaziale (Figura 3.1) con otto rotori su quattro assi. progettato per decollare e atterrare verticalmente e spostarsi tra più siti sulla superficie di Titano.

Dragonfly avrà una massa di circa 875 kg, sarà largo e lungo 3,85 metri e alto 1,75 metri.

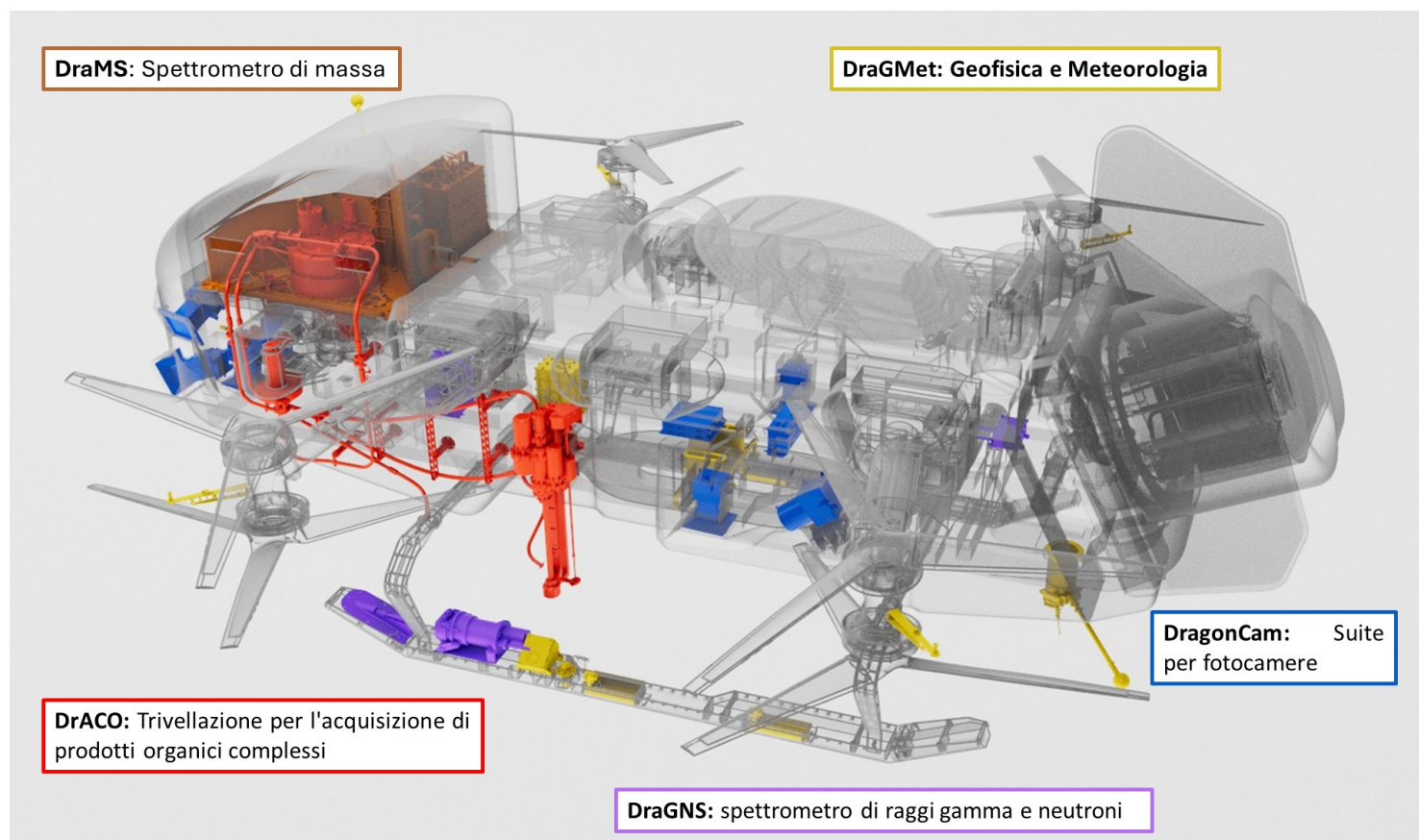


Figura 31: Carico utile scientifico di Dragonfly e le quattro coppie di rotori. (Credit: Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory LLC.)

Sarà alimentato da **una batteria da 134 ampere-ora**, che si caricherà durante la notte di Titano (circa otto giorni terrestri) tramite un **RTG** di bordo. Quindi una batteria che, molto probabilmente, sarà da **87V e 11,7 kWh**.

Durante la notte il veicolo non volerà, pertanto l'energia elettrica costante prodotta dal generatore nucleare sarà sovrabbondante.

Il calore dell'RTG fornirà anche un controllo termico durante il viaggio verso Titano e un controllo termico convettivo durante la permanenza di Dragonfly su Titano.

La scelta di usare un generatore nucleare al Plutonio, un RTG (generatore termoelettrico a radioisotopi figura 3.2.) si è resa necessaria perché su Titano la luce solare debolissima e l'atmosfera densa impediscono l'uso efficace di pannelli solari.

Il veicolo si muoverà volando sopra la superficie nella densa atmosfera di Titano (circa 4 volte la densità di quella terrestre) e alla gravità ridotta (circa 14% di quella della Terra). Condizioni che agevolano il volo e lo avvicinano alle dinamiche di un denso fluido piuttosto che in aria.

Il modello di RTG che Dragonfly avrà a bordo è noto come generatore termoelettrico a radioisotopi multi-missione (MMRTG), progettato per essere utilizzato sia nello spazio che nell'atmosfera di un pianeta (o, nel caso di Titano, di una luna).

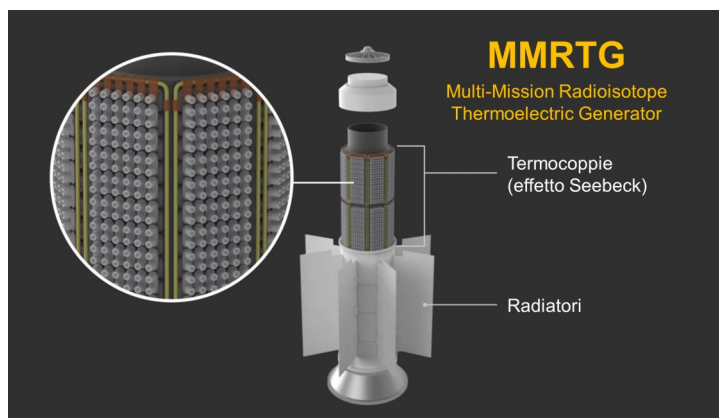


Figura 3.2: Schema di un MMRTG. (Credit: Department Of Energy - NASA)

È lo stesso modello RTG che Curiosity e Perseverance hanno portato su Marte

Per alimentare il suo veicolo esplorativo, la NASA si

rifornisce di Pu-238 dal Dipartimento dell'Energia, che si affida alle competenze e alle capacità dei laboratori nazionali dell'Idaho, di **Los Alamos e di Oak Ridge** per assemblare un MMRTG.

All'interno dell'MMRTG si trova una pila di otto moduli, ciascuno contenente pellet di combustibile cilindrico di **biossido di Pu-238** rivestiti di iridio. I pellet rivestiti sono alloggiati all'interno di un guscio di impatto in grafite, a sua volta inserito in un manico in fibra di carbonio inserito nell'aeroguscio cubico, o modulo. (Figura 3.3.)

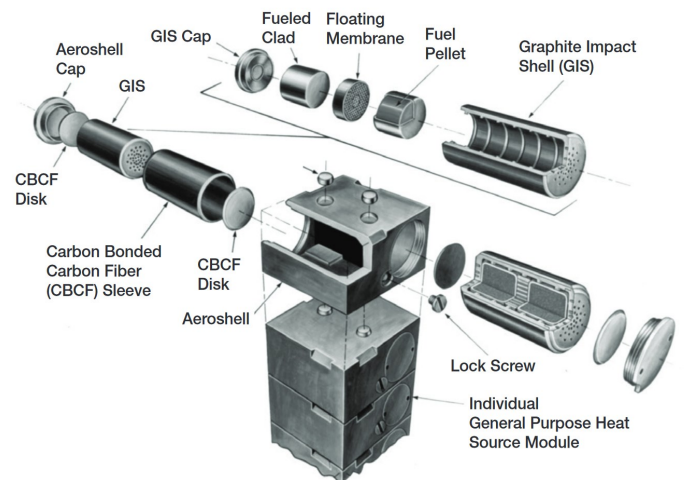


Figura 3.3: MMRTG, dettaglio del corpo interno. (Credit: U.S. Department of Energy)

Il calore degli otto moduli alimentati viene convertito in elettricità da termocoppie che sfruttano l'effetto Seebeck.

Per approfondire consiglio di guardare l'animazione dell'MMRTG della NASA.

L'MMRTG è essenzialmente una batteria nucleare che contiene un totale di 4,8 chilogrammi di combustibile di biossido di plutonio e che fornisce inizialmente **circa 2.000 watt di potenza termica** quando esposto ad ambienti dello spazio profondo.

I materiali termoelettrici di un MMRTG sono simili a quelli utilizzati per le due sonde Viking atterrate su Marte nel 1976. Il generatore dell'MMRTG ha un diametro di circa 64 centimetri (da una pinna all'altra) per 66 centimetri (da una pinna all'altra) e pesa circa 45 chilogrammi (94 libbre).

Questi generatori nucleari sono sistemi molto affidabili e robusti.

Sebbene non siano mai stati la causa di un incidente spaziale, sono stati a bordo di tre missioni spaziali statunitensi fallite per altri motivi. In tutti e tre i casi, hanno funzionato esattamente come progettato. Ad esempio, un RPS (un RTG degli anni Sessanta) era a bordo di un satellite meteorologico della NASA il cui lancio fallì nel 1968: il combustibile radioisotopico fu completamente isolato, il generatore fu recuperato dal fondale oceanico e il combustibile fu riutilizzato in una missione futura.

Il volo, la trasmissione dei dati e la maggior parte delle operazioni scientifiche avverranno durante le ore diurne di Titano.

Si prevede che Dragonfly effettuerà un volo per ogni giorno completo di Titano e che la sonda potrebbe spostarsi dal suo sito di atterraggio iniziale ad aree **distanti diverse centinaia di chilometri** durante la sua missione prevista di 3,3 anni.

Su questo [link](#) potete trovare una animazione della struttura interna del veicolo con tutta la strumentazione di bordo, l'alimentazione di energia ed i motori dei rotori

Chiusura del programma RPS

Le proposte di bilancio NASA per l'anno fiscale 2026 prevedono la chiusura del programma che produce i generatori termoelettrici a radioisotopi (RPS), essenziali per le missioni nel sistema solare esterno dove l'energia solare non è sufficiente.

Dragonfly sarà l'ultima missione a beneficiarne, mettendo a rischio future esplorazioni spaziali profonde (effetto Trump).

4. SITI D'INTERESSE SU TITANO

Dragonfly ha sfruttato 13 anni di dati raccolti dalla sonda Cassini per scegliere un periodo di atterraggio con condizioni meteorologiche tranquille, un sito di atterraggio iniziale sicuro e obiettivi scientificamente interessanti.

Atterrerà inizialmente nei campi di dune equatoriali "**Shangri-La**", un campo di dune al bordo sud-est del cratere Selk, che sono simili alle dune lineari della Namibia, nell'Africa meridionale, e offrono un sito di campionamento diversificato.

Possiamo vedere il volo di un prototipo di Dragonfly su dune simili sulla Terra [qui](#).

Il **cratere Selk** ha un diametro significativo (circa 50 miglia / ~80 km) ed è considerato geologicamente interessante perché è probabile che l'impatto che lo ha creato abbia fuso ghiaccio superficiale, creato una "pozza" di acqua liquida in contatto con organici depositati, offrendo così un ambiente potenzialmente favorevole alla chimica prebionica.

La **scelta della zona di dune e vicina al cratere** è motivata dal mix di terreno con meno ostacoli irregolari, più materiali organici e più possibilità di interazione tra ghiaccio/acqua e materia organica.

Dragonfly esplorerà questa regione con voli brevi, per poi passare a una serie di voli più lunghi, "**leapfrog**", fino a 8 km, fermandosi lungo il percorso per prelevare campioni da aree interessanti con una geografia diversificata.

Raggiungerà infine il cratere Selk, dove si trovano prove della presenza passata di acqua liquida, sostanze organiche – le molecole complesse che contengono carbonio, combinato con idrogeno, ossigeno e azoto – ed energia, che insieme costituiscono la ricetta della vita.

Il lander/quadricottero percorrerà infine oltre 175 chilometri, quasi il doppio della distanza percorsa finora da tutti i rover su Marte messi insieme.

In sintesi, come abbiamo già accennato, gli obiettivi della strumentazione di bordo sono:

- ➡ Raccogliere campioni della superficie (figura 4.1.).
Il trapano rotativo-percussivo DrACO preleva materiale e lo trasferisce pneumaticamente al DraMS per analizzarli con lo spettrometro di massa, spettrometro neutroni/gamma, suite meteorologica/geofisica, al fine di identificare composti organici complessi, tracce di acqua, e condizioni predisponenti la vita
- ➡ Studiare l'evoluzione ambientale di Titano: come sono cambiate le sue condizioni, se c'è stata acqua liquida superficiale o sub-superficiale, il ruolo della chimica organica su scala planetaria.

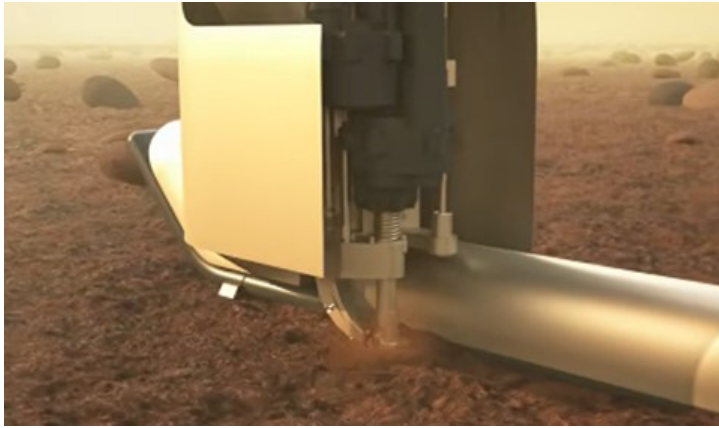


Figura 4.1: il trapano di raccolta campioni "DrACO" al lavoro. (Credit: NASA's Goddard Space Flight Center - John Hopkins APL)

- ➔ Esplorare quanto la chimica prebionica (cioè, i processi chimici che precedono l'emergere della vita) possa essersi sviluppata in un ambiente come quello di Titano. Approfondimento [qui](#).
- ➔ In particolare: caratterizzare l'abitabilità di Titano, cercare composti organici complessi, studiare la superficie e l'atmosfera e potenzialmente cercare indizi di vita basata su acqua o idrocarburi. Un filmato esplicativo del clima di titano lo troviamo [qui](#).

5. STATO ATTUALE DELLO SVILUPPO E RISCHI

La missione selezionata nel 2019 ha superato nel 2025 la "**Critical Design Review**" (revisione progettuale critica). Ciò significa che lo studio della progettazione è stato approvato e la costruzione vera e propria può procedere ([NASA Science](#)).

Attualmente (novembre 2025) il progetto sta eseguendo test significativi sui componenti: prove aerodinamiche per i rotori in atmosfera simulata di Titano (Figura 5.1. e 5.2.), test di coibentazione termica per le basse temperature di Titano ($\sim -185^\circ\text{C}$) ecc. [Universe Space Tech](#).

In Figura 5.1. e 5.2. gli ingegneri della Johns Hopkins APL, Max Wolbeck e Daniel Peterson, installano e regolano i rotori sul modello di prova a grandezza naturale che rappresenta metà del lander Dragonfly.

Si trovano presso il **Transonic Dynamics Tunnel del Langley Research Center della NASA**, dove stanno concludendo una campagna per confermare le prestazioni dei rotori in condizioni simili a quelle di Titano.

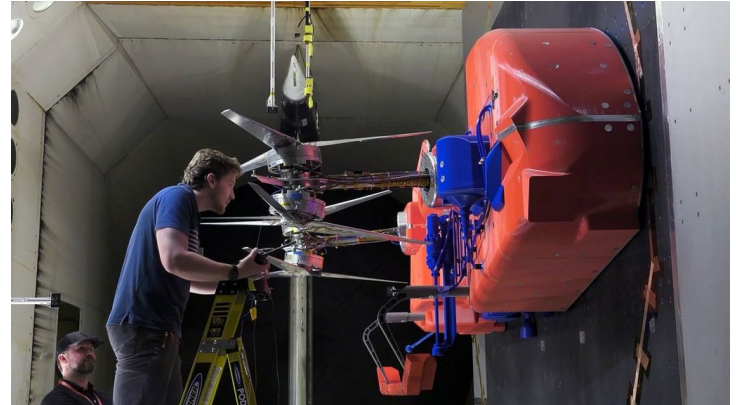


Figura 5.1 (Credit: NASA)



Figura 5.2 (Credit: NASA / Harlen Capen)

Immergendo il modello dotato di sensori in un flusso di gas pesante che simula la densa atmosfera di Titano, il team di collaudo ha raccolto dati sulle prestazioni aeromeccaniche del sistema del rotore, esaminando fattori come i carichi di stress sui bracci del rotore e gli effetti delle vibrazioni sulle pale del rotore e sul corpo del lander: informazioni che alla fine saranno inserite nei piani di volo e nel software di navigazione di Dragonfly.

Sembrano pale molto piccole per sostenere un bestione di nove quintali, ma bisogna tenere presente che l'atmosfera di Titano è molto densa.

Perché questa missione è così importante?

Oltre agli obiettivi relativi alla ricerca ambientale questa missione è importante perché:

- Il concetto di far volare un veicolo su un corpo esterno alla Terra è già di per sé una grande innovazione: permetterà di raggiungere e sondare aree diverse, non limitate da un solo punto di atterraggio (eos.org).
- Nel 2005 la sonda Huygens ha fornito l'unica immagine (Figura 5.3.) della superficie di Titano all'umanità: una pianura sabbiosa color arancio-marrone cosparsa di massi arrotondati. Durante la discesa, la sonda [ha immortalato valli](#) scavate dagli idrocarburi e [delta fluviali](#) sufficienti a progettare questa missione ma ora avremo la possibilità di muoverci autonoma-



Figura 5.3: La storica immagine scattata dal lander Huygens. (Credit: ESA/NASA/JPL/University of Arizona)

mamente e non guidati da un paracadute.

- I risultati potrebbero avere implicazioni non solo per Titano ma per la vita nell'universo in generale ([Planetary Society](https://www.planetary.org)).

Nella figura 5.4. la mappa della posizione del punto di arrivo di Dragonfly confrontato con il luogo dove si trova attualmente il lander Huygens, rilasciato dalla sonda Cassini nel 2005.

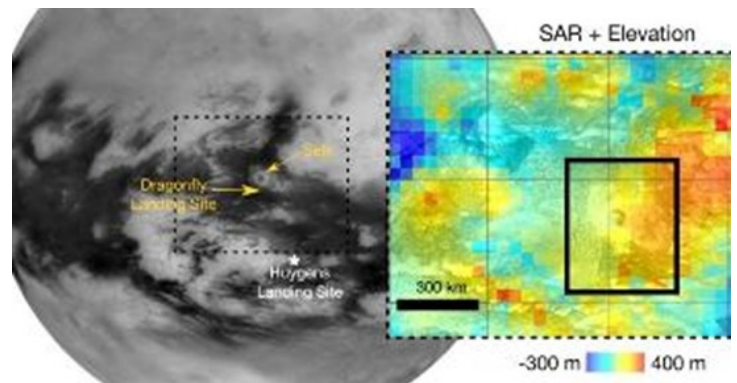


Figura 5.4 (Credit: Ralph D. Lorenz et al 2021 Planet. Sci. J. 2 24)

6. SFIDE E RISCHI

Appare evidente che sarà una impresa storica, un capolavoro di ingegneria, che si sviluppa per oltre 20 anni tra realizzazione e risultati. Come tale è anche una impresa complessa ricca di rischi:

- Il viaggio è lungo e complesso. L'arrivo previsto nel 2034 significa che i risultati concreti, incluse le elaborazioni dei miliardi di dati che Dragonfly invierà a Terra, arriveranno tra oltre dieci anni.
- Le condizioni ambientali su Titano sono estreme: temperature molto basse, atmosfera densa composta soprattutto da azoto, luce solare debole e bassa gravità. Ciò richiede tecnologia robusta e affidabile.
- La missione comporta costi e rischi significativi, sia tecnici che finanziari. Si parla di oltre 3 miliardi di dollari (secondo alcune fonti) per l'intero ciclo.
- Titano è una luna unica nel Sistema Solare: ha una complessa chimica organica con idrocarburi liquidi (metano, etano) su superficie e forse un

oceano interno di acqua salata ([Phys.org](https://www.phys.org)).

- Vi ricordate i rover marziani che ci avevano ormai abituato ai famosi **"sette minuti di terrore"** per tutta la fase di ingresso in atmosfera, frenata e atterraggio su Marte, completamente in automatico? Una suspense che praticamente faceva vedere i fatti ai tecnici terrestri solo mezz'ora dopo che erano avvenuti (considerando anche il tempo di volo dell'informazione).

Successo o fallimento! Non si poteva fare nulla. **Dragonfly impiegherà invece ben 105 minuti, un'ora e 3/4 di terrore**, e questo è dovuto alla densa atmosfera e bassa gravità di Titano. Inoltre, a causa del ritardo delle comunicazioni con la Terra stimato nell'ordine dei 70-90 minuti, **Dragonfly dovrà essere in grado di analizzare autonomamente il terreno durante gli ultimi minuti della discesa per scegliere il luogo migliore per un atterraggio sicuro**. Unico consigliere? Il **"companion AI"**.

7. STRUMENTI SCIENTIFICI PRINCIPALI

Ecco alcuni dei payload che Dragonfly porterà con sé, con le rispettive funzioni.

DraMS: Dragonfly Mass Spectrometer (Figura 7.1)

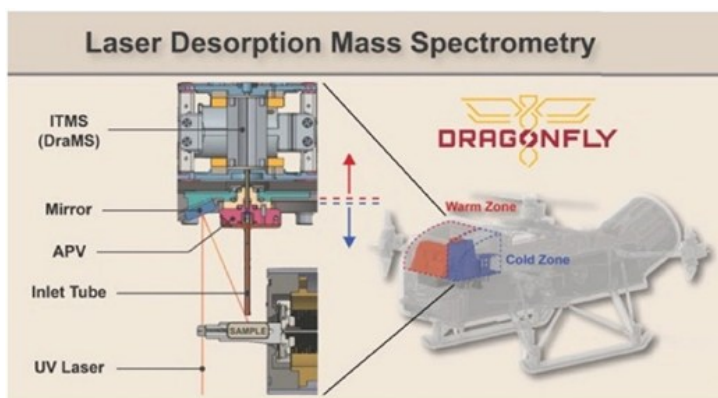


Figura 7.1 - DraMS (Credit: NASA)

- È lo spettrometro di massa che consentirà di analizzare direttamente i campioni della superficie di Titano, allo scopo di identificare molecole

organiche complesse e tracce dei processi pre-bionici.

- Sarà capace di analizzare campioni prelevati con un trapano.
- Obiettivo: capire fino a che punto è progredita la chimica organica su Titano, paragonabile a quella primordiale della Terra ([Astrobiologia NASA](https://astrobiology.nasa.gov))

DraGNS: Dragonfly Gamma-Ray & Neutron Spectrometer (Figura 7.2)

- Questo strumento misurerà la composizione elementare della superficie di Titano usando neutroni e raggi gamma: ad esempio carbonio, ossigeno, idrogeno, fosforo, zolfo, azoto, e anche elementi inorganici come sodio, potassio, cloro.
- Serve ad avere un quadro più "grossolano" della

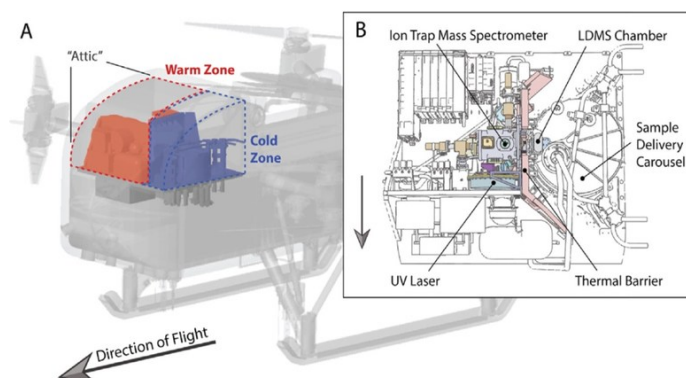


Figura 7.2 - DraGNS (Credit: NASA)

composizione locale e aiuterà a selezionare i siti più interessanti per l'analisi più dettagliata (jhuapl.edu).

DraGMet: Geophysics & Meteorology Package (Figura 7.3)

- Questa suite include strumenti meteorologici (pressione, temperatura, velocità del vento, composizione dell'atmosfera) e geofisici (ad esempio sensori che studiano il suolo, forse anche sismometro) per comprendere ambiente, clima e struttura del suolo. ([arXiv.org](https://arxiv.org))
- Importante anche per studiare la "abitabilità" locale: capire se ci sono condizioni favorevoli (o comunque particolari) alla chimica organica

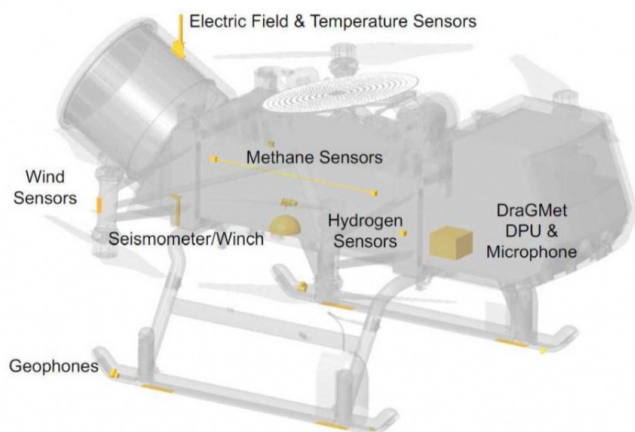


Figura 7.3 - DraGMet (Credit: Johns Hopkins APL)

DragonCam: Camera Suite (Figura 7.4)

- Telecamere panoramiche, microscopiche, anche sensori per la luce a LED o ultravioletta per rilevare materiali organici attraverso fluorescenza, ecc.
- Fondamentale per la navigazione, per scegliere siti di atterraggio, per documentare visivamente il paesaggio di Titano, e per collocare i risultati delle analisi nel contesto geologico.
- Il veicolo sarà equipaggiato con sensori di navigazione (lidar, telecamere, IMU) per il volo autonomo tra siti (dragonfly.jhuapl.edu).

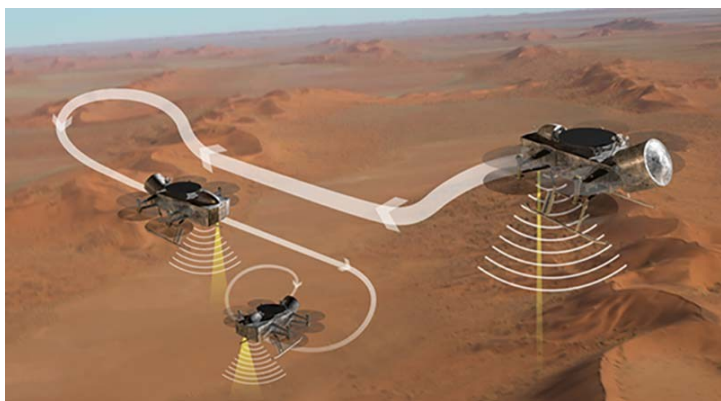


Figura 7.4 - DragonCam (Credit: Johns Hopkins APL/ Steve Gribben)

DraMS, spettrometro di massa, figura 7.5.

Scienziati e ingegneri del Goddard Space Flight Center della NASA a Greenbelt, nel Maryland, hanno completato una parte fondamentale dello spettro-

metro di massa Dragonfly (DraMS), che analizzerà componenti e processi chimici, inclusi composti potenzialmente rilevanti dal punto di vista biologico.



Figura 7.5 - I membri del team dello spettrometro di massa a trappola ionica ispezionano il loro dispositivo. (Credit: NASA)

Lo spettrometro di massa a trappola ionica, di fatto il "cuore" del pacchetto DraMS, ha superato la revisione di accettazione ed è in fase di preparazione per i test in ambiente spaziale e l'integrazione con altri componenti DraMS.

8. RISCALDAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE DI BORDO

Sono stati completati i test strutturali e termici dell'isolamento in schiuma per Dragonfly, verificando che l'isolamento manterrà la sua forma e proteggerà il lander su Titano, dove le temperature ambiente raggiungono circa -185 gradi centigradi.

1Il corpo del lander sarà ricoperto da uno strato di schiuma a base di **Solimide** spesso 7,6 centimetri, progettato per coprire strumenti scientifici e altri elementi esterni. (figura 8.1.)

2La SOLIMIDE® è una schiuma poliimmide a celle aperte, leggera e ad alte prestazioni, sviluppata originariamente dalla NASA, nota per le sue eccezionali proprietà di **isolamento termico e acustico**, resistenza al fuoco (poche emissioni di fumi tossici) e capacità di operare in un ampio range di temperature, da criogeniche a +300°C, trovando impiego in settori critici come l'aerospaziale, il trasporto e i data center per proteggere da calore, freddo e vibra-

zioni. Da non confondere con l'**aerogel** a base di silicio, utilizzato sulla sonda Stardust per catturare la polvere cometaria.

Il team ha testato l'isolamento nella grande camera ambientale presso l'APL, nonché nella galleria del vento della NASA a Langley. .



Figura 8.1 - Mozany Sosmath prepara un segmento dell'isolamento in schiuma di Dragonfly per i test nella Titan Chamber presso il Johns Hopkins Applied Physics Lab. (Credit: Johns Hopkins APL/Justin Artis)

9. COMUNICAZIONI A LUNGA DISTANZA

Gli ingegneri dell'APL hanno completato le radio di volo che fungeranno da ricevitore e trasmettitore per le comunicazioni durante il viaggio di Dragonfly verso Titano e le sue operazioni. Le **radio Frontier sviluppate dall'APL** (figura 9.1) sono dispositivi di telecomunicazione versatili, ampiamente collaudati in missioni dal Sole a Plutone e oltre.



Figura 9.1 - Hardware del sistema Frontier (Credit: Johns Hopkins APL)

Essendo una **radio definita dal software**, ovvero in cui il software viene utilizzato per personalizzare la radio in base ai requisiti specifici della missione, la Frontier è più piccola e richiede meno energia rispetto ad altre radio per lo spazio profondo, e può inviare e ricevere segnali in un'ampia gamma di frequenze.

Tipologie di antenne per le comunicazioni

Dragonfly utilizzerà diverse antenne per trasmettere verso la Terra:

- ➔ **Antenna a alto guadagno (HGA):** per inviare dati scientifici e telemetria ad alta efficienza alla Deep Space Network (DSN) terrestre.
- ➔ **Antenna a guadagno medio:** per comunicazioni meno impegnative o quando l'orientamento non è ottimale.

Queste antenne operano nella banda X, la scelta standard per la maggior parte delle missioni spaziali interplanetarie. NASA (Science)

Le comunicazioni tra Terra e Dragonfly saranno dirette, non si appoggeranno a satelliti relay, anche perché non ci sono e non ci saranno.

I dati e i comandi **verranno trasmessi direttamente fra Dragonfly su Titano e le antenne della Deep Space Network della NASA (situate in California, Spagna e Australia ed anche in Sardegna), senza un intermediario orbitante attorno a Saturno o Titano.**

Naturalmente, a causa delle grandi distanze (oltre un miliardo di chilometri), i segnali radio impiegheranno **circa 70-90 minuti per viaggiare da Titano alla Terra e viceversa.**

Di conseguenza, Dragonfly sarà altamente autonomo nelle operazioni di volo, navigazione e raccolta dati, mentre le comunicazioni saranno programmate e gestite con questa limitazione temporale.

Caratteristiche della comunicazione con l'antenna HGA:

- **Banda di frequenza:** **banda X** (circa 8 GHz).
- **Potenza:** Frontier utilizza un amplificatore (**TWTA, Traveling Wave Tube Amplifier**)

da 100 watt.

- **Velocità stimata:** a causa dell'enorme distanza, la larghezza di banda sarà limitata. Stime di missioni simili in banda X verso il sistema di Saturno (come la missione Cassini) suggeriscono velocità di downlink comprese tra **2 kbps e 166 kbps**, a seconda delle dimensioni dell'antenna ricevente sulla Terra (34m o 70m del DSN) e della configurazione del collegamento.

Sembra molto bassa! Su queste pagine abbiamo già esaltato in un recente articolo i grandi vantaggi in termini di velocità di downlink utilizzando come portante un fascio laser anziché le microonde. Il problema è che Titano presenta alcuni aspetti poco adatti alla comunicazione laser:

- La opacità della spessa atmosfera.
- La mancanza di un satellite relay in prossimità di Saturno.

Pertanto, la classica portante radio ha prevalso. La grande capacità di memoria all'interno di Dragonfly farà da "buffer" tra la enorme quantità di dati raccolti dai sensori e la bassa velocità di baud rate del sistema di comunicazione.

10. CONCLUSIONI

La missione Dragonfly, come abbiamo detto, si trova attualmente in una fase avanzata della progettazione. Dopo aver superato con successo la Critical Design Review (CDR), sono già stati testati diversi

componenti fondamentali del veicolo. Questo traguardo ha permesso al progetto di entrare nella fase di preparazione per le attività di integrazione e test, note come I&T.

Tuttavia, è importante sottolineare che non si è ancora giunti alla fase conclusiva di costruzione e integrazione completa: la vera e propria fase I&T è prevista per l'inizio del 2026.

Nonostante i progressi significativi, permangono alcuni rischi rilevanti legati al budget, al rispetto del cronoprogramma e alla complessità tecnica dell'intera missione. Un'ulteriore fonte di incertezza deriva dal mutato scenario politico: **come ho già detto nell'introduzione, la nuova amministrazione americana guidata da Donald Trump ha assegnato una minore priorità per le missioni scientifiche, privilegiando invece quelle di maggiore visibilità, come il ritorno sulla Luna in competizione con la Cina e la futura colonizzazione di Marte.**

Nonostante queste difficoltà e cambi di priorità, è fondamentale riconoscere la reale importanza della missione Dragonfly: essa rappresenta un significativo passo avanti nella comprensione del nostro sistema solare e, molto probabilmente, offrirà una preziosa opportunità per approfondire le conoscenze sulle origini e sulla diffusione della vita stessa.

Speriamo che Dragonfly vada avanti secondo i programmi. In tal caso ci sentiremo ancora.



Il logo della missione Dragonfly (Credit: NASA/JHUAPL)

ESPLORAZIONE DEL SISTEMA SOLARE

Tabella di sintesi con le milestone principali

Data / Periodo	Milestone	Note
Aprile 2024	Baseline costi e calendario stabiliti	Il valore ciclo-vita fissato a ~3,35 miliardi US\$ e lancio non prima di luglio 2028 (Rapporto NASA Office of Inspector General)
25 Aprile 2025	Superata la Critical Design Review (CDR)	La progettazione è stata approvata, si entra nella fase di costruzione/integrazione (Articolo Astrobiology.com)
Gennaio 2026	Inizio formale fase di integrazione e test (I&T)	Previsto l'avvio dell'assemblaggio del veicolo con tutti i sottosistemi (NASA Science)
5-25 Luglio 2028	Finestra di lancio	Il lancio sarà effettuato nella finestra indicata, a bordo di un razzo tipo Falcon Heavy (Wikipedia)
Fine 2034	Arrivo su Titano	Dopo un viaggio di circa 6-7 anni, l'atterraggio e inizio operazioni. Presentazione (NASA/APL)
2034 + ~3 anni	Fase scientifica attiva sulla superficie di Titano	La missione esplorerà più siti con il veicolo/rotorcraft (NASA Science)

Panoramica degli strumenti principali

Strumento	Sviluppatore principale	Stato/Note
DraMS (Mass Spectrometer)	NASA Goddard Space Flight Center + CNES	Il "cuore" dello strumento, l'Ion Trap Mass Spectrometer, ha superato la review di accettazione ed è in fase di test ambientale (NASA Science)
DraGNS (Gamma-ray & Neutron Spectrometer)	Johns Hopkins Applied Physics Laboratory + Lawrence Livermore National Laboratory	In sviluppo: servirà per la composizione elementare della superficie fino a ~2 m di profondità (Rapporto NASA Office of Inspector General)
DrACO (Drill for Acquisition of Complex Organics)	Honeybee Robotics	Previsto per eseguire carotaggi superficiali/trasferimento campioni a DraMS. Stato: sviluppo attivo (NASA Science)
DragonCam (Camera suite)	Malin Space Science Systems	Suite multiscala per imaging di superficie e aree di volo. Alcuni ritardi segnalati nella review di audit (Rapporto NASA Office of Inspector General)
DraGMet (Geophysics & Meteorology package)	APL + JAXA	In sviluppo per misurazioni ambientali, meteorologiche e geofisiche, es. "titan-quake" (Rapporto NASA Office of Inspector General)
Veicolo / rotorcraft / sistema di alimentazione	APL + vari partner (Lockheed Martin, etc)	I test aerodinamici dei rotori in condizioni simulate "Titano-like" sono stati eseguiti presso la galleria della NASA Langley Research Center. Il generatore MMRTG (radioisotopo) è previsto come fonte (NASA Science)

ESPLORAZIONE DEL SISTEMA SOLARE

In chiusura, un dipinto di Chesley Bonestell del 1944 che rappresenta Saturno visto dalla superficie di Titano. Bonestell è stato forse il più grande artista, pittore e illustratore statunitense di temi spaziali.

Morto nel 1986, prima di vedere le immagini della Cassini e del lander Huygens.

Allora non si sapeva un gran che di Titano.

Oggi possiamo dire che è un dipinto molto bello, suggestivo, ma purtroppo assolutamente irreale.



Credit: Courtesy Bonestell LLC.

Thomas Alva Edison

L'uomo che illuminò il mondo senza poter sentire il canto degli uccelli

di Davide Borghi



Ho letto di recente un libro interessante, premio Pulitzer, su un personaggio spesso citato ma non altrettanto apprezzato e conosciuto: Thomas Alva Edison.

L'autore è Edmund Morris, che racconta la vita del genio americano Edison a ritroso, partendo dagli ultimi anni. **Ogni capitolo è un tema scientifico tecnologico**, che rappresenta anche, a ritroso appunto, l'avventura della sua vita, che lo ha visto concentrarsi a capofitto su un tema per diversi anni, dare innumerevoli contributi originali in quel tema, per poi cambiare completamente argomento e ricominciare.

Morris intreccia in modo magistrale, ed è anche questo che mi piace di queste biografie di cui sono appassionato, la storia personale di un uomo con

pregi e tanti difetti e problemi, con il suo epico racconto di esperimenti, fallimenti (tantissimi), trionfi (tanti – ma molti meno dei fallimenti) e costruzione di un impero economico, nonostante il suo essere spesso sull'orlo della bancarotta.

Si tratta di una delle figure di maggiore rilievo ed influenza del mondo contemporaneo.

Dal libro esce un ritratto di un personaggio di incredibile acume intellettuale e laboriosità a livello tecnico, anche se non altrettanto a livello scientifico.

Erano tempi eroici della tecnologia che stava plasmando in modo continuo e a volte improvviso, il nostro modo di vivere. Spesso in meglio, ma non sempre.

Per una questione di ordine mentale, la descrizione

qua la terrò in ordine cronologico, ma mantengo la divisione in argomenti scientifico-tecnologici che caratterizza i suoi periodi di ricerca e sviluppo, ciascuno di durata un decennio. (Se la preferite in ordine contrario – ovvero come nel libro – è sufficiente leggere i paragrafi seguenti partendo dall'ultimo...).

1847 – 1860: Filosofia Naturale

L'11 Febbraio 1847 a Milan, Ohio (sì ...si chiama come la nostra Milano), una mattina nevososa, nasce Thomas Alva Edison. È il settimo e ultimo figlio di Samuel Ogden Edison Jr e Nancy Matthews Elliott.

È il primo ed **unico figlio non nato in Canada**, paese di origine del padre Samuel.

Nancy invece è sorella di **due ministri battisti** e nipote di un **quacchero**. I quaccheri sono all'epoca un gruppo religioso di rilievo negli Stati Uniti, molto laboriosi e molto attivi nell'agricoltura.

Alva è l'unico piccino di casa: un bambino con lo sguardo assente e un gran testone. Diventerà un inventore e imprenditore statunitense di massimo successo, con all'attivo numerosi dispositivi in campi quali la generazione di energia elettrica, la comunicazione di massa, la gomma artificiale, l'estrazione mineraria, la registrazione del suono e il cinema. Queste invenzioni, tra cui il fonografo, la cinepresa e le prime versioni della lampadina elettrica, avranno un impatto enorme sul mondo industrializzato moderno.

Sarà uno dei primi inventori ad applicare i principi della scienza organizzata e del lavoro di squadra al processo di invenzione, collaborando con numerosi ricercatori e dipendenti. Fonderà anche il primo laboratorio di ricerca industriale.

Dei suoi primi anni, Thomas Alva Edison ricorda che a 2 anni gattona per raggiungere un dollaro d'argento lanciato da un corteggiatore di sua sorella Marion. Passa una carovana di carri coperti diretti a Ovest. Su uno di quei carri c'è lo zio Snow Edison, che segue la **corsa all'oro nel grande Ovest americano**.

L'istruzione pubblica di Thomas Alva Edison non va oltre l'inizio della seconda elementare: "*Non riuscivo*

mai a cavarmela a scuola: ero sempre l'ultimo della classe. Mio padre era convinto fossi stupido".



Edison da ragazzino

Il 24 Agosto 1857 il collasso della società assicurativa Ohio Life Insurance Company provoca il primo panico diffuso per telegramma. Il Michigan, dove vivono gli Edison, ne è particolarmente colpito e Detroit subisce un tracollo. A Port Huron la famiglia del giovane Thomas Alva Edison è fra quelle a subire le conseguenze. Questa fa una grossa impressione sul giovane Alva (come veniva chiamato dagli amici).

1860 – 1870: Telegrafia

Alla chiusura del secolo XIX, i carri elettrici e le automobili, a differenza dei tram e dei treni, dipendono da batterie ricaricabili al piombo acido, che derivano dall'invenzione di Gaston Platè del 1859. Sono pesantissime a causa della lastra di piombo e soffrono dello sciabordio nelle curve e nei dossi, del liquido acido e corrosivo che emette anche un tanfo incredibile, simile al piscio di cavallo.

Thomas Alva Edison, a 14 anni, ogni mattina alle 8 sale sulla carrozza bagagli del treno che va da Port Huron, la sua città natale, a Detroit. Passa la gior-

nata a curiosare e recuperare da discariche dei pezzi di ottone e ferro, vecchi elementi di batterie, che gli servono nei suoi esperimenti notturni.



Edison da giovane

Ogni pomeriggio, tornando al Michigan Central Depot, prende un centinaio di copie del "*Detroit Free Press*" da vendere assieme alle caramelle sul treno di ritorno. Poi, in prossimità della stazione di Port Huron, salta giù su un banco di sabbia, e si fa l'ultimo mezzo chilometro a piedi vendendo le ultime copie del giornale. In questo modo guadagna davvero bene: 40\$ o 50\$ a settimana e si può quindi permettere di dare alla madre 1\$ al giorno per il proprio mantenimento.

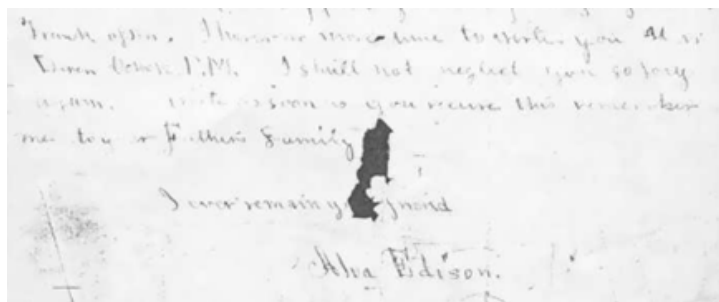


Legge molto Alva, soprattutto opere di Thomas Paine, liberale e libertario. Il 6 Novembre 1861, quando arrivano i primi risultati della tornata elettorale con la vittoria di Abraham Lincoln, Thomas Alva Edison "legge i risultati" ai suoi amici, ponendo la lingua sul telegrafo per sentire le brevi scosse linea e punto.

Poi, il 3 Febbraio 1862, dopo aver acquistato 136Kg di vecchi caratteri tipografici da un rigattiere, assieme ad una piccola macchina da stampa, pubblica il suo primo numero del "*Weekly Herald*" con anche il paragrafo "**LOCAL INTELEGENCE**" (scritto sbagliato così) e perfino un paragrafetto a piè di pagina per la barzelletta del giorno: "*Avrei bisogno di raccoglimento, disse l'uomo saltato sulla polveriera*".

Il 9 Aprile dello stesso anno, arrivando a Detroit in treno come ogni mattina, trova una folla assiepata attorno al giornalaio: pochi giorni prima c'è stata la Battaglia di Shiloh della Guerra Civile Americana, sul fiume Tennessee. Si tratta, fino a quel momento della più grande battaglia della guerra e della storia degli Stati Uniti. Thomas intuisce l'occasione: usa il telegrafo per segnalare alle stazioni a valle del treno, che arriveranno copie del Detroit Free Press. Poi ne acquista diverse centinaia, indebitandosi sulla fiducia. Già alla prima stazione ne vende 35 mentre in genere ne vendeva da 6 a 8.

La sua lettera più antica mai trovata, risale a questo periodo: al 10 Agosto 1862 quando ha 15 anni. E' firmata "Alva", come in effetti si faceva chiamare dai famigliari, mentre gli amici più stretti lo chiamavano semplicemente "Al".



Lo stralcio finale della sua lettera più antica mai trovata, con la sua firma "Alva Edison"

Pochi anni dopo si trova a New Orleans e sogna di salire su un piroscafo verso il Brasile. Incontra un

Thomas Alva Edison: L'Uomo che Illuminò il Mondo

LA FABBRICA DELLE INVENZIONI (1876-1880)

LA CREAZIONE DI UN IMPERO (1881-1888)



Oltre il Telegrafo

Brevettò un sistema telegrafico che anticipava di un secolo la moderna tecnologia TDM.



La Lampadina Pratica

Sviluppò un bulbo a incandescenza durevole, creando un prodotto ideale quasi perfetto.



Un Intero Sistema, non solo una Lampadina

Brevettò un sistema completo di distribuzione elettrica per alimentare le sue invenzioni.



L'Illuminazione di Manhattan

Installò 800 lampadine nel sud di Manhattan, dimostrando la validità del suo sistema.



La Nascita di General Electric

Fondò la Edison Machine Works, che sarà poi diventata il colosso industriale General Electric.



L'Alba del Cinema

Ideò il Kinetografo e il Kinetoscopio, strumenti per registrare e visualizzare immagini in movimento.

Naomibacca.CM

Riassunto grafico della carriera di Edison, generato con un AI Agent, sulla base delle informazioni in questo articolo

vecchio marinaio che torna proprio da quel paese, che gli sventola la mano scarna in faccia e dice ad Al: "non c'è un altro paese come gli Stati Uniti per un giovanotto che cerca di migliorare la propria situazione!". Al cambia idea e torna a casa, in Michigan.

Trova successivamente lavoro notturno per la **Western Union** (treni) mentre di giorno inventa e costruisce diversi dispositivi: una **telescrivente per le quotazioni di borsa**, un **allarme anti-incendio**, una **stampante telegrafica duplicatrice**. E nel 1868 ottiene anche il suo primo brevetto: per un **registratore elettrochimico**, con un modello in legno massiccio intagliato di suo pugno. Impara così che ottenere un brevetto è un processo lungo e dispendioso. Da questo momento in poi, un'ampia fetta dei suoi guadagni, a 4 o 6 cifre, verrà assorbita dalle cause brevettuali, come se fosse acqua. Impara anche che è necessario ingraziarsi finanziatori e imprenditori influenti, cosa che ad Edison riesce bene, nonostante l'umiliante continua

richiesta di soldi e il dover sopportare poi che il finanziatore voglia spesso essere coinvolto nel processo creativo. Edison impara inoltre l'importanza di inventare oggetti che abbiano un mercato immediato.

Poco dopo, il 13 Gennaio 1869, rassegna le dimissioni dalla Western Union di Boston e diventa **inventore a tempo pieno**. Una scelta di vita che cambierà il mondo. Lo stesso giorno registra il suo secondo brevetto: la **Telescrivente per agenti di borsa**. Decide anche, in modo sfacciato, di aprire un proprio **ufficio di quotazioni di borsa**, proprio al piano sopra di quello della **Gold & Stock Reporting Telegraph Company**, un'azienda ben stabilita sul mercato. Ma **Boston** si rivela presto troppo piccola e provinciale per la sconfinata ambizione di Edison, che si trasferirà presto a **New York**.

Da soli 4 giorni a New York, arriva negli uffici della Gold & Stock Reporting Telegraph Company, sua rivale quando era a Boston, proprio quando il trasmettitore si è appena inceppato scatenando il pani-

co. Dice al proprietario, Samuel Laws, di saperlo riparare: lo fa e viene assunto seduta stante. In pochi mesi Laws gli triplica lo stipendio e lo nomina sovrintendente dell'intero reparto operativo.

A inizio Ottobre 1869 vede la luce la **Pope, Edison & Co** al 78-80 di Broadway, New York. Ne fa parte Thomas Alva Edison coi suoi soci Franklin L. Pope e James Ashley. Ogni mattina Edison, in New Jersey, si alza alle 6 per prendere il treno, lavora le consuete **18 ore quotidiane** e infine aspetta il treno locale all'una del mattino che lo riporta ad Elizabeth, New Jersey. Dal freddo invernale si protegge con molteplici strati di biancheria (un'abitudine che terrà tutta la vita), quanto al buio dell'attesa del treno: un giorno si sarebbe inventato qualcosa...

1870 – 1880: Suono

La Gold&Stock paga 15 mila \$ per i diritti della tele-scrittore con brevetto congiunto Edison - Pope. Riporta in tempo reale le fluttuazioni del valore dell'oro alla Borsa di New York.

Nella primavera del 1871, tre studentesse di Newark trovano riparo dalla pioggia nel portone della fabbrica di Edison a Ward Street in New Jersey. Invitate ad entrare da un impiegato che le conosce, incontrano Thomas Alva Edison impegnato a lavorare alla tele-scrittore per le quotazioni di borsa. **Mary Stilwell**, 15 anni e mezzo, una delle tre ragazze, rimane colpita dai suoi occhi e da quanto forse sporco e unto di lubrificante.



Mary Stilwell

Mary Stilwell e Thomas Alva Edison si sposeranno il giorno di Natale del 1871. Si stabiliscono al 53 di Wright Street a Newark.

Nel primo anno di matrimonio Edison registra con successo ben 39 brevetti. Si nota che le fasi iniziali dei due matrimoni di Edison (si risposerà una seconda volta dopo la morte di Mary a soli 29 anni) presentano straordinari parallelismi. In entrambi i casi si innamora di ragazze che vanno ancora a scuola e in entrambi in casi in primavera, gli fa la corte tutta l'estate, le sposa dopo l'estate secondo il rito della Chiesa Episcopale Metodista e nei mesi successivi il matrimonio diventa un vulcano di idee che immediatamente brevetta e realizza in pratica. Infine, entrambe le mogli gli danno prima una figlia e poi due figli maschi.

A Settembre 1873 c'è un (altro) drammatico episodio di grande panico in borsa a New York. Le banche sprofondano e si innesca una crisi che durerà per tutto il decennio. In questo periodo Thomas Alva Edison dimostra il **telegrafo quadruplex**, che usa il fenomeno dell'induzione, da lui ora appieno padroneggiato. La dimostrazione è un successo e due giorni dopo, il New York Times lo annuncia al mondo. Edison ha un **primo assaggio di notorietà**.

Poi inventa e sviluppa la **penna elettrica**: una stilo collegata ad una batteria e terminante con un ago che guizza su e giù velocemente grazie ad un motore elettromagnetico che gli fa perforare un foglio mascherina in linea continua, permettendo all'operatore di scrivere o disegnare. La mascherina risultante veniva poi montata e premuta su carta bianca e il rullo viene coperto di inchiostro per ottenere tutti i duplicati desiderati. E' uno strumento un po' scomodo da usare e richiede notevole abilità, ma vende in dieci anni ben 60 mila pezzi. Si tratta anche del **primo bene di consumo ad impiegare un motore elettrico**, nonché il primo duplicatore per grandi numeri di copie.

Poi inizia una serie di esperimenti sul **telegrafo acustico** per la Western Union. In meno di una settimana migliora il trasmettitore acustico di Gray con un delicato equilibrio di elettromagneti, risuonatori e pendoli elastici, ognuno collegato alla propria bat-

teria.

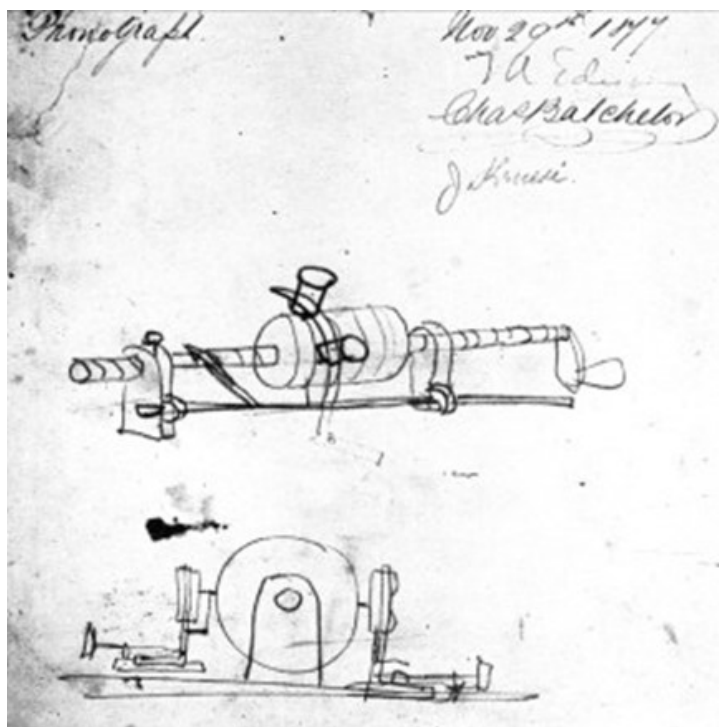
Il 28 Novembre 1875 annuncia ai giornalisti la sua scoperta della "**forza eterica**": ha in realtà scoperto le **onde elettromagnetiche ad alta frequenza**, come confermerà **James Clerk Maxwell** dal punto di vista teorico e successivamente **Hertz**, **Lodge** e **Marconi** nella pratica sperimentale.

Il 10 Maggio 1876 avviene l'inaugurazione del **Centennial di Philadelphia**. Il giorno prima, Thomas Alva Edison registra l'ultimo dei suoi primi 5 brevetti, tutti registrati come "telegrafi", anche se 3 in realtà sono telefonici. Al Centennial di Philadelphia il momento apice è il 25 Giugno con la dimostrazione da parte di **Alexander Graham Bell** del suo telefono ad un pubblico ristretto. Da figlio del creatore di un metodo didattico per sordomuti e lui stesso insegnante per non-udenti, Bell ha una conoscenza della fonetica assai più elevata e fine di quella di Edison, che non è presente alla presentazione. Edison ha anche un **grave problema di udito**: è completamente sordo dall'orecchio sinistro e quasi completamente nel destro. Registra compulsivamente, quasi fanaticamente, ogni parola, pensiero, azione che ritenga abbia valore pratico. Come un altro sordo votato alle continue annotazioni, **Beethoven**, anche Edison **senza una matita si sente perso** e di continuo si caccia in tasca taccuini e foglietti promemoria.

Poi scrive una interminabile domanda di brevetto per un **super sistema di trasferimento telegrafico acustico** che sfrutta in pratica il concetto di ripartizione del tempo che anticipa di un secolo i protocolli ad accesso multiplo a divisione di tempo (**TDMA**).

Subito dopo dimostra il **telegrafo parlante a tastiera**: il concetto di testo trasformato digitalmente in suono unendo nello stesso strumento registrazione e riproduzione. Ci lavora parecchio per riuscire ad includere il suono corretto di parole sibilanti come *scythe* (falce), che per una persona quasi completamente sorda come Edison non deve essere stato semplice... In pratica ha realizzato invio del suono, ricezione del suono, registrazione del suono e riproduzione del suono, tutto in una unica sequenza collegata da sue macchine.

E poi, il 15 Agosto 1877, concepisce il **fonografo**, lo disegna su un foglietto e lascia ordine scritto al suo collaboratore Kruesi di realizzarlo in pratica



La bozza di Edison data al suo collaboratore John Kruesi (Credit: National Park Service)

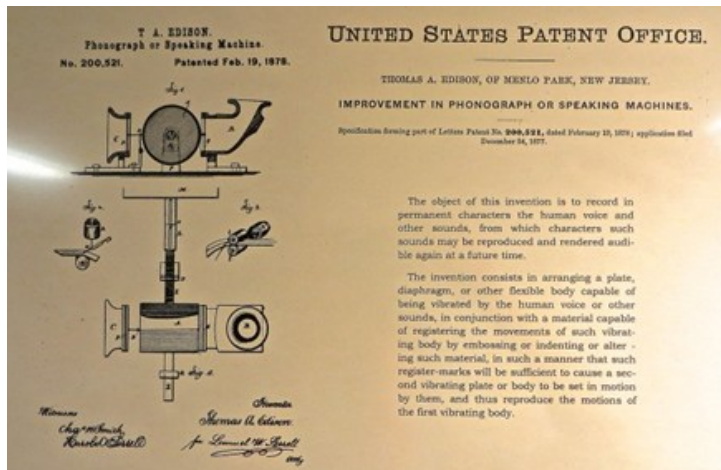
Edison ha quindi dato i natali all'industria della registrazione sonora e dell'intrattenimento musicale. Considera il fonografo la sua invenzione preferita, nata quasi per caso durante esperimenti sul telegrafo e sul telefono.

Lo storico Allen Koenigsberg, d'intesa coi direttori dell'Oxford English Dictionary, attribuisce la parola "**hello**" a Thomas Alva Edison, che la aveva coniata per rispondere al telefono al posto del più datato "**halloo**" o del "**ahoy**" preferito da Alexander Graham Bell.

L'8 Dicembre 1877 la rivista Scientific American va in stampa con lo scoop sul **fonografo parlante** di Thomas Alva Edison. L'articolo è di ben 15 mila parole e anche la fantasia si arrende alle possibili applicazioni di questa invenzione.

Edison passa dalla celebrità all'eminenza, accettando l'invito a presentare il fonografo parlante alla **National Academy of Sciences** presso la **Smithsonian Institution di Washington**. George Bar-

ker dell'University of Pennsylvania organizza un **confronto pubblico fra i telefoni di Bell, Phelps, Gray ed Edison**. I primi tre, tutti magnetici, sono afflitti da segnali deboli e con interferenza sulla linea da Philadelphia, mentre quello di Edison, grazie al trasmettitore al carbonio, suona forte e chiaro.



Un brevetto di miglioramento del fonografo di Edison

Ma Thomas Alva Edison sta esaurendo la fantasia, non per le invenzioni, che continuano a ritmo serrato, ma per il nome da dargli. Ha un tale bisogno di nuove parole da attribuire alle sue invenzioni (gli sono stati riconosciuti 1093 brevetti) che ordina al suo libraio di procurargli una copia del glossario etimologico delle parole di derivazione greca.

Il suo collaboratore Charles Batchelorin una lettera si firma scherzosamente:

"Yours phonographicarbontelephonically, Batch".

Il 29 Luglio 1878 c'è una **eclisse totale di Sole in Wyoming**, osservata anche da una spedizione olandese, che ne fa un dettagliato disegno che viene poi stampato in diverse copie (una copia la acquisterò io quasi un secolo e mezzo dopo a Delft in Olanda dove ero a visitare mio figlio).

Edison si decide a partecipare all'evento per sperimentare il suo **tasimetro**, per misurare il calore emesso dalla corona solare nel momento della totalità. Arriva il 18 Luglio a Rawlins, poco più di una fila di negozi e bar sulla strada principale, e viene accolto da "Texas Jack", un pistolero locale, che spara ad una bandierina fuori dalla finestra per di-

mostrare la propria abilità. I locali lo rassicurano: *"Jack è un buon diavolo, mica uno di quei criminali che girano in città"*. Una scena da Far West. E in effetti lo è, letteralmente... In città c'è anche Henry Draper col suo telescopio.



Edison ascolta il suo fonografo

Il tasimetro di Edison è una scatola simile ad una macchina fotografica, con visore a fessura, regolatore al nero fumo premuto tra due dischi di platino collegati ad una batteria, dietro ad un disco di vulcanite. Un galvanometro adiacente proietta il fascio di luce su una scala graduata con sensibilità un milionesimo di grado Fahrenheit. Si esercita la notte prima sulle stelle Arturo e Vega, ma il giorno della totalità, il tasimetro finisce rapidamente fuori scala e ad Edison non rimane che attendere la fine della totalità e i galli disorientati che si mettono a cantare in pieno giorno.

La vigilia di Natale 1878 (per lui non esistono – o quasi – le festività e ferie) presenta domanda di brevetto per il **fonografo** parlante e sbalordisce gli esaminatori che, non avendo nulla con cui confrontarlo, glielo concedono senza discutere. Qualche mese dopo, il Daily Telegraph definirà Edison **"il**

"mago di Menlo Park", etichetta che gli resterà addosso anche una volta trasferitosi a New York.



La mia copia della rappresentazione della spedizione olandese della eclisse totale del 29 Luglio 1878 in Wyoming

Assume **Ludwig Böhm** con l'incarico di **soffiatore del vetro per le lampadine a bulbo**. Böhm sviluppa molte delle prime lampadine richieste da Edison. Bohm è arrivato dalla Germania, suona la cetra, porta un berretto rosso di un'università tedesca e nel tempo libero canta *yodel alpini*. Le lampadine sono poi passate a **Francis Jehl**, addetto al vuoto all'interno dei bulbi, prima ottenuto coi suoi polmoni e poi con pompe di Geissler e Sprengel, prima di sigillare il bulbo con la fiamma ossidrica. Il vuoto dentro al bulbo raggiungeva **0,00001 atmosfere**.

A fine Agosto 1879 Edison vince la sua paura del palco, dovuta anche alla sua quasi totale sordità, leggendo un discorso in pubblico, sul **ricevitore telefonico in gesso** da lui inventato, con Alexander Graham Bell tra il pubblico. Per ben 50 anni (!) non farà più discorsi in pubblico, fino al "giubileo d'oro della luce" in suo onore, nel 1929.

Poi, finalmente, il 21 Ottobre 1879, nel suo laboratorio di Menlo Park, New Jersey, uno stoppino carbonizzato comincia ad ardere nel vuoto **del bulbo della lampadina di Thomas Alva Edison**. Produ-

ce una luce che, stavolta dopo **migliaia di tentativi**, non si sarebbe spenta presto. Durerà **13 ore e mezza prima di spegnersi**. Un record. Abbastanza per l'Old Man, per capire che, con le dovute migliori, sarebbe durata quanto voleva. **E' il momento Eureka di Edison**.

Questo successo consolida la sua reputazione di "Mago di Menlo Park", trasformando il suo laboratorio nel **primo centro di ricerca industriale al mondo**.

L'invenzione va sui titoli di testa dei maggiori quotidiani. Edison viene però **evitato o deriso da diversi giornali inglesi e francesi**, in quanto **praticone e senza una solida preparazione scientifica**.

Edison, **nella sua ignoranza americana** (come dicevano i giornali inglesi e francesi) una volta indica sdegnosamente una voce in un libro scientifico che sentenzia il Platino come infusibile tranne che al calore della fiamma ossidrica. *"Datemi qui, ve lo fondo io, in quel becco a gas! Ora guardate: le vedete lungo il filo ingrandito tutte queste bollicine? È dove il Platino si è fuso!"*.

La lampadina a bulbo è un successo che segna l'apice della sua carriera di inventore, arrivando dopo anni di contestazioni e violazioni brevettuali.



Edison col suo secondo modello di fonografo, 1877

1880 – 1890: Luce

L'ultimo dell'anno del 1879 dimostra uno straordinario spettacolo di lampade elettriche, tutte collegate assieme. L'immagine pubblica di Edison passa quindi dal mago della voce registrata a quella del mago della luce elettrica, di cui riceve la conferma del brevetto US223898 "Lampada elettrica", il 27 Gennaio 1880.

Ma non finisce qui ovviamente: cerca di ideare un intero sistema attorno alla lampada elettrica, deposita la richiesta di brevetto US369280 "**Sistema di distribuzione elettrica**". Presto applicherà questo brevetto e il US223898 "Lampada elettrica" per installare **800 lampadine nel distretto Sud di Manhattan**.

Dimostra così la sua abilità non solo come inventore ma come sistemista, progettando l'intera rete di distribuzione necessaria.



Uomini al lavoro nella fabbricazione di lampadine a bulbo di Edison, illustrazione di Scientific American, 1880

Ma l'**opinione ufficiale britannica** si serra contro la concessione ad Edison di qualsiasi priorità. La rivista scientifica Nature liquida la sua lampadina come un "*assoluto fallimento: errato nel progetto, nel principio e utile solo a mostrare come uno scaltrone possa fare a meno dell'autentica competenza scientifica*". **A Parigi** va più o meno allo stesso modo: impossibile credere che la sua lampadina

non si degradasse con l'incandescenza. Edison prende l'**anti-americanismo degli europei** con sufficiente filosofia da infischiarli di questi commenti.

Il 17 Aprile 1880, John Michels scrive una lettera a Thomas Alva Edison manifestando l'intenzione di stabilire una **rivista scientifica americana che facesse da contraltare a "Nature" britannica** fondata da Norman Lockyer per la spedizione Draper per l'eclisse del 1878. Edison finanzia il primo anno e poi si ritira. La rivista "**Science**" avrà un glorioso futuro prima con Michels e poi con Alexander Graham Bell. "Science" è quindi fondata nel 1880 dal giornalista newyorkese John Michels, ma i veri protagonisti dietro le quinte sono due giganti dell'innovazione: Thomas Edison e Alexander Graham Bell.

Edison è il primo a finanziare il progetto, ma deve ritirarsi presto a causa del calo della sua reputazione, legato ai ritardi nella commercializzazione della lampadina. A quel punto, Bell e suo suocero Gardiner Greene Hubbard rilevano la rivista e ne affidano la rifondazione all'entomologo Samuel H. Scudder, che la rilancia nel 1883. Un inizio turbolento, ma con padrini d'eccezione!

Poi Edison addobba la **prima nave con illuminazione completamente elettrica**: il Columbia. Sale sulla nave con sua moglie, sull'East River a New York. Ci sono 4 dinamo da 110VDC. Il piroscafo Columbia, 100m da poppa a prua, è del magnate delle ferrovie Henry Villard.



Edison con la sua lampadina a filamento

E il 2 Agosto 1880, a Menlo Park, New Jersey, avviene l'Esperimento decisivo per il filamento delle

lampadine: alcuni campioni di **bambù giapponesi** (fra le **migliaia che erano stati testati**) durano quasi 3 ore e mezzo all'incandescenza abbagliante di 71 candele. Un'altra versione, ridotta alla più sostenibile luminosità di 16 candele, dura ben **1.589 ore**. Da questo giorno in poi a Menlo Park, le parole bambù e filamento diventano sinonimi.

Poco dopo, il 2 Novembre dello stesso anno, nella sua cittadina di Menlo Park, realizza la **prima linea elettrica per le lampadine di illuminazione pubblica**; viene interrata e connessa appena in tempo per il giorno delle elezioni. Edison, che è un **fervente repubblicano**, dà disposizioni: "se viene eletto Garfield accendi tutto, altrimenti non accendere." I numeri volgono a favore di Garfield e le lampadine vengono accese. Un chilometro e mezzo di lampadine che brillano per incandescenza del filamento di bambù, illuminano tutta la strada, dalla stazione al fienile dietro casa di Edison. Restano accese fino a mezzanotte. **È la prima volta che lampadine a incandescenza vengono usate per salutare la vittoria di un candidato alla presidenza.**

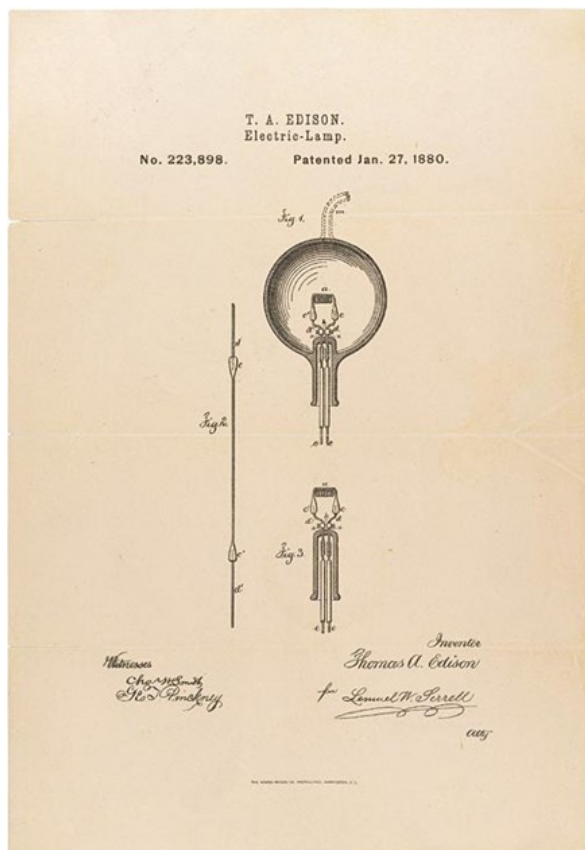


Illustrazione nel brevetto di Edison per un miglioramento della propria lampada a bulbo, 1880

Il 20 Dicembre 1880 un treno speciale arriva a Menlo Park da Thomas Alva Edison con una numerosa combriccola di dignitari municipali. Il **bourbon del Kentucky e i sigari** sono pronti. E anche i 200 lampioni con **lampadine elettriche a filamento lungo il viale**. Anche il sovrintendente al gas (le lampade al gas erano l'alternativa) Stephen McCormick, ammette che le lampadine a filamento sono più sicure per non rischiare che gli ospiti degli alberghi non si risvegliano più. Il consigliere John McClave **profetizza New York senza lampade a gas entro il 1900**.

La mattina dopo i giornali annunciano che la Illuminating Company di Edison ha il permesso di portare la luce elettrica a **51 isolati a downtown Manhattan fra East River, Nassau, Wall Street e Spruce Street**. Due chilometri quadrati e mezzo nella zona più popolata della città.



La posa dei cavi elettrici nei relativi tubi, New York

Poche settimane dopo, tre re del mondo finanziario, **John Pierpont Morgan, Egisto Fabbri** (tra i fondatori del Metropolitan Opera) e **Jacob C. Rogers**, fanno visita a Menlo Park in New Jersey da Thomas Alva Edison. La formidabile potenza lobbistica di J.P. Morgan aiuta a ridurre l'avidità di tasse del sindaco William Grace che si accontenta di 5 centesimi per piede, ammontare forfettario (aveva chiesto un 3% del guadagno lordo).

Ma poi inizia la diaspora dei suoi collaboratori con la partenza di Charles Batchelor per Parigi. Non che Edison si perda d'animo più di tanto comunque...

Testa col suo collaboratore Clarke (che è rimasto), una **dinamo 16 volte più potente di tutte le altre** fatte prima. Solo l'armatura rotante pesa una tonnellata e mezzo. È attaccata ad un **motore a vapore Porter Allen da 100 cavalli**. Edison è convinto che la velocità ottimale sia 350 rpm (rotazioni al minuto). Il letto di ghisa del Porter Allen è spesso 60cm per attenuare le vibrazioni. Ma il basamento inizia a tremare sotto i piedi. Edison col cronometro in mano continua ad urlare: "su su!". Clarke si sente rizzare i capelli in testa. Quando attivano l'indicatore di velocità indica 750 rpm, pericolosamente vicino al punto di disintegrazione. Finalmente rallentano il motore. **Tempi eroici e anche pericolosi...**

Il primo di Marzo 1881 Edison lascia Menlo Park in New Jersey e si sistema con la sua famiglia al **numero 72 della Fifth Avenue a New York City**. Lo stesso giorno arriva dall'Inghilterra anche **Samuel Insull**, per gestire le finanze, piuttosto disastrose, di Edison, che **al riguardo del denaro era quasi come un bambino**.

Proprio con Samuel Insull, appena arrivato, si recano in Goerck Street, New York, vicino all'East River, per prendere visione di tre vecchi stabilimenti: un'immensa vecchia ferriera che ora è coronata dalla scritta EDISON MACHINE WORKS con caratteri alti un metro. Edison la aveva presa in affitto, messa in sesto e attrezzata per 65 mila \$. **Diventerà la General Electric**.

All'Esposizione di Parigi (23 Settembre 1881), l'arrivo dagli Stati Uniti della **grande dinamo di Edison** suscita una vasta impressione: è quattro volte più grande di qualsiasi generatore mai visto in Europa prima. Viene chiamata "**Jumbo**". "*Edison non è un mito*" ammette il giornale Le Figaro, che prima aveva denigrato il praticone d'oltreoceano.

Lo stesso anno gli viene concesso il brevetto per il **contatore elettrolitico** che misura la corrente, senza alcuna bobina e senza bisogno di alimentazione. Permette a coloro che vogliono **tassare l'energia elettrica**, di misurarla in modo affidabile e poco costoso, aprendo così **enormi prospettive di commercializzazione**. Thomas Alva Edison accumula **nel 1880 ben 80 brevetti approvati, 90 nel**

1881 e 100 nel 1882. Edison sta vivendo un periodo di produttività eccezionale, con **un brevetto in media ogni 4 giorni**. Nel decennio successivo ne fa uno alla settimana, unendoli alle sue altre attività di **costruttore, ingegnere, imprenditore, pubblicista, cospiratore, dirigente, marito, padre**. Alcune delle sue aziende sono la **Edison Electric Light Company, la Machine Works, la Edison Company for Isolated Lightning, la Edison Ore Milling Company**.

La rivista **Scientific American** pubblica la descrizione dettagliata del **Sistema di Illuminazione Elettrica Edison**. La rivoluzione attuata è del resto così discreta che pochissimi si accorgono di quello che sta accadendo: **la fine del contrasto fra notte e giorno che durava da tutta la storia umana**.



Volume 47, Numero 8 di Scientific American del 1882

Poi arriva il momento teatrale: a Manhattan, New York. Premendo un semplice interruttore, Thomas Alva Edison, **trasforma il First District di Lower Manhattan da un alveare fiocamente illumina-**

to a gas a un trionfo di gioielli sfolgoranti.

Di momenti teatrali ce ne saranno altri: da uno yacht a St Augustine, con una lenza elettrificata, riesce a **uccidere uno squalo di oltre 3 quintali, mortalmente folgorato**, che viene poi caricato a bordo, per finire poi in mostra permanente al locale museo Vedder.

Poi, il 9 Agosto 1884, sua moglie **Mary Stilwell, muore alla giovane età di 29 anni**, per cause sconosciute. Si erano sposati il 25 Dicembre 1871 quando lei aveva solo 16 anni e si conoscevano da soli due mesi. Hanno avuto 3 figli: Marion Estelle, Thomas Alva Jr, William Leslie. È possibile che Mary sia morta di overdose o per un tumore al cervello. I dottori dell'epoca frequentemente prescrivevano **morfina e altri oppiacei** per curare un'ampia varietà di malori. Edison si risposerà il 24 Febbraio 1886 con **Mina Miller** di 20 anni, figlia dell'inventore Lewis Miller e avranno altri 3 figli: Madeleine, Charles, Theodore. Mina morirà il 24 Agosto 1947, dopo suo marito.



Mina Miller e Thomas Edison

L'attività di inventore continua a testa bassa: gli viene assegnato il brevetto per l'**indicatore di emissione termoionica (Effetto Edison)**. Edison non lo sviluppa ulteriormente, ma si tratta della **prima valvola termoionica, che lancerà il settore dell'elettronica**.

Nel 1884, Nikola Tesla arriva negli Stati Uniti e inizia a lavorare per Thomas Edison per un breve periodo. Questo segna l'inizio di un **rapporto complesso** tra i due inventori, caratterizzato da collabo-

razione, conflitti e, in ultima analisi, da una rivalità nota come la "Guerra delle Correnti". Edison accoglie infatti il suggerimento del suo collaboratore Charles Batchelor, che aveva conosciuto Tesla l'anno prima a Parigi, ed era rimasto impressionato da come capiva l'elettricità, oltre che dal suo vorace appetito per le bistecche. Su entrambi i fronti, l'America sarebbe stato sicuramente il luogo più adatto per Nikola Tesla. Edison commenterà poi: "Questo è uno dannatamente in gamba!"

Ma il 1884 è anche l'*Annus horribilis* di Thomas Alva Edison, nonostante la sua iperattività brevettuale e non solo: **le follie finanziarie, l'orlo della bancarotta, la vendita umiliante della casa** (in realtà riacquistata da un suo fidato prestanome), la perdita improvvisa della giovane moglie e madre dei suoi figli.

L'anno successivo va in gita nel Nord dello stato di New York e nel New Hampshire, con la giovane Mina Miller, di 19 anni e altri 4 accompagnatori. Mina diventerà l'anno dopo sua moglie. Andranno a risiedere a **Llewellyn Park**, un'esclusiva enclave di collina recintata a **West Orange in New Jersey**, non lontano da New York.

Il "nostro" **Teatro alla Scala di Milano viene illuminato dalle lampadine di Edison**.

Thomas Alva Edison e Nikola Tesla (che lavora per **Westinghouse**) combattono in questi anni la Guerra delle Correnti AC vs DC. Il teatro di Milano è il primo edificio pubblico in Europa ad essere illuminato da luce elettrica.



Il Teatro alla Scala di Milano illuminato dalle lampadine di Edison

Nonostante l'iniziale vittoria di Edison, Milano pochi anni dopo avrà un ruolo pioniere in Europa nel passaggio alla AC di Tesla e Westinghouse.

La difesa della corrente continua è stato uno degli errori strategici più ostinati di Edison.

Dopo uno sciopero generale alla Edison Machine Works, per aumento degli stipendi e riconoscimento sindacale, Edison pensa di spostare le attività a **Schenectady**, dove il suo collaboratore finanziario Insull aveva rilevato una vecchia fabbrica di locomotive. Schenectady diverrà una famosa sede della General Electric.

Coinvolge sua moglie Mina come sua assistente nel suo lavoro in laboratorio. La chiama col nomignolo "**Billy**".

Quando l'Ufficio brevetti degli Stati Uniti assegna a Karolyi Zipernovsky, Otto Blathy e Miksa Deri, di Budapest, il brevetto del trasformatore con bobina di induzione (**trasformatore ZBD**), entra nel vivo la "Guerra delle correnti" AC vs DC fra Edison e Tesla (che lavora per Westinghouse).

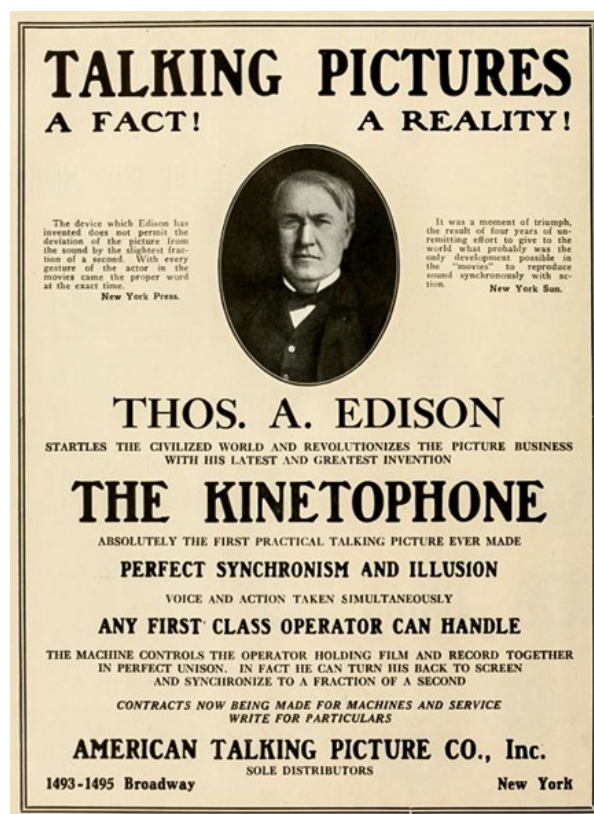
La corrente diretta (DC) non è adatta ad essere trasportata su lunghe distanza, mentre il trasformatore ZBD abilita la corrente alternata (AC) ad essere facilmente trasportata su enormi distanze elevando il voltaggio e riducendo parimenti la corrente.

Il 27 Febbraio 1888, il fotografo **Eadweard Muybridge** (sì, non è un errore – il nome si scrive così...) va a trovare Edison dopo aver dato una dimostrazione di **immagini zoopraxiscopiche**, ovvero immagini che si susseguono velocemente e lasciano sulla retina una impressione di movimento. Edison prova forte interesse.

Nel giro di poche settimane Edison arriverà ad ideare il **Kinetografo** (ovvero la macchina da presa, cioè lo strumento per registrare le immagini in movimento) e il **Kinetoscopio**: "*uno strumento che fa per l'occhio quello che il fonografo fa per l'orecchio*". Un apparecchio per guardare filmati in movimento individualmente, attraverso un oculare. Venticinque esposizioni al secondo per ventotto minuti per un totale di 42 mila immagini.

Lo stesso anno è tirato dentro la controversia più

spiacevole della sua carriera: la Medico-Legal Society notifica all'assemblea legislativa dello Stato di New York che il modo più rapido e meno doloroso per **giustiziare i criminali condannati a morte**, è con una scarica di 3000V di corrente continua o alternata. Edison è in effetti convinto che il selvaggio movimento alternato 60 volte al secondo della corrente alternata avrebbe distrutto tutte le cellule del corpo. A questo punto della "Guerra delle correnti" fra AC e DC, la vittoria è già praticamente nelle mani della corrente AC: Westinghouse ha ricevuto nell'ultimo mese più ordini di luci da collegare in AC che quelli in DC ricevuti da Edison in un anno.



Il Kinetofono, o Talking Picture, di Edison un kinetoscopio (apparecchio per guardare filmati con un oculare) con audio sincronizzato tramite un fonografo

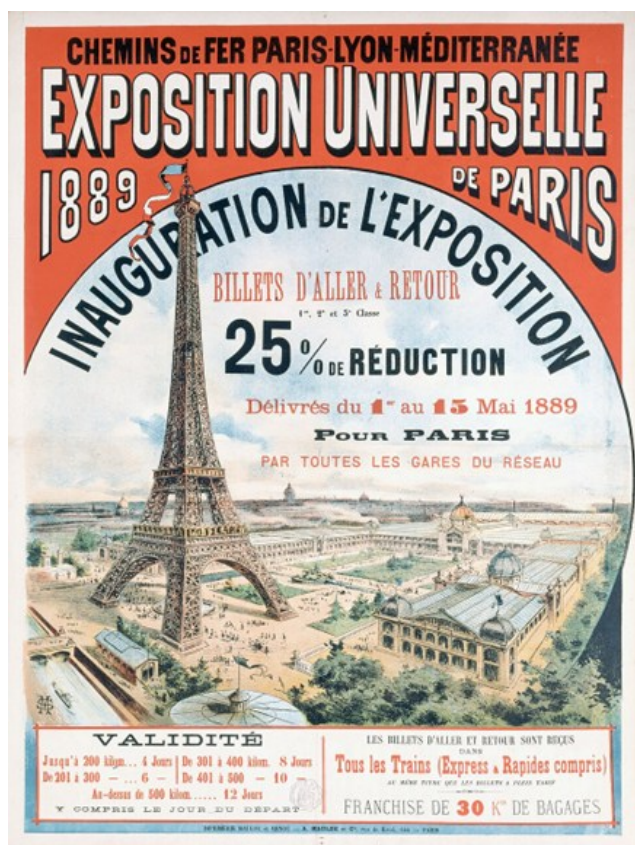
Per l'**elettrocuzione della sedia elettrica**, Edison, forse in buona fede credendo la AC più letale, suggerisce comunque la corrente alternata AC. In Dicembre, la Medico-Legal Society raccomanda la AC per la **sedia elettrica del carcere di Sing Sing**. A questo punto Westinghouse, che fino a quel momento si era tenuto in disparte, accusa la commissione di essere il **sottopancia prezzolato della Edison Electric Light Company** e un cinico terro-

rista psicologico. Harold Brown, della commissione, sfida Westinghouse a **un incontro di boxe elettrica**, coi guantoni un paio in AC e un paio in DC e **il voltaggio aumentato di 20V ad ogni round**.

Westinghouse non raccoglie la sfida.

Edison aveva coniato addirittura il termine 'Westinghousizzare' come sinonimo della morte sulla sedia elettrica, che rivela il lato competitivo e spietato di Edison nella sua lotta commerciale contro Westinghouse.

Nel 1889 c'è l'Expo a Parigi: **l'Esposizione Universale per il centenario della presa della Bastiglia e della Rivoluzione Francese**, oltre al 18° anniversario della Terza Repubblica. L'evento viene finanziato da fondi statali e cittadini, con l'aiuto di una lotteria e con l'intervento della Banking House Crédit de France.



L'esposizione Universale di Parigi, 1889

La direzione generale dei lavori è affidata ad Adolphe Alphand, l'ingegnere che aveva preso parte, sotto la direzione del barone Haussmann, al riassetto urbanistico di Parigi voluto da Napoleone III, realizzato tra il 1852 e il 1870. Consigliere dell'architettura

è invece Charles Garnier, che aveva già progettato l'Opera di Parigi, mentre Charles Vigreux si occupa dei servizi meccanici ed elettrici. L'Expo parigina del 1889, infatti, è **uno dei primi eventi in cui si sperimenta su vasta scala l'uso dell'elettricità come fonte di energia alternativa al vapore**.

Il padiglione di Edison, di gran lunga il più grande dell'esposizione, attira 30 mila visitatori al giorno. Occupa mezzo ettaro del **Palais des machines** e si incentra su **una lampadina di lampadine: 20 mila bulbi** raggruppati a forma di lampadina, la cui luce cade su ben 493 invenzioni di Edison.

La voce e musica metallica dei fonografi era il suono di **una nuova voce: era aspra, di macchine parlanti e soli artificiali, e del Dieu moderne, la tecnologia come Dio**.



La lampadina fatta di lampadine, nello stand di Edison, il più grande dell'esposizione

1890 – 1900: Magnetismo

Sviluppa il **cinematografo** e il **cinetografo**: si tratta di una macchina per vedere immagini e udire suono sincronizzato e di una macchina da presa, basata sul Kinetoscopio a base cilindrica da lui con-

cepito anni prima. Registrano immagini su pellicola a 10 fotogrammi al secondo, con pellicola di nitrato di cellulosa fotosensibile di George Eastman di Rochester, New York. Sono rotoli di 70mm poi **tagliati a metà per creare il formato 35mm che poi diventerà standard** nella cinematografia. Sfrutta la **persistenza della visione nell'occhio umano**.

Edison getta quindi le basi tecnologiche per la nascita dell'industria cinematografica globale.

Il 14 Luglio 1891, si siede sul bordo del letto per leggere un telegramma: il giudice Wallace ha **confermato il suo brevetto sulla luce elettrica tramite lampadina a bulbo**. Dopo tutte le imitazioni, contestazioni e violazioni degli ultimi 11 anni, finalmente la sua prima lampadina del 1880 brilla senza ombre! Westinghouse farà ricorso e Edison non avrà comunque i 15 milioni \$ di arretrati che la United States Electric gli deve. La decisione del giudice Wallace verrà confermata dalla US Court of Appeals il 5 Ottobre 1892.

Il 6 Febbraio dell'anno successivo trapela la notizia della fusione fra la Edison General Electric Company e la Thomson-Houston. **Nasce la General Electric.**

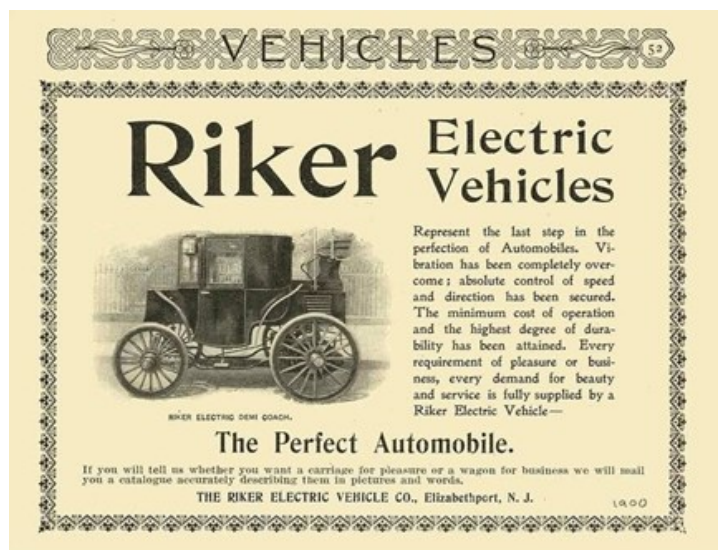
Verrà annunciata ufficialmente solo il 15 Aprile. Questo rappresenta la transizione di Edison da inventore solitario a figura centrale della grande industria americana.

Sul finire del decennio, Edison fonda l'**Edison Portland Cement Company** con capitale 11 milioni \$ e cerca la sede nell'Ovest del New Jersey. La trova a **Ogden**, dove costruisce la fabbrica e le case a schiera per gli operai. Il business non decollerà e dovrà chiudere definitivamente nel 1900 per poi essere smantellato. L'episodio dimostra comunque la sua volontà di diversificare i business, anche se l'impresa non è decollata.

1900 – 1910: Chimica

I carri (le auto – come le chiamiamo oggi) elettrici e le automobili, a differenza dei tram e dei treni, dipendono da batterie ricaricabili al piombo acido. Sono pesantissime a causa della lastra di piombo e soffrono, come detto, dello sciabordio del liquido acido e corrosivo che pure puzza.

Le auto elettriche, è noto, non sono un'invenzione degli ultimi anni, anzi. L'8 Settembre 1896 alla Fiera statale di Providence, Rhode Island, **due auto elettriche della Riker Electric Motor Company di Elizabeth, NJ, capaci di una media di 25Km/h, battono due Duryea a benzina nella prima gara automobilistica mai svoltasi negli Stati Uniti.**



Un'auto elettrica Duryea

Le **auto a benzina sono di difficile accensione**: il movimento a mano della manovella, all'accensione, rischia di spezzare il braccio. Richiedono anche uno stridente e **pericoloso cambio di marcia** man mano che si accelera. In più producono uno **smog maleodorante** e sono **molto rumorose**.

I **tram a vapore** impiegano 45 minuti per andare in temperatura e necessitano di frequenti rifornimenti d'acqua. Per cui i **cavalli** la fanno ancora da padroni nelle strade delle metropoli occidentali. E con loro, le **montagne di escrementi equini ai bordi e al centro delle strade**, coi conseguenti problemi di igiene ed epidemie. **Edison si dice pronto a scommettere che la trazione elettrica alla fine vincerà, forse non per le automobili, ma almeno per le consegne e i taxi.** Nel 1900 negli Stati Uniti i veicoli a vapore sono il 40%, quelli elettrici il 38%, quelli a benzina il 22%. La batteria su cui si basano quelle elettriche si basa sull'invenzione di Gaston Platè del 1859. Ma Edison ha in serbo una rivoluzione nel campo delle batterie...

Il 15 Ottobre 1900, deposita il brevetto sulla sua invenzione più complessa dopo il telegrafo quadruplex del 1874. Si tratta della **batteria ricaricabile Cadmio-Rame**. Quando la batteria si scarica, il cadmio diventa ossido di cadmio e l'ossido rameico diventa rame. Durante la ricarica viceversa. Anche l'acqua nell'elettrolita si decompone e poi si rigenera. C'è così poca evaporazione che alla cella non serve nemmeno un tappo di rabbocco, come ai suoi rivali presenti sul mercato all'epoca. **È una batteria all'avanguardia che rende omaggio alla batteria di Alessandro Volta di un secolo prima.**

Investe anni di lavoro e migliaia di esperimenti falliti, dimostrando la sua celebre perseveranza: **'Non ho fallito, ho solo trovato 10.000 modi che non funzionano'.**

La **Edison Storage Battery Company** viene capitalizzata in borsa a Wall Street per 1,5 milioni \$.



Auto elettrica Bailey Electric promossa da Edison

Ma il confronto con Tesla non è terminato.

Il 12 Aprile 1901 alla Havemeyer Hall della Columbia University, New York, **Nikola Tesla** tiene una lezione/dimostrazione sull'elettricità. Partecipa anche Thomas Alva Edison, che aveva avuto Tesla come dipendente alla Edison Machine Works per sei mesi, come detto. Edison arriva un po' in ritardo, mentre Tesla sta già presentando. Tesla si interrompe alzando lo sguardo verso l'inventore, afferra la mano di Edison e gliela stringe mentre lo fa acco-

modare. Ci sono ovazioni per entrambi. I rapporti fra i due, dopo l'interruzione della collaborazione professionale, sono infatti stati distaccati ma cordiali. Un altro osservatore interessato alla conferenza è **Guglielmo Marconi**. A 27 anni l'ingegner Marconi è poco più vecchio degli studenti presenti in sala.

L'anno dopo, alla Esposizione Panamericana di Buffalo, viene assassinato il presidente William McKinley. I suoi giorni di agonia ricevono ampia copertura mediatica. Gli succede il vicepresidente **Theodore Roosevelt**. All'Esposizione c'è anche l'illuminazione elettrica di Thomas Alva Edison, la cui attività commerciale e manifatturiera include anche gli studi cinematografici, i cementifici, le batterie di accumulatori.

La produzione della batteria per automobile di Edison è ormai cresciuta abbastanza per lanciarla sul mercato. La battezza **E-type**. Poco dopo **si compra due auto elettriche Lansden: un coupé e una express wagon coperta**. Decide infatti di non lasciarsi impressionare dalla sempre maggiore popolarità delle automobili a benzina.

Nel 1906 il **filamento di tungsteno della lampadina a bulbo**, molto più resistente e duraturo, è introdotto nel 1906 da William David Coolidge, un ingegnere della **General Electric**. Il tungsteno ha un punto di fusione elevatissimo, il che lo rende ideale per sopportare le alte temperature necessarie all'incandescenza senza deteriorarsi rapidamente. Edison ha avuto un ruolo fondamentale nello sviluppo della lampadina, ma non fu quindi lui a introdurre il tungsteno.

Infine, dopo 9 anni di lavoro di ricerca e sviluppo, Thomas Alva Edison annuncia che la batteria ricaricabile è una realtà assodata. Mostra le sue **E-cells da 1,2V: sottili, leggere, lustre**. Edison ha attuato **una rivoluzione nel settore elettrochimico**. E' composta da 120 lamine di nichel spesse 1/25000 mm ciascuna. Ogni cella è composta da 5 lamine negative e 4 positive isolate con gomma rigida, compresse e saturate con idrossido di potassio e litio. **L'aggiunta di Litio precorre di 60 anni le batterie al litio**. Edison ne stima la durata in almeno 4 anni, ma si sbaglia di almeno un fattore 10: **ne saranno trovate di funzionanti dopo 45 anni!**

In poco tempo Edison riceve enormi ordinativi per camion, taxi, tram, spedizionieri.

In pochi anni più di metà dei camion in giro per gli Stati Uniti sono elettrici con la batteria di Edison. Ne viene fatta una versione anche per i **sommergibili**. Ma Edison ha indugiato troppo per contrastare la **fulminea popolarità dei veicoli a combustione interna: un anno prima la Ford Motor Company di Detroit aveva introdotto la Ford Model T a basso prezzo e alto chilometraggio**. La batteria ricaricabile di Edison verrà utilizzata ampiamente nelle ferrovie, nelle miniere e nei primi veicoli elettrici; antenata delle moderne batterie industriali.

1910 – 1920: Difesa

Edison deve ammettere, suo malgrado, che è davvero necessario adattarsi alla **tecnologia dei dischi per il suo fonografo** (lui spingeva quella dei cilindri). Dà il permesso di reincorporare la **National Phonograph nella Thomas A. Edison Inc.** Le fabbriche di batterie e di cemento di Edison sono tenute separate per non spaventare gli investitori, che sempre di più sono spinti verso l'ideale moderno di società ad azionariato diffuso gestite da professionisti.

Decide poi che la sua invenzione, la **batteria alcalina tipo A**, è abbastanza matura per uso industriale. Investe 1.2 milioni \$ in questo progetto manifatturiero e inizia a fornire alla **Ford Motor Company** 450 mila batteria tipo A ogni anno.

A Marzo 1913 viene messo in commercio il suo **Cinetofono**, in una **tenda ad accesso limitato imbottita di amianto** per ovviare all'effetto eco (secondo Edison). Include un **cilindro di cera per la registrazione di 6 minuti e mezzo di voce o musica**. Con una vite senza fine vi è un collegamento alla **macchina da presa**. I **movies** vengono man mano chiamati anche **talkies**, un termine che diventa di moda. La dimostrazione pubblica viene data proprio a Manhattan al **Colonial Theatre di New York** ed è un successo! Ci sono commenti come *"è tutto così naturale da apparire inquietante"*, oppure **"ho sentito una fotografia abbaiare"**.

Ma il disastro è dietro l'angolo: il 9 Dicembre 1914

la fabbrica di Edison prende fuoco durante la notte. I danni sono ingenti a causa delle strutture in legno e ai depositi di materiale infiammabile come pellicole e nitrato, alcol e fenolo altamente volatile. Tra i 12 mila curiosi che si accalcano a vedere il tremendo panorama c'è anche Thomas Alva Edison, **stranamente calmo e divertito**, dopo essersi assicurato che il suo laboratorio era al sicuro. Alle 7 del mattino esplode un serbatoio di benzene. Edison, come se stesse vedendo un esperimento scientifico, cerca di indovinare cosa sta bruciando ed esplodendo a seconda degli eventi. Alla fine commenta *"sì, stanotte è andata in fumo una grande fortuna, ma non è uno spettacolo bellissimo?"*. In effetti il danno si rivelerà meno grave del temuto, anche se risulterà un operaio ucciso. **Le esercitazioni anti incendio avevano svolto il loro compito di allenamento e le evacuazioni erano state efficaci. Edison non licenzia nessuno e parte a testa bassa a ricostruire, stavolta col suo cemento Portland, al posto del legno.** L'assicurazione contro gli incendi paga un terzo dei danni stimati e a fine Dicembre riprende la produzione di **cilindri Blue Amberol per i fonografi**.

1920 – 1930: Botanica

Sono tempi burrascosi: il 16 Settembre 1920 a New York un carro bomba pieno di frammenti metallici esplode davanti alla sede di J.P. Morgan a Wall Street, Manhattan. Rimangono uccisi 32 passanti e feriti altre centinaia. Le autorità attribuiscono l'attentato agli anarchici, ma per i finanziari è solo uno stimolo ulteriore al panico. Lo stesso giorno Edison, per reagire al panico finanziario per l'attentato, e relativo crollo in borsa e recessione, licenzia quasi tutti i dipendenti assunti da suo figlio Charles in sua assenza.

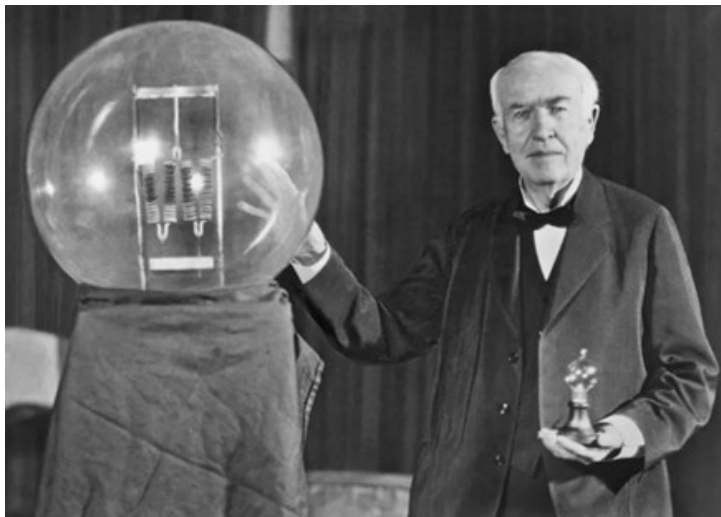
Ma poi arriva l'occasione di concentrarsi su qualcosa di completamente diverso: il 27 Febbraio 1923 la Firestone lancia un appello per l'indipendenza americana nella **gomma**. La Camera stanziava 500 mila dollari e a inizio Marzo il presidente Harding firma il Mc Cormick Bill. Ma pochi mesi dopo, il presidente muore di infarto improvviso. Ai funerali, che si tengono a Marion, Ohio, c'è anche l'amico Thomas Alva Edison, che poi visita anche Milan, Ohio, dove c'è la

sua casa natale.

Thomas Edison non è stato l'inventore della gomma sintetica, ma ha avuto un ruolo interessante nella ricerca di fonti alternative di gomma naturale: durante la Prima Guerra Mondiale, insieme a Henry Ford e Harvey Firestone, Edison partecipa a un progetto per trovare piante americane da cui ricavare lattice, per ridurre la dipendenza dagli alberi della gomma del Sud-est asiatico. Sperimenta centinaia di specie vegetali e scopre che una varietà di **verbascio gigante (goldenrod)** può produrre lattice in quantità utili. Crea persino una pianta di goldenrod geneticamente selezionata alta più di 3 metri, con un contenuto di lattice molto superiore alla norma.

La gomma sintetica, come la intendiamo oggi, fu sviluppata invece da Fritz Hofmann (Bayer, Germania, 1909) e Sergei Lebedev (1923) e prodotta da Industrie statunitensi e tedesche durante la Seconda Guerra Mondiale, che porteranno alla produzione su larga scala.

Il 21 Ottobre 1929, si tiene il **Giubileo d'oro della lampadina elettrica**, per celebrare l'invenzione di Thomas Alva Edison.



Edison con la sua lampadina al Giubileo d'oro

Sono presenti le famiglie più famose di industriali fra cui i **Rockefeller**, i **Morgenthau**, i **Rosenwald**, i **Kahn**, **Orville Wright**, **George Eastman**, **Henry Ford**. E poi il **presidente Hoover**. E arriva il telegramma di congratulazioni, che viene letto in pubblico, di **Guglielmo Marconi**. Dopo il discorso

di Thomas Alva Edison, interviene **Albert Einstein** sul palco coi suoi elogi, in tedesco, che poi termina con poche stentate parole in inglese: "**Good night my american friend**". Si tratta del primo discorso che Thomas Alva Edison teneva su un palco in pubblico da ben 50 anni. Era infatti terrorizzato dai discorsi in pubblico a causa della sua quasi totale sordità (totale nell'orecchio sinistro e quasi totale nel destro) che gli faceva dubitare di stare tenendo il tono e volume giusto della voce. La settimana dopo, il 29 Ottobre, avviene il famoso crollo di Wall Street, e molti dei plutocrati seduti nelle prime file vedranno evaporare buona parte delle loro fortune.

Due anni dopo, il 18 Ottobre 1931, di Lunedì alle



Edison a New York

ore 3:24 del mattino, Thomas Alva Edison muore. Sua moglie Mina e tutti i suoi figli sono al suo capezzale.

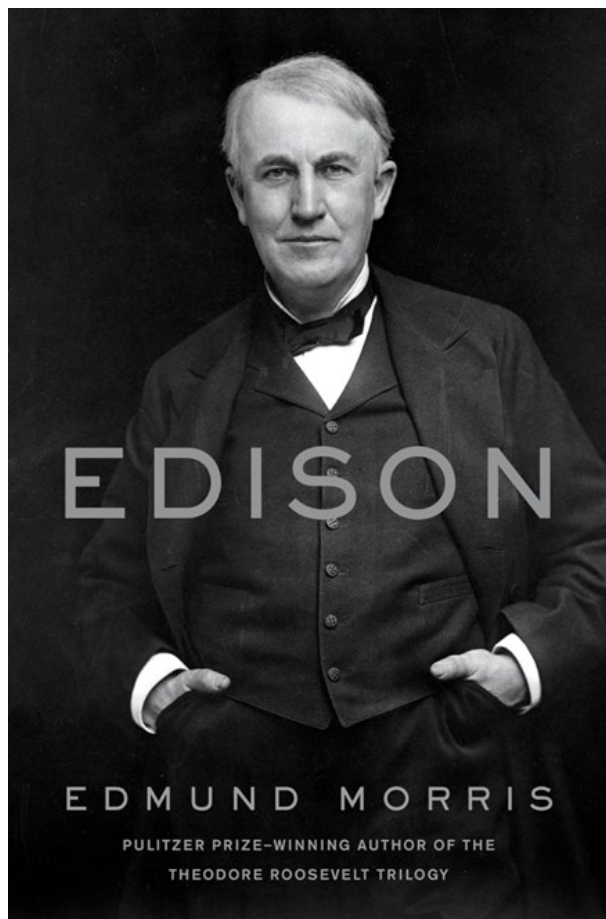
Oltre alla grave sordità che iniziò nell'adolescenza, e forse tratti di dislessia, si ritiene che da adulto fosse affetto da diabete, anche se queste condizioni sono più speculative, mentre la sordità fu un fattore chiave nel suo apprendimento autodidatta.

Il diabete, invece, fu una condizione che lo costrinse a seguire una dieta specifica (che a volte consisteva in solo latte) e che potrebbe aver contribuito al suo declino fisico che lo portò poi alla morte a 84 anni.

Ha continuato a fare brevetti fino all'ultimo. Ha ottenuto oltre 1093 brevetti durante la sua vita. L'ultimo brevetto (*electroplating process component*) è stato depositato poco prima della sua morte e con-

fermato postumo nel 1933.

Nella sera del funerale, la nazione, su richiesta del Presidente Hoover, abbassa le luci elettriche per un minuto.



La biografia di Edison, premio Pulitzer, da cui si parla nell'articolo

FONTI

Morris, E. (2022). Edison (M. Bocchiola, Trad.). Hoepli. (Opera originale pubblicata nel 2019) ([Link Amazon](#))

Cronologia Universale ([Link](#))

Lettera autografa di Thomas Edison, conservata nell'archivio digitale del progetto Thomas A. Edison Papers della Rutgers University ([Link](#))

Numero storico della rivista Scientific American: Volume 47, Numero 8 dell'agosto 1882 ([Link](#))

Pagina del sito istituzionale di Edison S.p.A. — la società energetica italiana — dedicata al rapporto storico tra l'azienda e il Teatro alla Scala di Milano ([Link](#))

Articolo della rivista online PreWarCar sulle auto elettriche di Edison ([Link](#))

Articolo del blog della New-York Historical Society — uno dei musei e archivi storici più importanti degli Stati Uniti — intitolato "When Edison Lit Up Manhattan", pubblicato il 4 settembre 2014. Il contenuto racconta il 4 settembre 1882, giorno in cui Edison accese per la prima volta la centrale elettrica di Pearl Street a Lower Manhattan, portando la corrente elettrica nelle case a un prezzo paragonabile al gas. ([Link](#))

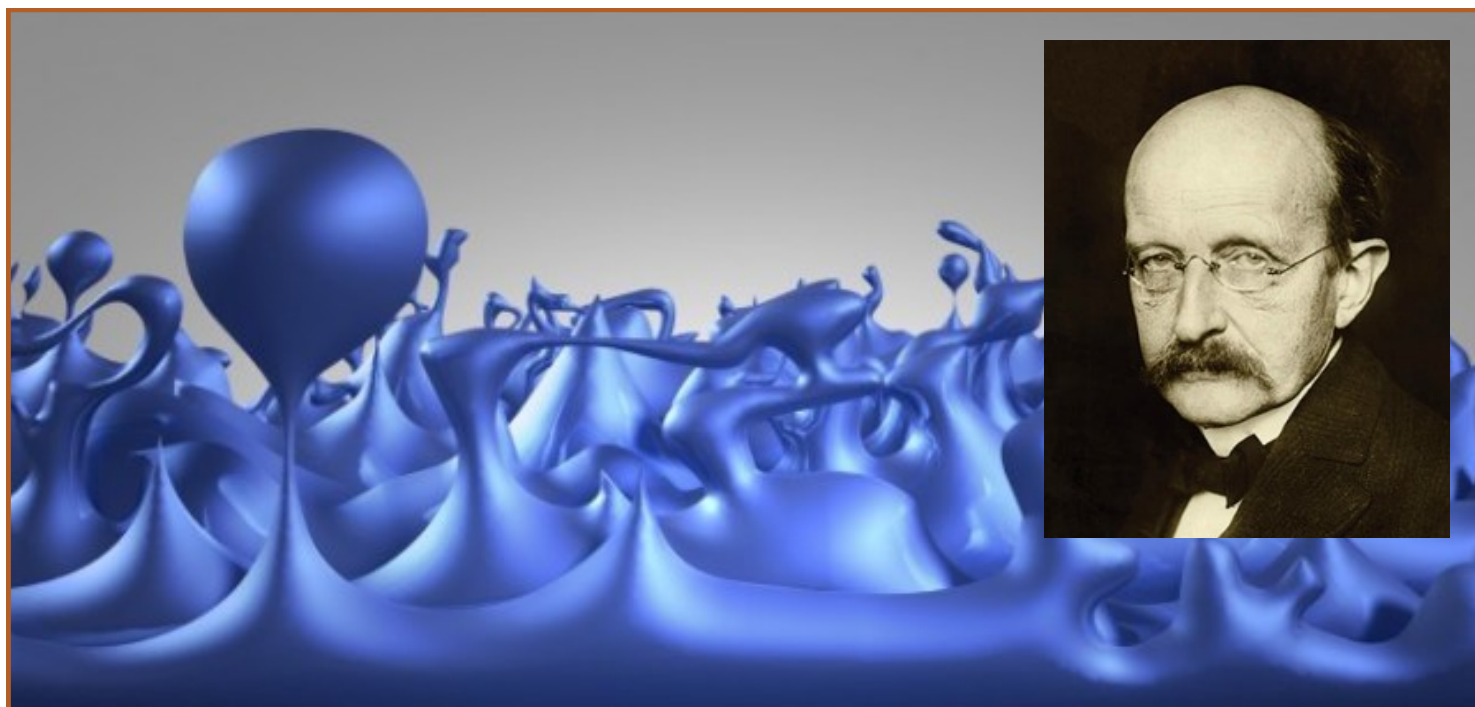


Il laboratorio di Menlo Park — il leggendario "laboratorio dell'invenzione" dove Edison lavorava con il suo team, simbolo del metodo scientifico applicato all'industria

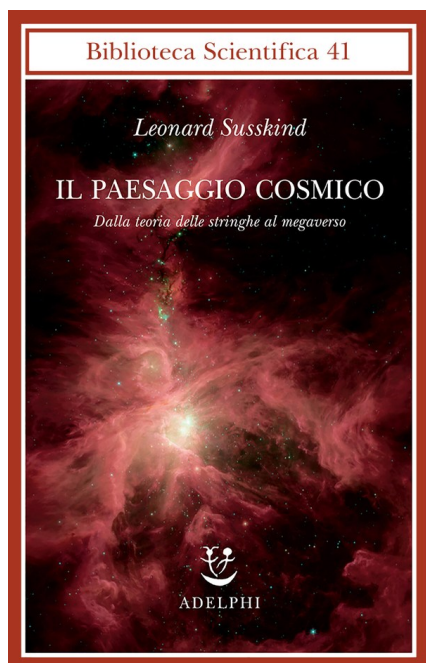
UNITÀ NATURALI

Sulle orme di Susskind: le unità naturali e i confini del paesaggio cosmico

di Antonio Melandri



Questo articolo è Ispirato dalla lettura di "Il paesaggio cosmico" di Leonard Susskind, coadiuvato da Wikipedia e Copilot.



La nascita della meccanica quantistica è in genere collegata ai nomi di scienziati quali **Bohr**, **Heisenberg**, **Schrodinger** o **Albert Einstein**, che ricevettero il suo premio Nobel per la scoperta dell'effetto fotoelettrico, un fenomeno fisico legato ai "quanti" e non per la sua teoria della relatività.

In realtà il primo, forse un po' reticente, inventore della meccanica quantistica, fu **Max Planck**.

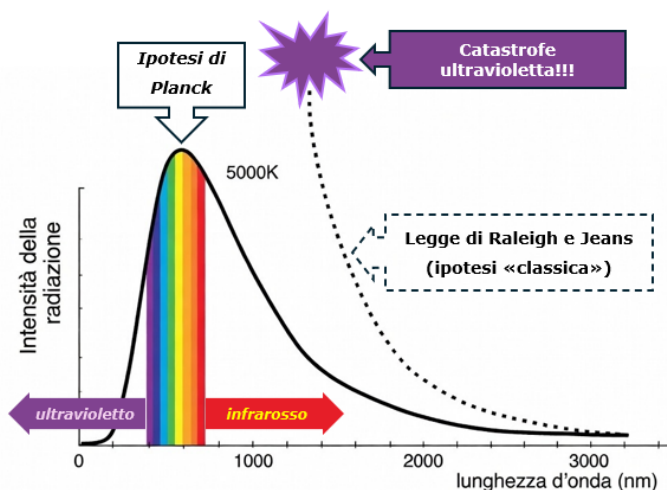
Bisogna tornare a Berlino, al Kaiser Wilhelm Institut e all'anno 1900.

Max aveva appena risolto un annoso problema della fisica, legato all'emissione del corpo nero e al problema della cosiddetta "catastrofe ultravioletta".

Planck introdusse la **quantizzazione** per ottenere la formula "corretta" della radiazione di corpo nero, ma non credeva che quei pacchetti di energia fossero reali.

Sembra che Planck, almeno all'inizio, considerasse la quantizzazione un trucco matematico e non una

proprietà fisica del mondo.



La "catastrofe ultravioletta": il problema che spinse Planck a inventare i quanti

Non pensava di star fondando una nuova teoria: voleva solo risolvere un problema specifico e la quantizzazione era un'escamotage che tornava utile.

Le equazioni tradizionali portavano a un risultato assurdo, energia infinita alle alte frequenze dell'ultravioletto.

Adattando la teoria ai risultati sperimentali, Max Planck riuscì a riconciliarli ipotizzando che l'energia non fosse continua, ma potesse essere scambiata solo in "pacchetti" discreti, di valore proporzionale alla frequenza dell'emissione:

Era un passo rivoluzionario, che collegava l'energia

$$E = h \cdot \nu$$

alla frequenza della radiazione, attraverso una costante, il cui valore è:

Un valore estremamente piccolo, considerando che

$$6.62607015 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{Hz}^{-1}$$

l'esponente $^{-34}$, indica che ben 34 zeri precedono il primo 6 del numero che esprime la costante.

Questa, in realtà, non è una gran stranezza...

Altre costanti, come la velocità della luce, sono estremamente grandi:

$$299.792.458 \text{ m/s}$$

Altre, come la costante di gravitazione universale, molto piccole:

$$6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

L'uso di valori così "strani" complicava non poco la vita dei fisici, anche perché a quei tempi non c'erano molti calcolatori in circolazione.

Planck intuì che il trucco era lavorare sulle unità di misura.

Ad esempio massa, tempo e lunghezza sono espressi in chilogrammi, secondi e metri.

Planck intuì che cambiando le unità di misura, le costanti possono essere riportate a valori più ragionevoli!

Ad esempio usando l'anno per il tempo e l'anno luce per la distanza, la velocità della luce diventa 1.

Analogamente si può fare per le altre...

L'idea di Planck fu quella di definire nuove unità, che chiamò, **naturali**.

L'unità di misura naturale della lunghezza vale circa 10^{-33} cm, quella del tempo 10^{-42} secondi e quella della massa 10^{-5} g.

Valori abbastanza strani, ma che semplificano le formule della fisica.

In pochi anni la meccanica quantistica e la teoria della relatività rivoluzionarono la percezione che abbiamo del mondo fisico.

La meccanica quantistica si dimostrò perfetta per studiare il mondo delle particelle e l'estremamente piccolo, mentre la relatività generale era perfetta per spiegare il mondo dell'infinitamente grande.

La meccanica quantistica descrive il comportamento delle particelle subatomiche.

Il mondo a questo livello è probabilistico: non puoi sapere esattamente dove si trova una particella, solo la probabilità di trovarla lì.

È caratterizzata da fenomeni quali sovrapposizione, entanglement, quantizzazione dell'energia... tutte cose abbastanza esotiche da sembrare appartenere al mondo della fantascienza.

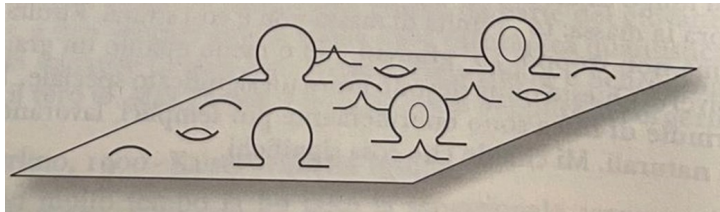
Eppure il tutto funziona benissimo per atomi, elettroni, fotoni e senza la meccanica quantistica la nostra tecnologia non potrebbe funzionare.

La *relatività generale*, è la teoria della gravità di Einstein.

Per questa teoria, lo spazio e il tempo formano un'unica entità: lo spaziotempo.

La gravità non è una forza, ma la curvatura dello spaziotempo, causata dalla massa. Funziona perfettamente per pianeti, stelle, galassie, buchi neri... ha superato brillantemente tutte le prove a cui è stata sottoposta fino ad ora.

Le due teorie però sono apparentemente inconciliabili e la loro sintesi, la gravità quantistica, una meta



per ora irraggiungibile.

La relatività generale descrive lo spaziotempo come una struttura continua, una superficie uniformemente liscia.

Nella meccanica quantistica invece tutto, a partire dalle interazioni è quantizzato, discreto.

Lo spazio viene descritto come un ribollire di fluttuazioni quantistiche, particelle che appaiono e si annichilano di continuo.

Mediamente il spazio è "vuoto", ma nella realtà quantistica tutto è probabilistico e quindi anche se la probabilità è molto bassa, tutto è possibile e una particella può apparire dal "nulla".

Quale potrebbe essere la dimensione di questa trama quantistica dello spazio, ovviamente la lunghezza di Planck, pari a 10^{-33} cm. E le fluttuazioni di questa struttura dovrebbero avere una scala temporale pari al tempo di Planck, 10^{-42} secondi.

Non sarebbe sorprendente se queste fossero la minima distanza e il minimo intervallo temporale potenzialmente misurabili.

Abbiamo parlato di lunghezza e tempo di Planck, altrettanto importante è la massa di Planck.

La massa di Planck è pari a 22 microgrammi e può sembrare piccola, ma nel mondo delle particelle è enormemente grande.

È la massa alla quale la gravità diventa quantistica.

Se prendi una particella con massa pari alla massa di Planck:

la sua *lunghezza d'onda di Compton* (e' la lunghezza d'onda di un fotone la cui energia è la stessa della massa a riposo della particella)

e il suo *raggio di Schwarzschild* (la superficie individuata da questo raggio è l'orizzonte degli eventi per un buco nero di Schwarzschild, cioè privo di carica elettrica e non rotante)

diventano della stessa grandezza

Questo significa che non puoi più ignorare né la meccanica quantistica né la relatività generale. È il punto in cui le due teorie devono necessariamente fondersi.

Inoltre questa è la massa del più piccolo buco nero possibile.

Un oggetto con massa di Planck avrebbe un raggio di Schwarzschild dell'ordine della lunghezza di Planck.

Sotto questa massa, un buco nero non può esistere: evaporerebbe immediatamente.

Visto che masse e energia sono equivalenti, la massa di Planck definisce la scala energetica della "teoria del tutto".

Questa è la scala in cui:

- lo spaziotempo potrebbe essere granulare
- la gravità deve essere quantizzata

È quindi la "porta d'ingresso" ad una fisica ancora sconosciuta.

$$m_P = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}}$$

Questa è la formula della massa di Planck, dove $\hbar$ (h tagliato) è la costante di Planck, c la velocità della luce e G la costante di gravitazione universale.

GLI EVENTI DEL C.O.S.MO

Di seguito l'elenco (parziale) dei prossimi eventi del C.O.S.Mo.

Sono quelli che sono già organizzati, ma altri potrebbero essere realizzati, per questo restate sintonizzati con i nostri social (trovate i link in fondo a questa sezione).



Martedì 3 Marzo 2026 - Ore 21:00

Conferenza del ciclo: "Un altro equinozio con IL COSMo" presso Planetario di Modena

Il lato oscuro del Sistema Solare

Il Sistema Solare rappresenta un insieme dinamico soggetto a continui mutamenti, determinati sia da evoluzioni orbitali interne che dall'interazione con corpi esterni. Le molteplici incertezze e i fenomeni che interessano le aree più remote e meno studiate del nostro ambiente cosmico possono generare (ed hanno generato) scenari in grado di incidere sulla stabilità del sistema nel lungo periodo (tempo di Lyapunov).

Relatore: Luigi Borghi

Martedì 10 Marzo 2026 - Ore 21:00

Conferenza del ciclo: "Un altro equinozio con IL COSMo" presso Planetario di Modena

Le sonde Voyager

Due piccole scintille metalliche continuano a viaggiare oltre il Sistema Solare: nel silenzio dello spazio profondo, nessun orizzonte, solo l'oscurità infinita. Lanciate nel 1977, quando il mondo era molto diverso da oggi, hanno volato su mondi lontani, visto cose che nessun occhio umano ha mai visto, e oggi, instancabili, ci parlano dall'ignoto. Sono il nostro biglietto da visita per l'universo, il nostro sus-

surro nell'eternità.

Relatori: Davide Borghi, Ciro Sacchetti

Lunedì 16, 23, 30 Marzo, 13, 20, 27 Aprile, 4, 11 Maggio 2026

Ore 16:00 presso UTE (Modena)

Lezioni di Astrofisica e Astronautica

Corso di Astrofisica e Astronautica diviso in 8 lezioni.

Il programma del corso include nuove prospettive, integrando, fisica moderna, fisica quantistica, AI, le sfide ambientali e le nuove frontiere dell'energia, le origini del cosmo, le future frontiere dell'esplorazione spaziale, il nostro posto nell'universo.

Il corso è tenuto all'interno dell'Università della Terza Età e prevede iscrizione al corso presso di essa.

Luogo: Università della Terza Età, via Cardinal Morone, Modena

Relatore: Luigi Borghi

Martedì 17 Marzo 2026 - Ore 21:00

Conferenza del ciclo: "Un altro equinozio con IL COSMo" presso Planetario di Modena

Musica: la matematica delle emozioni

Un viaggio affascinante tra armonie, proporzioni e il linguaggio universale del sentire, alla scoperta di come la matematica che governa le onde sonore si trasformi in emozioni capaci di attraversare culture, epoche e confini geografici.

Relatori: Roberto Castagnetti. Claudia Rondelli, Mario Dondi

Martedì 24 Marzo 2026 - Ore 21:00

Conferenza del ciclo: "Un altro equinozio con IL COSMo" presso Planetario di Modena

Il meccanismo di Antikythera

La storia scioccante di un congegno "impossibile" dall'Antica Grecia. Nel 1900 alcuni pescatori di spugne scoprirono un relitto che celava un tesoro di statue e gioielli. Ma tra i reperti si nascondeva un

GLI EVENTI DEL C.O.S.MO

oggetto talmente avanzato da sfidare la nostra comprensione della tecnologia antica. Questa è la storia di come abbiamo decifrato il primo computer meccanico del mondo.

Relatore: Leonardo Avella

Domenica 17 Maggio 2026 - Dalle ore 10:10 alle ore 23:00 presso Villa Tusini e locali anti-stanti, San Prospero (Modena)

Festival della Scienza

La nostra associazione Il COSMo, con la collaborazione delle associazioni REA (Reggio Emilia Astronomia) e ACME, terrà la seconda edizione del Festival della Scienza con conferenze, stands a tema scientifico e di esplorazione spaziale, dibattiti, osservazione del Sole con telescopi solari e del cielo notturno con telescopi. Ci sarà anche la **band musicale MTV Noon** che si esibirà con **brani musicali a tema spaziale**, ci saranno giochi da tavolo a tema scientifico, in particolare di fisica quantistica, ci saranno elementi di costruzione e lancio di razzi

Curatori: direttivo de Il COSMo con il supporto di ACME, REA

Domenica 17 Maggio mattina

9:00 – 10:30 Villa Tusini: preparazione degli stand Science Corners: Astronomia, Astronautica, Energia, AI, radioamatori.

10:30 – 11:00 Villa Tusini: Inaugurazione da parte delle autorità del Festival.

11:00 – 12:30 Villa Tusini: Stanze e corners a tema scientifico con esperti a rispondere le domande, telescopi solari (COSMo e REA) nel giardino antistante: Astronomia, Astronautica, Scienza, AI, Radioamatori.

12:30 – 14:00 Zona Polivalente: pranzo (ProLoco)

Domenica 17 Maggio pomeriggio

14:00 – 19:00 Villa Tusini: Stanze e corners a tema scientifico con esperti a rispondere le domande, telescopi solari nel giardino antistante: Astronomia, Astronautica, Scienza, AI, Radioamatori.

15:00 – 16:00 Villa Tusini: conferenza "L'incredibile meccanismo di Antikythera".

16:00 – 17:00 Villa Tusini: conferenza "Le sonde Voyager".

17:00 – 18:00 Villa Tusini: conferenza "I più recenti telescopi: Vera Rubin, Webb, Euclid, Magellan".

19:00 – 21:00 Zona Polivalente: MTV Noon band suona e canta brani a tema spaziale.

19:00 – 21:00 Zona Polivalente: cena (ProLoco)

21:00 – 22:30 Villa Tusini e/o Zona Polivalente: osservazione cielo notturno con telescopi (Luna crescente, Giove coi suoi satelliti galileiani, Marte, Venere subito dopo il tramonto) col contributo di COSMo e REA.

Venerdì 22, Sabato 23, Domenica 24 Maggio 2026 – dalle 9:00 alle 17:00 presso Bologna-Fiere.

Stand de Il COSMo presso Fiera PLAY

Anche quest'anno partecipiamo a fiera PLAY e avremo il nostro stand.

Curatori: direttivo de Il COSMo con il supporto di ACME, REA



GLI EVENTI DEL C.O.S.MO

**Altre attività ed altri eventi sono in fase di organizzazione
Per essere informati è possibile utilizzare il nostro sito**

[Clicca qui per andare alla pagina Eventi](#)

RESTATE AGGIORNATI!

Ma non solo sul sito

SEGUITECI SUI NOSTRI SOCIAL

[Clicca qui per l'elenco dei social](#)

Per Info e Contatti

Sito: www.ilcosmo.net

Email: info@cosmo.net



Uscita del prossimo numero:

GIUGNO 2026