



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

EDITORIALE.

Lo spazio è internazionale.

Così sembrerebbe, visti gli impegni sottoscritti dai paesi in grado di poterne usufruire.

Già... ma credo vi sia ancora molto da fare affinché questa normativa abbia effettivamente senso e che non "sfugga di mano"!

Non vi è alcun dubbio che lo spazio (orbita terrestre, asteroidi, Luna, Marte, ecc.), in un momento storico di globalizzazione e di reciproco rispetto, debba restare una risorsa disponibile per tutti i paesi, quelli tecnologicamente avanzati e quelli in via di sviluppo. Basterebbe una normativa seria a livello ONU per garantire in un qualche modo questo diritto, fatti salvi gli investimenti in ricerca erogati dai singoli paesi per arrivare allo sfruttamento.

Di nuovo però esprimo le mie perplessità. Non sono un esperto di diritto internazionale, ma sono certo che il governo di una nazione possa permettersi l'onere di salvaguardare i diritti anche di altri paesi; però un'azienda privata lo farebbe solo nel caso intravedesse un tornaconto economico. È questo che mantiene in vita un'azienda privata.

Oggi, lo vediamo quotidianamente, le aziende private stanno facendo passi enormi nella conquista dello spazio. Lo fanno attraverso grossi investimenti e non lo fanno perché sono opere pie, ma solo perché intravedono un grosso business! Non sto parlando di turismo spaziale, perché in tal caso le risorse (orbita, Luna, Marte) sono lì a disposizione di chi ci va. Mi pare ovvio che, se una ipotetica "agenzia viaggi" del terzo millennio organizza delle "settimane lunari", abbia il diritto di costruirsi la sua base lunare ad uso proprio, quindi a tutti gli effetti una proprietà privata. Stesso dicasi per l'orbita terrestre o basi su Marte. Vedo queste cose come una nave che viaggia in acque internazionali: dentro alla nave c'è diritto di proprietà.

Parlo invece dello sfruttamento delle risorse! Anche se sono enormi su asteroidi e sulla Luna, non sono comunque rinnovabili. Oggi vi sono già diverse aziende che puntano all'imminente sfruttamento minerario sugli asteroidi alla ricerca di elementi che ormai scarseggiano sulla Terra, oppure sono troppo in profondità per estrarli. Non solo. Sappiamo tutti che l'elio3, di cui la polvere lunare è ricca, sarà il combustibile ideale per le future centrali a fusione.

Se le Nazioni Unite non si attivano (forse lo stanno già facendo ed io non lo so) a regolamentare per bene questo nuovo "eldorado", si rischia grosso. Negli Stati Uniti è già legge il diritto di ogni cittadino americano di **estrarre, comprare, vendere e possedere materiale ottenuto dallo spazio, miniere comprese**, firmata dal precedente presidente **Barack Obama**. Forse eccessivo? Se lasciamo le cose come stanno, chi prima arriva meglio alloggia! D'altro canto, spero anche che la soluzione non passi attraverso il veto ai privati di sviluppare certe tecnologie perché sarebbe un attentato allo sviluppo. Mi auguro invece che emerga uno stimolo all'industria privata di investire parecchio in questo settore, garantendo il ritorno dell'investimento. Così facendo si otterrebbe un grande stimolo, non solo allo sviluppo, ma anche un grande nuovo bacino di posti di lavoro per creare le tecnologie e le infrastrutture necessarie. Mi illudo, ma spero che vada così!



<http://www.metallirari.com/planetary-resources-la-societa-che-prepara-miniere-robotizzate-nello-spazio/>

<http://www.metallirari.com/legge-diritto-proprietà-sulle-miniere-spaziali/>

Il presidente.

Luigi Borghi (borghiluigi23@gmail.com)

In Breve

Scienza-filosofia. Di Davide Borghi..Pag.	2
Astronautica. Di Luigi Borghi.....Pag.	7
Vivere e sopravvivere nello spazio.	
Astronautica. Di Anna Spadafora.....Pag.	26
Intervista a Paolo Nespoli.	
Astronautica. Di Ciro Sacchetti.....Pag.	28
Le Donne e lo Spazio 2° Puntata	



II C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

La Risposta alla Vita, all'Universo, a tutto quanto

di Davide Borghi.

Premetto che questo articolo sarà un po' sconclusionato e caotico, ma forse è inevitabile, visto l'argomento...

Quest'estate ho letto alcuni libri ([1], [2], [3], [4], [5], [6]) che mi hanno spinto, assieme al numero 42 di questo numero della rivista (lo ammetto), a scrivere queste righe.

Il filo conduttore nasce dalle scoperte del premio Nobel **Daniel Kahneman** ([4]) e di Amos Tversky negli ultimi decenni, in tema di comprensione dei meccanismi alla base del pensiero umano. Hanno messo in evidenza che la mente umana si può pensare composta da due sistemi (non necessariamente in zone diverse del cervello): il **System 1**, e il System 2.

SYSTEM 1

Intuition & instinct

95%

Unconscious
Fast
Associative
Automatic pilot



SYSTEM 2

Rational thinking

5%

Takes effort
Slow
Logical
Lazy
Indecisive

Source: Daniel Kahneman

Il primo opera automaticamente e velocemente, a risposta quasi immediata, non si può spegnere volontariamente. Si occupa ad esempio dell'identificazione della posizione degli oggetti nello spazio 3D, della direzione dei suoni, di rispondere a 2+2, di guidare un'auto su una strada vuota, di capire se una persona è arrabbiata, di distinguere al volo un amico da un nemico. È polarizzato e di parte. Tende a considerare solo quello che vede (WYSIATI – What You See Is All There Is), ed ha scarso senso della statistica e della probabilità, che influisce in modo drammatico sul nostro senso dell'utilità (che fa la fortuna delle assicurazioni, dei fondi pensione, e delle lotterie). Può influire su tutte le nostre decisioni, ed è drasticamente insensibile alla qualità ed alla quantità delle informazioni in nostro possesso. Il System 1 è sicuramente condiviso con tutti i mammiferi, e almeno alcuni uccelli e pesci.

Il **System 2**, in contrasto, si dedica ai calcoli complessi, ed è associato all'esperienza soggettiva dell'agire, della scelta. Ha bisogno di parecchia energia, per cui è molto pigro: viene consultato solo se veramente necessario. Tende a costruire storie che abbiano un senso per noi conveniente, partendo da pochi indizi, spesso, purtroppo, arrivando a conclusioni sbagliate.

È propenso, quindi, ad esagerare la coerenza e consistenza di quel che percepiamo, anche quando non abbiamo abbastanza elementi per farlo. Noi siamo "pattern seekers": vediamo e ci immaginiamo cose che non esistono. Questo ha avuto un evidente vantaggio evolutivo: meglio tanti falsi allarmi per la presenza di un predatore, che anche solo un mancato allarme! Inoltre, ci ha fatto immaginare e costruire credenze astratte che sono state la nostra forza, come vedremo.

System 2 ha anche un potere di pre-programmazione di System 1.

Sia System 1 sia System 2 sono il risultato di milioni di anni di evoluzione Darwiniana.

L'evoluzione ha portato il nostro sistema biochimico a adattarsi per aumentare le nostre possibilità di sopravvivenza e riproduzione (in realtà dei nostri geni, direbbe Richard Dawkins [11]), **non la nostra felicità**. Il sistema biochimico ricompensa le azioni che favoriscono la sopravvivenza e la riproduzione, con sensazioni piacevoli. La cattiva notizia è che le sensazioni piacevoli svaniscono rapidamente. E per una buona ragione: se fossero esistiti esseri con un'eterna sensazione di beatitudine, sarebbero morti di fame, e sarebbero diventati il capolinea di una rara mutazione (esperimenti sui topi in tal senso sono stati eseguiti e documentati [4]). Di conseguenza noi siamo programmati per ricordarci soprattutto dei bei momenti, e sono quelli che pubblichiamo sui social network o raccontiamo spesso, e che ci motivano a fare grandi sacrifici.

Questi processi elettrochimici, nel nostro cervello, possono essere deterministici, casuali, o una combinazione delle due cose (quindi un risultato probabilistico), ma (altra brutta notizia) **non sono mai liberi**.

Ne è passata di acqua sotto i ponti dalla Dichiarazione di Indipendenza Americana, fonte di



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

ispirazione della Dichiarazione dei Diritti dell'Uomo e del Cittadino della Rivoluzione Francese.

"Noi riteniamo che sono per sé stesse evidenti queste verità: che tutti gli uomini sono creati eguali; che essi sono dal Creatore dotati di certi inalienabili diritti, che tra questi diritti sono la Vita, la Libertà, e il perseguimento della Felicità".

Abbiamo invece scoperto che non abbiamo libero arbitrio, né un "sé" proprio, ma soltanto geni (che ci rendono diversi), ormoni e neuroni, come gli altri animali, e se fossimo dotati di un'anima (per cui non abbiamo prove) non abbiamo ragione di credere che questo ci distingua dagli altri animali (potrebbero averla anche loro).

Il libero arbitrio esiste solo nelle favole che ci siamo inventati e a cui crediamo: tutte le scelte che gli animali compiono, riflettono il loro **genoma**. Se un animale scegliesse liberamente che cosa mangiare o con chi accoppiarsi, allora la selezione naturale non avrebbe nulla su cui lavorare. Ma attenzione: se per "libero arbitrio" intendiamo agire secondo i nostri desideri, allora sì, abbiamo libero arbitrio, come anche cani, gatti, topi, pappagalli. Ma la vera domanda è: possiamo scegliere quei desideri? Oggi, grazie alla scansione cerebrale, è possibile **prevedere i desideri** di qualcuno molto prima che lui stesso ne sia consapevole (da alcuni decimi ad alcuni secondi prima! [2]). In pratica in base ad un desiderio prendiamo una decisione, e solo poi, il nostro cervello (System 2) si costruisce una storia che gli fa credere che quella decisione abbia senso e che sia veramente nostra.

Tramite un particolare tipo di risonanza magnetica (fMRI) si è anche riusciti a comunicare con pazienti vittime di ictus e apparentemente in stato vegetativo ([2]). Abbiamo capito che l'emisfero sinistro del cervello svolge un ruolo importante nel linguaggio parlato e nella logica, mentre il destro nelle informazioni spaziali. In diversi esperimenti con pazienti epilettici, con scissione del corpo calloso che unisce i due emisferi, si sono evidenziate due diverse personalità contrastanti (evidentemente preesistenti). In altri esperimenti si è scoperto che l'emisfero sinistro cerca anche di interpretare le nostre esperienze e dare un senso alla nostra vita, usando indizi per imbastire storie plausibili (abilità tipiche del System 2).

Abbiamo anche scoperto che intelligenza e coscienza sono due cose diverse. L'intelligenza è obbligatoria per risolvere problemi, la coscienza è un optional. Le **Intelligenze Artificiali (AI)** possono arrivare a risolvere problemi impossibili per gli uomini, senza avere **nessuna coscienza di sé**. La fantascienza tende spesso a confondere le due cose. Ci sono tanti percorsi che portano ad una elevata intelligenza, ma solo alcuni coinvolgono la coscienza. Inoltre, la coscienza non è un nostro privilegio: i primi test su scimmie e topi [4] mostrano che almeno loro in effetti mostrano alterazioni di coscienza. I farmaci antidepressivi testati sui topi, funzionano perfettamente anche sull'uomo (questa è una nozione ampiamente accettata da decenni nei laboratori di neuro-psichiatria).

Gli umani posseggono due generi di abilità fondamentali: fisiche e cognitive. L'automazione ci ha già ampiamente sostituiti nel primo compito. Cosa accadrà quando le AI ci sostituiranno nel secondo?

Quindi, riassumiamo: gli organismi sono algoritmi (deterministici, casuali e probabilistici), gli algoritmi possono essere implementati in computer inorganici, e ci possono anche superare (e di molto) in intelligenza.

Deep Blue di IBM sconfisse Kasparov a scacchi nel 1996. Nel 2015 Deep Mind di Google, ha imparato da sola a giocare (in poche ore grazie ad una AI) a 49 giochi classici dell'Atari superando o eguagliando l'uomo, senza nemmeno avergli detto prima le regole dei giochi.

Nel 2016, anche per un gioco che era considerato appannaggio prettamente umano, **AlphaGo** di Google ha stracciato il campione mondiale di Go, Lee Sedol, per 4-1, mostrando inventiva per mosse e strategie del tutto insolite o inedite.





II C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Infine nel 2017 **AlphaZero** di Google ha sconfitto Stockfish 8, il programma campione del mondo di scacchi. Quest'ultimo aveva accesso a decenni di partite umane, e calcolava 70 miliardi di mosse al secondo. AlphaZero, invece, è basato su AI, calcola solo 80 mila mosse al secondo, ma impara. In sole 4 ore, senza sapere nessuna strategia a priori, ha imparato giocando contro sé stesso. Poi ha giocato contro Stockfish 8. Su cento partite ne ha vinte 28, pareggiate 72 e non ha mai perso.

D'altronde le AI non devono essere necessariamente perfette: è sufficiente che facciano meglio di noi, che come abbiamo visto non siamo proprio esseri razionali al 100%, essendoci in effetti evoluti (compreso il nostro attuale genoma), per le esigenze della savana africana o di altri ecosistemi naturali ([6], [7]), invece che per la giungla urbana. Sulle strade metropolitane le emozioni da mammifero del System 1 hanno spesso il sopravvento. Preferireste che l'auto che vi incrocia fosse guidata da un ragazzino ubriaco o dalla coppia Schumaker – Kant al meglio delle loro possibilità? La selezione naturale ci ha dato rabbia, paura, libidine da migliaia di generazioni di Homo Sapiens, passando i controlli rigorosi della **Selezione Naturale**, per massimizzare le nostre possibilità di riprodurci e così adattarci all'ambiente su scale di milioni di anni.

E non finisce qua. Da diversi anni, miliardi di individui hanno imparato a fidarsi di Google Maps per trovare la strada più conveniente, di Google per fare ricerche su internet, di Facebook per suggerirci i post più interessanti, dei siti meteo per pianificare la giornata e le vacanze. Cosa succederà quando chiederemo a Google o Facebook, e ci fideremo della risposta perché' più razionale della nostra, in merito agli studi da effettuare, perché' meglio mi si addicono, o in merito a chi votare in modo razionale, in base alle mie opinioni politiche? Le votazioni riguardano spesso le emozioni o i desideri, piuttosto che la razionalità. L'assunto fondamentale della **Democrazia** è che il sentire umano rifletta una misteriosa libera volontà. Questo potrebbe essere il nostro tallone di Achille, se qualcuno elaborasse algoritmi per controllare i nostri sentimenti in base alla convergenza delle AI e delle nuove conoscenze neuro-psichiatriche. Potremmo

diventare un teatrino di marionette, mosse da Pechino o da San Francisco.

Inoltre, come abbiamo visto, non siamo molto diversi da cavie, cani, gatti, delfini, scimpanzè. Proprio come loro abbiamo una coscienza, emozioni e desideri. Non dovremmo umanizzare troppo gli animali, immaginando che siano una versione più pelosa di noi, ma abbiamo indiscutibilmente più punti in comune di quello che si pensava due secoli fa.

C'è anche un altro elemento: noi NON siamo il culmine dell'intelligenza individuale dell'Homo Sapiens. Circa 20 mila anni fa i nostri antenati avevano probabilmente, presi singolarmente, una intelligenza più sviluppata, siccome chi non l'aveva, spesso non arrivava a riprodursi. Oggi siamo invece, indiscutibilmente ed enormemente **più abili come sistema umanità**, siccome ci siamo interconnessi in svariati modi. Per quanto ne sappiamo soltanto i Sapiens (e non le api o le formiche) sono in grado di cooperare con modalità flessibili coinvolgendo enormi quantità di individui che non si conoscono (Le api non ghigliottinerebbero mai la loro regina!). Questa abilità flessibile spiega il nostro dominio (o presunto tale) sul pianeta.

Inoltre, circa 50 mila anni fa dividevamo il pianeta con i Neanderthal, che avevano cervelli in media più grandi dei nostri, con abilità mentali probabilmente assai diverse dalle nostre, pur essendo privi di molti nostri talenti. D'altronde i **pipistrelli** hanno una percezione del mondo 3D molto diversa e con certe abilità molto più sviluppate che noi. E le **balene** hanno addirittura una parte del cervello di un tipo che noi non abbiamo.

Noi Sapiens, abbiamo quindi un distinto vantaggio: abbiamo **fede in ordini costituiti e collettivi immaginari**, come il denaro, le nazioni, le aziende, le religioni.

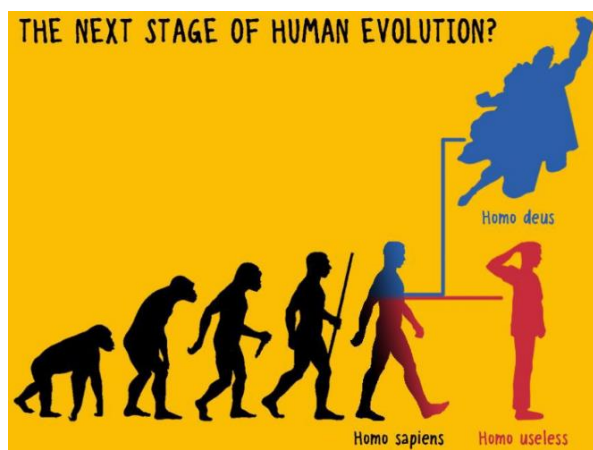
Una corrente di pensiero, il tecno-umanesimo (Techno-Humanism, anche conosciuto come **Transhumanism** [13]), concepisce ancora gli esseri umani come il vertice del creato e propone il fine di creare **Homo Deus**, ovvero una nuova specie, potenziata con la tecnologia (anche genetica quindi una vera e propria nuova specie),



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

governata ancora col libero arbitrio. Ma non risponde ai dubbi sul libero arbitrio, e sull'evoluzione darwiniana che non ci porta ad essere necessariamente il vertice. Inoltre, questa speciazione, porterebbe, almeno per un periodo di tempo, alla coesistenza di due specie: Homo Sapiens (la stragrande maggioranza della popolazione) e Homo Deus (la piccola parte che si può avvantaggiare appieno di queste tecnologie), con relativi problemi etici e non solo.



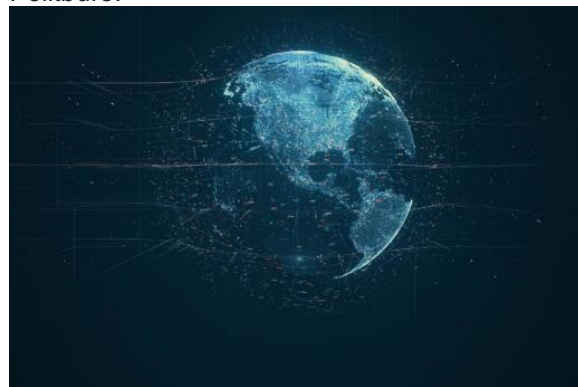
O forse questo Homo Deus non saremo noi, ma direttamente le AI.

Il pericolo è che nei prossimi decenni o secoli le AI prendano il sopravvento, e facciano a noi quello che noi abbiamo fatto agli animali domestici e al bestiame. Tutti i contadini sanno che è la capra più intelligente e furba che provoca problemi, ed ecco perché' dalla **Rivoluzione Agricola** in poi sono state selezionate le capre più tonte, portando in generale ad un depotenziamento delle abilità mentali di molte specie da allevamento.

Da sempre, e dal 1492 a livello globale, stiamo tessendo una **trama di fili** che abbraccia il mondo intero. Quindi, negli ultimi 70 mila anni, ci siamo prima diffusi su tutto il pianeta in piccoli gruppi, e poi ci siamo nuovamente fusi in un solo gruppo, ma portando con noi una parte delle nostre eredità culturali. Ora, con **internet**, siamo anche connessi digitalmente. E con Internet of Things (**IoT**) lo sono anche le cose. E presto potremmo arrivare ad un internet di tutte le cose (Internet of Everything, **IoE**). Una corrente di pensiero più audace, il **Datismo (Dataism [12])**, pensa a tutto

quanto come ad un sistema di elaborazione delle informazioni. Secondo il datismo, le esperienze umane non sono sacre e noi non siamo l'apice della creazione. Saremmo (o saremo quando tutto sarà connesso) solo strumenti di questo sistema di elaborazione delle informazioni.

L'universo sarebbe quindi un **enorme flusso di dati** e gli organismi non farebbero eccezione, anzi sarebbero un modo molto efficiente di elaborare dati, adattandosi continuamente all'ambiente circostante. Secondo questa teoria il liberismo vinse la guerra fredda, non perché più giusto e democratico, ma perché la computazione distribuita delle decisioni individuali e degli stock Exchange, era più efficiente nell'elaborazione veloce delle informazioni che il centralizzato Politburo.



Questo punto di vista rigetta però una fede in un grande piano cosmico: l'universo è visto come un **processo cieco e senza scopo, colmo di eventi, ma che non significa nulla**. Durante la nostra infinitesimamente breve permanenza su questo minuscolo pianeta ci agitiamo e ci pavoneggiamo a destra e a manca, ma nulla, nemmeno il ricordo, rimarrà di tutto ciò, tra milioni o miliardi di anni. Ci possono accadere cose terribili, e nessuno interverrà a salvarci o a dare un senso alle nostre sofferenze. Non ci sarà un lieto fine o una conclusione infausta, perché non ci sarà una conclusione. **Le cose, semplicemente, accadono**. Questa potrebbe anche essere una buona notizia: possiamo fare ciò che vogliamo, ammesso di riuscire a trovare il modo di farlo. Siamo limitati solo dalla nostra ignoranza. (Questo concetto è condiviso anche dalla corrente di pensiero degli **umanisti**, capitanata da Steven Pinker [5], che però ancora confida sul libero arbitrio umano). Il segreto del potere è quindi il sapere, l'informazione, e, nella



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno 11 – N° 3 - 1/09/2019

valanga di informazioni di cui siamo inondati, saper distinguere le informazioni utili da quelle inutili. L'imperativo morale supremo diventa **conoscere**, ma l'amara verità è che il mondo potrebbe essere, o esser diventato, **troppo complicato per i cervelli dei cacciatori-raccoglitori**.

Il problema sarà, appunto, quando la forza lavoro diverrà irrilevante, grazie alla tecnologia. In teoria un'economia può avere un'azienda mineraria robotizzata che produce e vende ferro a un'azienda automatica che produce e vende robot alla prima azienda, entrambe amministrate da AI. Questo ciclo virtuoso fa produrre sempre più ferro e sempre più robot, e queste due aziende potrebbero espandersi fino ai più remoti anfratti della galassia, e tutto questo con solo robot, minerali, e AI, ovvero senza bisogno di umani o esseri coscienti.

Un altro scenario limite, ma esemplificativo, è quello di una multinazionale che progetti una super-AI e le sottoponga un semplice test: il calcolo del **pi greco**. Prima che chiunque possa realizzare cosa sta accadendo, l'AI prende il controllo del pianeta, elimina la razza umana, lancia una campagna di conquista fino ai confini estremi della galassia, e infine trasforma l'intero universo conosciuto in un gigantesco super-computer che per miliardi e miliardi di anni calcolerà il pi greco in modo sempre più accurato. Dopotutto questa era la missione che le era stata assegnata...

Potremmo finire per essere stati soltanto una increspatura nel flusso cosmico dei dati.

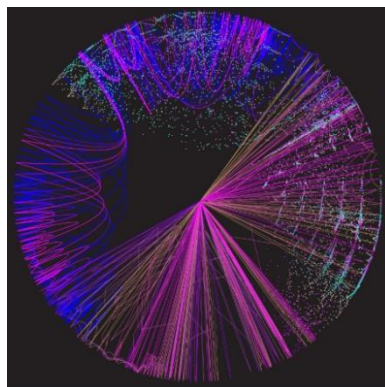
Gli esempi sopra, mi riportano a Guida Galattica per Autostoppisti ([8]), dove una razza di esseri super-intelligenti e pan-dimensionali, annoiata dal sapere quasi tutto, costruisce **Pensiero Profondo**, il secondo più grande computer dell'Universo, più grande del Gargantucervello Miliardo di Maximegalon, che può contare tutti gli atomi di una stella in un millisecondo, e più grande del Pensatore della Stella Googleplex, nella Settima Galassia di Luce e Ingegneria, il quale sa calcolare la traiettoria di ogni singola particella di polvere per tutta la durata delle tempeste di sabbia di Dangrabad Beta, che si

prolungano per cinque settimane, e più grande del Grande Attaccabrighe Neutronico Iperbolico Onni-analogico di Ciceronico 12, detto anche il Magico o l'Infaticabile. E Pensiero Profondo viene costruito per un solo scopo: la risposta alla vita, all'Universo, a tutto quanto. Dopo sette milioni e mezzo di anni di calcoli astrusi, proclama di avere la risposta.

Si radunano orde di persone da tutto l'Universo conosciuto, ansiose di sapere.

E Pensiero Profondo, con infinita calma e solennità dichiara: **42**.

Come il numero di questa rivista.



Bibliografia:

- [1] **Sapiens** – Noah Harari
- [2] **Homo Deus** – Noah Harari
- [3] **21 Lezioni per il XXI Secolo** – Noah Harari
- [4] **Thinking Fast and Slow** – Daniel Kahneman
- [5] **Enlightenment Now** – Steven Pinker
- [6] **The World Until Yesterday** – Jared Diamond
- [7] **Guns, Germs and Steel** – Jared Diamond
- [8] **Guida Galattica per autostoppisti** – Douglas Adams
- [9] **Dichiarazione dei diritti dell'uomo e del cittadino**
https://it.wikipedia.org/wiki/Dichiarazione_dei_diritti_dell'uomo_e_del_cittadino
- [10] **Dichiarazione di Indipendenza Americana**.
https://it.wikipedia.org/wiki/Dichiarazione_d%27indipendenza_degli_Stati_Uniti_d%27America
- [11] **The Selfish Gene** – Richard Dawkins
- [12] **Dataism**
<https://en.wikipedia.org/wiki/Dataism>
- [13] **Transhumanism**
<https://en.wikipedia.org/wiki/Transhumanism>

Figure:

- <https://medium.com/@JacquesCoulardeau/harari-homo-sapiens-without-language-b29060e9aeadf>
- <https://uxdesign.cc/better-decisions-72e955c70a5c>
- <https://singularityhub.com/2018/09/30/the-rise-of-dataism-a-threat-to-freedom-or-a-scientific-revolution/>
- <https://www.youworkforthem.com/graphic/E3353/dataism-2>

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 **pag: 6 di 33**

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Vivere e sopravvivere nello spazio.

Di Luigi Borghi.

Andare nello spazio è estremamente difficile, pericoloso, dispendioso ed inefficiente, ma tornare a terra o comunque al suolo su un altro pianeta o satellite è anche peggio.

Proviamo ad esaminare questo difficile rapporto che l'uomo ha con lo spazio sotto tutti gli aspetti: le difficoltà del viaggio con i pericoli della partenza, l'ambiente ostile in cui vivere ed il trauma del rientro a Terra.

Non possiamo fare altro che cominciare dalla partenza da Terra.

Portare in orbita un carico pagante, sia esso una semplice attrezzatura, un rifornimento o un carico umano richiede un grande dispendio di energia che si attua oggi, e molto probabilmente anche nel futuro prossimo, attraverso l'utilizzo di razzi chimici.

Questi, allo stato attuale della tecnologia, sono abbastanza sicuri, la loro affidabilità arriva ad oltre il 97% ma resta pur sempre un ampio 2% di rischio che, mentre su un carico pagante si trasferisce direttamente sui costi assicurativi del carico e finisce lì, quando invece parliamo di un carico umano, di astronauti, tecnici e scienziati, la faccenda assume anche un aspetto etico.

Ecco perché sono stati inventati e adottati da tutte le agenzie di lancio i **sistemi di espulsione di emergenza** che vengono implementati solo quando appunto il carico è umano (ciò non esclude possa essere impegnato anche altrimenti con carichi esclusivi).

E qui sorge la prima questione ingegneristica che vedremo risolta in diversi modi:

- Sistemi monouso che poi vengono abbandonati ad un certo punto del viaggio perché non servono più e sono solo di intralcio (**launch escape systems; LES**).
- Dotare il carico utile, cioè la navicella che ospita gli astronauti (come lo Space Shuttle o la Crew Dragon), di **dispositivi integrati** in grado di salvaguardare la vita del carico umano alla partenza oltre che essere utilizzati per il rientro e che quindi accompagneranno la navetta per tutta la missione?

Quindi per poter meglio comprendere questa tematica dobbiamo coinvolgere nell'analisi anche le "capsule" o le navette che ospitano e che hanno ospitato gli astronauti, quelle di ieri, di oggi e di domani.



Cosa succedeva agli inizi del volo umano, con il primo uomo nello spazio Yuri Gagarin?

Il 12 aprile 1961, alle 9:07 ora di Mosca, dalla base spaziale di Bajkonur in Kazakistan decollava la Vostok 1, prima navicella spaziale con equipaggio umano.

I 108 minuti che seguirono la videro compiere un'orbita completa intorno alla Terra per poi atterrare con successo, inaugurando trionfalmente l'era delle missioni celesti.

All'interno della capsula, guidato da Terra, c'era il pilota sovietico appena 27enne Jurij Gagarin.

Non poteva fare nulla dall'interno se non attraverso una chiave di emergenza che gli avrebbe consentito un minimo di controllo. Ma non ve ne fu bisogno.

Tra inediti dietro le quinte e pericolosi imprevisti, la cronaca di una mattinata che fece la storia.



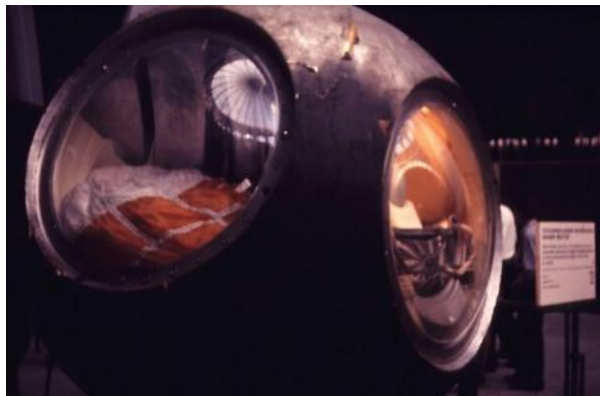
Immagini celebrative del primo volo nello Spazio.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Come era stata progettata la sicurezza del passeggero?

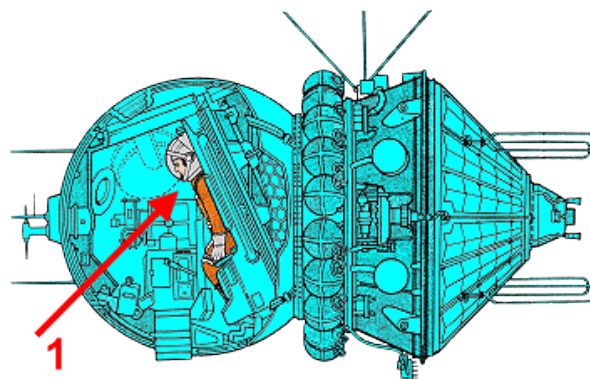


In alto una immagine dell'abitacolo (fonte <http://www.svengrahn.pp.se/histind/Vostok1/Vostok1X.htm>).

In questo caso, il primo della storia dell'astronautica, la soluzione fu un compromesso che prevedeva un **protocollo di salvataggio solo dopo i primi 20 secondi dal lancio.**

Il sedile della Vostok era eiettabile e poteva atterrare con un paracadute. Questo sedile è stato il mezzo con il quale Gagarin tornò sulla terra dopo la sua orbita, ma poteva fungere anche da Escape System. Il problema del limite di 20 secondi entro i quali non avrebbe funzionato è legato al fatto che la quota raggiunta dal razzo non sarebbe stata sufficiente per garantire la completa apertura del paracadute.

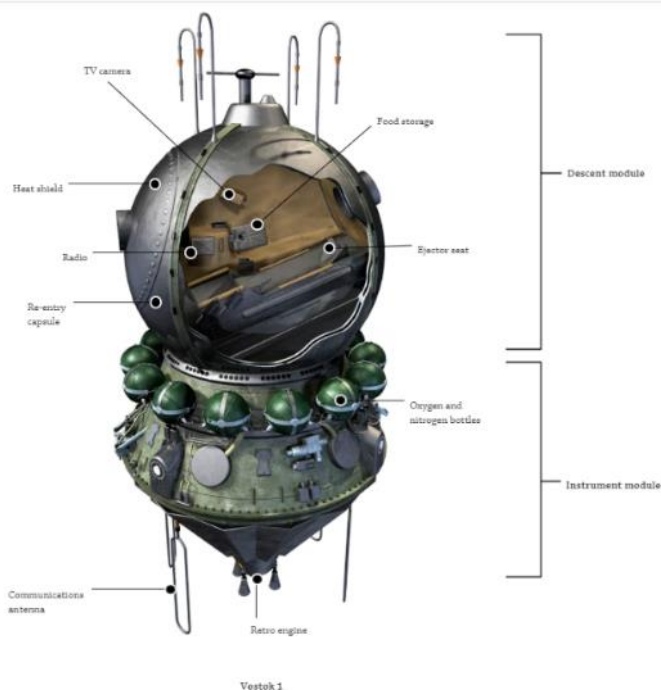
Lo scudo termico (Heat shield) è necessario comunque anche oggi perché abbiamo un problema che ci porteremo avanti ancora per un bel po' di tempo: in tutti i luoghi (pianeti, satelliti) dove c'è una atmosfera, all'arrivo, nella fase di entrata in atmosfera prima dell'atterraggio, è decisamente più conveniente utilizzare come energia frenante l'attrito con l'atmosfera piuttosto che portarsi dietro il combustibile necessario per ottenere lo stesso risultato con dei razzi frenanti. **Questo è il punto!**



Sopra lo schema della Vostok (fonte

<http://www.svengrahn.pp.se/histind/Vostok1/Vostok1X.htm>). La parte sferica dove risiede Gagarin è quella che è rientrata in atmosfera proteggendolo dalle alte temperature e poi impattando con il suolo, mentre il sedile eiettabile (1) è l'unico pezzo che è rientrato integro con il paracadute.

Il lato negativo di questa medaglia sta nel fatto che questo attrito dissipa tanta di quella energia cinetica che, trasformandola in calore, potrebbe distruggere qualsiasi cosa (vedi ad esempio il disastro dello Space Shuttle Columbia o il rientro incontrollato di satelliti).



Sopra: dettagli tecnici della Vostok.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019



Sopra: l'interno della capsula della Vostok 1, dove si vede chiaramente il sedile eiettabile.

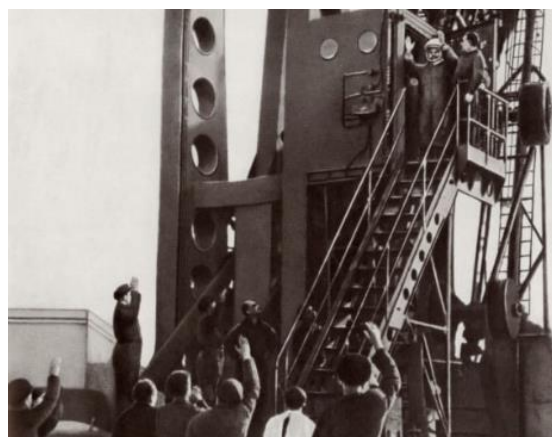
Sotto: il dettaglio del quadro di controllo.



Ci sono alcune curiosità emerse in questa storica missione che meritano essere citate perché sono singolari e hanno creato anche superstizioni tra gli astronauti.

Durante il tragitto verso la rampa di lancio, Gagarin **si fermò a far pipì sulla ruota posteriore dell'autobus** che lo trasportava.

Da allora questo è diventato un rito obbligato e propiziatorio per tutti gli astronauti del Soyuz.



Sopra: Gagarin si appresta a salire sulla capsula Vostok. | MUSÉE NICÉPHORE NIÉPCE, VILLE DE CHALON-SUR-SAÔNE / ADOC-PHOTOS / ADOC-PHOTOS



A sinistra: Gagarin poco prima dell'impresa, il 12 aprile 1961. Dietro di lui l'astronauta di "backup", il cosmonauta sovietico German Titov. | COURTESY EVERETT COLLECTION/CON TRASTO.

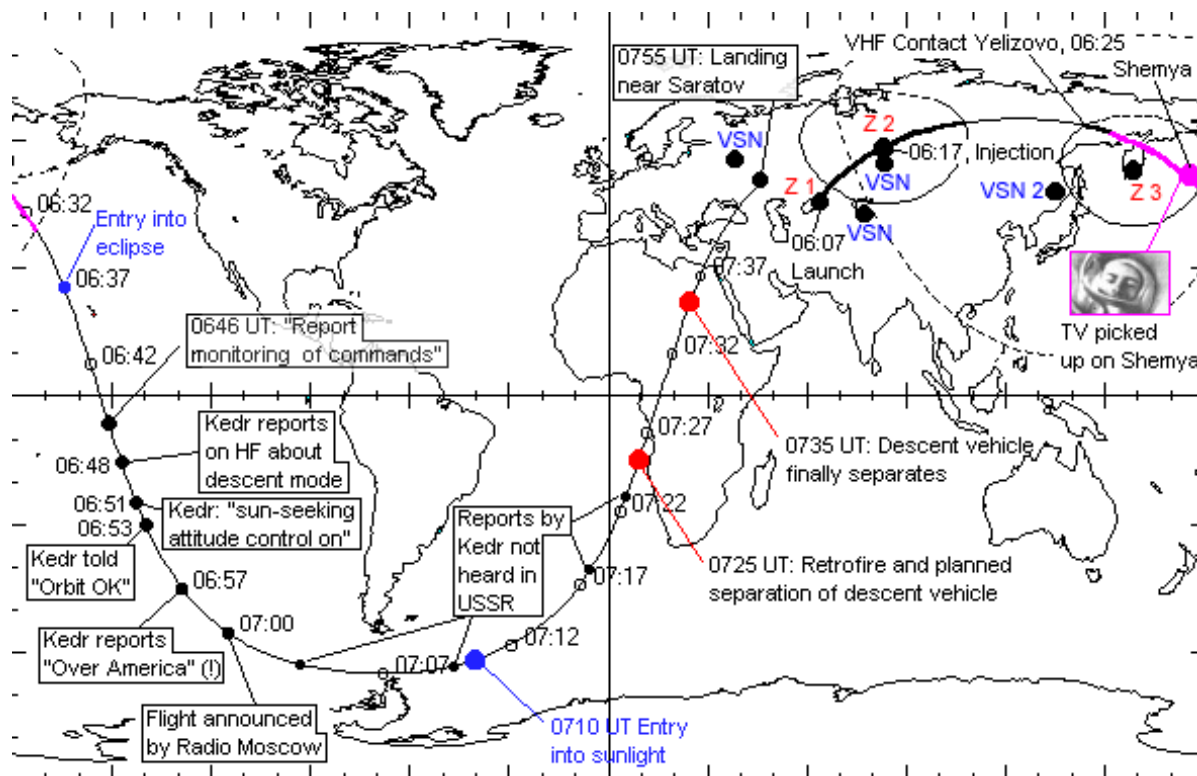
Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 9 di 33

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.

Altre tradizioni perpetuate in memoria di Gagarin sono: **tagliarsi i capelli due giorni prima del lancio, non assistere al trasporto e al posizionamento dei razzi e della navicella, bere un bicchiere di Champagne la mattina della partenza e firmare la porta della camera dell'hotel prima di uscire per raggiungere la rampa.**

Come abbiamo già detto, il cosmonauta non atterrava insieme alla navicella, ma veniva espulso all'esterno e paracadutato a Terra in fase di rientro.

Il sedile dell'espulsore serviva anche come **meccanismo di fuga in caso di guasto del veicolo di lancio**, che in questa prima fase del programma spaziale era un evento abbastanza comune. Se un



In alto la traiettoria dell'orbita di Gagarin.

«**SI VA!**» fu la famosa frase pronunciata da Gagarin quando, chiuso il portellone, cominciò il decollo.

Torniamo sull'aspetto tecnico della navicella di Gagarin. La Vostok 1 ("Oriente 1" in russo), del peso totale di 4,7 tonnellate e alta 4,4 metri, era costituita da due parti: un modulo abitabile di forma sferica, che ospitava l'astronauta, e un modulo di servizio provvisto della strumentazione di bordo, dei retrorazzi necessari a frenare e far ricadere la sonda a Terra e di 16 serbatoi contenenti ossigeno e azoto

La capsula abitata era dotata di tre oblò, un visore ottico da orientare a mano, una telecamera, la strumentazione per rilevare pressione, temperatura e parametri orbitali, un portellone e un sedile eiettabile lungo più o meno quanto l'abitacolo di una Fiat 500.

incidente si fosse verificato nei primi 40 secondi dopo il decollo (ma non prima del 20°), il cosmonauta si sarebbe semplicemente espulso dal veicolo spaziale tramite il seggiolino eiettabile per poi atterrare con il paracadute sulla Terra.

Da 40 a 150 secondi nel lancio, i controllori di terra avrebbero potuto emettere un comando di arresto manuale al booster facendolo ritornare a terra per caduta. Arrivato poi ad una quota sufficientemente bassa, il cosmonauta si sarebbe espulso.

Situazioni di emergenza a quote più elevate dopo lo scarico della protezione esterna avrebbero comportato il distacco dell'intera navicella dal booster.

Se l'evento di malfunzionamento del veicolo di lancio avesse avuto luogo nei primi 20 secondi, quando il sedile dell'eietttore non avrebbe avuto il tempo sufficiente per dispiegare il paracadute **non ci sarebbero state speranze.**



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

E gli americani in quel periodo cosa facevano?

Già con le capsule **Mercury**, utilizzate per il primo volo nello spazio di un astronauta a stelle e strisce si scelse la soluzione di **Escape System esterno** e recupero della capsula in mare.



Il Sistema di fuga azionato nella missione Mercury-Redstone 1 fallita alla partenza.

I sistemi di sicurezza dello Space Shuttle.

Anche lo Space Shuttle americano fu inizialmente dotato di sedili eiettabili, che vennero rimossi in seguito ai voli di collaudo che avevano dimostrato l'affidabilità del veicolo spaziale.

Solo dopo la catastrofe dello Shuttle *Challenger*, tutti i veicoli spaziali rimasti vennero dotati di un dispositivo in grado di consentire all'equipaggio un'eventuale evacuazione dal portello laterale di accesso, anche se questo sistema poteva essere usato esclusivamente quando lo Shuttle si trovava in assetto controllato, visto che gli astronauti avevano bisogno di tempo per lasciare i loro posti e raggiungere il portello per saltare.

La NASA aveva comunque previsto gli **Space Shuttle abort**, delle procedure di emergenza da applicare in caso di malfunzionamento dei sistemi che comportino l'interruzione repentina della missione. Questi erano previsti solo per la fase di partenza, perché durante la fase di rientro vi erano ben poche possibilità di intervenire.

A questo scopo erano stati identificati 5 diversi scenari di interruzione in ascesa, compresa l'interruzione dalla rampa di lancio (RSLs), classificati come interruzioni con integrità della navetta (intact abort) e interruzioni impreviste (contingency abort). La scelta della tipologia di interruzione della missione dipende da quanto è urgente la situazione e da come può essere raggiunta la pista di atterraggio. Vediamoli tutti (*rappresentati nell'immagine qui sotto*):

- **Interruzione della Sequenza di Lancio (RSLs).**

I motori principali (SSME) venivano accesi 6.6 secondi prima del decollo. Da quel momento a quando venivano accesi i Solid Rocket Boosters a T - 0 secondi, gli SSME avrebbero potuto spegnersi e allora sarebbe stata bloccata, sotto il controllo dei computer, la procedura di decollo. I boosters non si sarebbero accesi. È chiamata Redundant Set Launch Sequencer Abort, ed è accaduta cinque volte.

Dopodiché, nessuna interruzione della missione avrebbe potuto essere messa in pratica fino al termine di erogazione dei boosters laterali (gli SRB), cosa che accade dopo 123 secondi dal decollo.

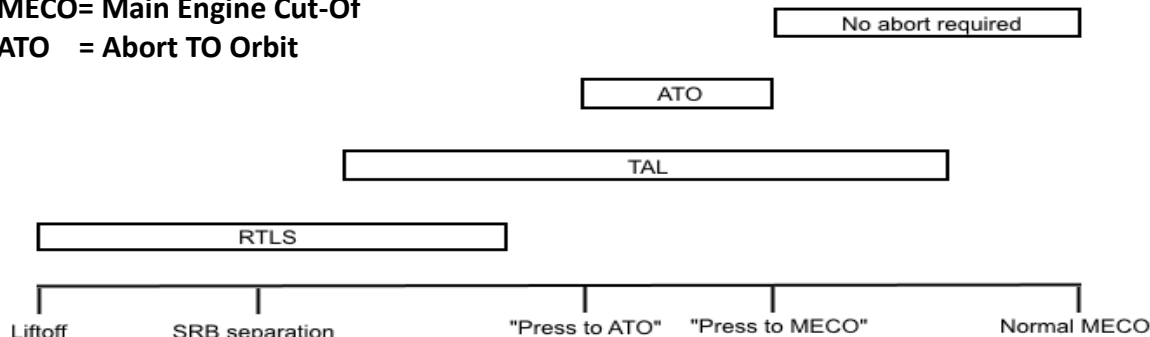


Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

MECO= Main Engine Cut-Of

ATO = Abort TO Orbit



Sopra: un grafico che rappresenta le varie procedure di emergenza previste sullo Space Shuttle

- **Ritorno al Sito di Lancio (RTLS, Return To Launch Site abort, RTLS).**

Lo Shuttle avrebbe continuato l'ascesa e la cabrata finché i solid rocket boosters non fossero esauriti e quindi espulsi. Poi lo Shuttle avrebbe dovuto compiere alcune manovre per dissipare l'energia e portarsi su una traiettoria di rientro. Infine sarebbe avvenuto lo spegnimento dei motori principali e il rilascio del serbatoio esterno. L'Orbiter sarebbe così disceso verso la pista di atterraggio del Kennedy Space Center circa 25 minuti dopo il decollo. Durante la fase di ascesa, il controllo missione avverte l'equipaggio della navetta nel momento in cui l'RTLS non è più possibile, con le parole "negative return", approssimativamente quattro minuti dopo il decollo.

- **Cancellazione con Atterraggio Transoceanico (TAL, Transoceanic Abort Landing, TAL).**

Prevedeva l'atterraggio in una località predeterminata dell'Africa o nel ovest Europa, in circa 25 o 30 minuti dopo il decollo. Questo scenario avrebbe dovuto essere utilizzato quando la velocità, l'altitudine e la distanza non avessero permesso un ritorno alla base di lancio in modalità RTLS.

Uno scenario TAL doveva essere dichiarato approssimativamente più di 2 minuti e 30 secondi dopo il decollo, e lo spegnimento dei motori principali (Main Engine Cutoff, MECO) a circa T+8:30 minuti.

- **Cancellazione a Lancio Avvenuto (AOA, Abort Once Around, AOA)**

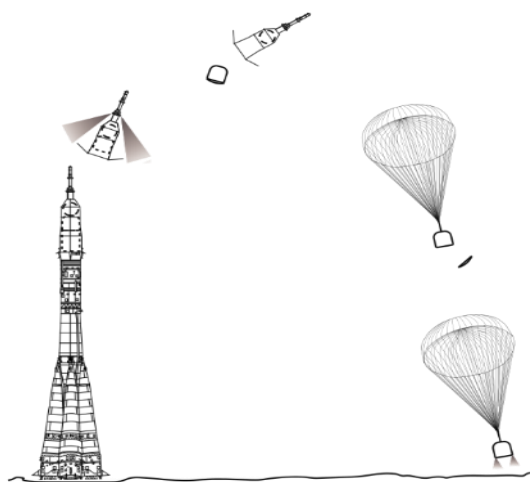
Sarebbe stata utilizzata nel momento in cui lo Shuttle non sarebbe più stato in grado di raggiungere un'orbita stabile a causa della bassa velocità acquisita e

quindi avrebbe dovuto compiere una sola orbita completa intorno alla terra e atterrare, circa 90 minuti dopo il decollo.

- **Cancellazione Verso un'Orbita (ATO, Abort To Orbit, ATO).**

Sarebbe stata utilizzata quando l'orbita desiderata non poteva più essere raggiunta, ma si riusciva comunque a raggiungere un'orbita stabile più bassa.

I sistemi di sicurezza della navetta russa Soyuz.



L'immagine mostra da sinistra a destra:

- 1) *L'accensione della SAS che trasporta il modulo orbitale, il modulo di discesa e una parte della carenatura del carico utile dal veicolo di lancio.*
- 2) *La separazione del modulo di discesa dal resto del gruppo.*
- 3) *Il spiegamento di paracadute e separazione dello scudo termico.*
- 4) *Sparo dei motori di atterraggio.*



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

I sistemi di sicurezza Soyuz sono particolarmente complicati a causa del design modulare del veicolo; solo il modulo di discesa centrale è progettato per sopravvivere al rientro, quindi in caso di emergenza il modulo orbitale e il modulo di discesa devono essere separati insieme (a volte anche con il modulo di servizio collegato) prima che la discesa possa essere separata e orientarsi per il rientro.

Altre navicelle ex sovietiche, come la TKS, hanno tentato progetti modulari simili con un portello attraverso lo scudo termico per risolvere questo problema.

Il design modulare significa anche che la capsula Soyuz è contenuta all'interno di una carena di protezione del carico utile (payload fairing) per gran parte del volo e rimuovere la carena senza collisione in caso di emergenza è stato un altro problema difficile da affrontare.

Il sistema di interruzione principale da utilizzare all'inizio del volo è la sezione di fuga di emergenza di *Jettisonable*, (abbandonare) nota con la sigla russa OGB SAS o semplicemente SAS. È un launch escape system (LES) simile a quello americano delle Mercury, progettato da un team di OKB-1 sotto la guida di Sergei Korolev.

Il SAS principale è un singolo lanciatore a razzo a combustibile solido con diversi ugelli per controllare l'assetto, posizionato sopra la capsula Soyuz.

Il SAS può essere utilizzato per separare la capsula Soyuz dal veicolo di lancio fino a circa due minuti e mezzo in volo a motore. Il sistema di lancio può essere attivato dai computer di bordo o dalle comunicazioni radio degli equipaggi di terra. I computer di bordo utilizzano strumenti per rilevare diversi possibili guasti, tra cui la separazione prematura degli stadi, la perdita di pressione nelle camere di combustione e la perdita di controllo del veicolo di lancio.

Una volta attivato, i montanti vengono posizionati per fissare il modulo di discesa al modulo orbitale fino a quando i motori di fuga non si esauriscono e vengono scaricati. Dopodiché, il modulo di discesa viene separato, lo scudo termico viene espulso e vengono dispiegati i suoi paracadute.

Iniziando con il progetto Apollo-Soyuz Test,

Il Programma test Apollo-Sojuz (ASTP) fu la prima collaborazione tra gli Stati Uniti d'America e l'Unione Sovietica nel settore dei voli nello spazio. Il

17 luglio 1975, una navicella spaziale del programma Apollo ed una capsula Sojuz si agganciarono nell'orbita intorno alla Terra, consentendo ai due equipaggi di potersi trasferire da una navicella spaziale verso l'altra. Tale missione significò un taglio netto con il passato, che era stato caratterizzato da una vera e propria gara verso lo spazio.



*Gli astronauti che anno partecipato al test.
Da sinistra: Deke Slayton, Thomas Patten Stafford, Vance Brand, Archipovič Leonov, Valerij Nikolaevič Kubasov*

la navicella Soyuz ha anche un set secondario di quattro motori a razzo nella parte superiore della carenatura che può spingere la sezione della testata di fuga lontano dal razzo durante il periodo tra il jettisoning della SAS a T + 115s fino allo spiegamento della carenatura a T + 157s.

In contrasto con il SAS questi razzi muovono solo la sezione di fuga a una piccola distanza dal razzo, poiché a queste altitudini c'è abbastanza tempo per il sistema di atterraggio da dispiegare.

Nei primi modelli Soyuz c'erano due modalità di interruzione nel tempo che vanno dall'espulsione del sistema di lancio fino all'orbita.

Una richiedeva la separazione solo dei due moduli superiori e una discesa controllata e poteva essere iniziata prima di circa T + 522s, l'altra poteva essere abilitata per una discesa balistica dopo T + 522.

A differenza della navetta spaziale, la Soyuz non può interrompere l'orbita perché il suo terzo stadio ha un solo motore e non porta il carburante di



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

riserva necessario per raggiungere l'orbita con una spinta ridotta ad uno stadio inferiore.

La Soyuz ha subito diversi aborti di lancio e una interruzione in orbita. Tutti i membri dell'equipaggio sopravvissero agli aborti. Ecco un elenco:

Data del lancio	Missione	Causa di fallimento
5 aprile 1975	Soyuz 18a	Separazione del secondo stadio fallita prima dell'accensione del terzo stadio. Il computer di controllo di volo ha rilevato una deviazione della traiettoria e ha attivato un abort automatico. Poiché la torre di fuga era già stata gettata via, i motori del modulo di servizio furono utilizzati per l'interruzione.
26 settembre 1983	Soyuz T-10-1	Il razzo ha preso fuoco sulla rampa. Il sistema di lancio fu sparato, liberando il veicolo spaziale due secondi prima che il razzo esplodesse. Questo è, ad oggi, l'unico aborto sulla rampa, con equipaggio, riuscito.
11 ottobre 2018	Soyuz MS-10	Il razzo Soyuz-FG ha subito un'anomalia durante la separazione del primo stadio, quando uno dei booster ha colpito il core stage e danneggiato il secondo stadio. Il sistema di emergenza ha liberato il veicolo spaziale dal razzo.

Eventi di emergenza in orbita:

Data di lancio	Missione	Causa di fallimento
10 aprile 1979	Soyuz 33	Il sistema di attracco Iglu ha subito un guasto al motore. Dopo l'esame da parte degli equipaggi di terra, la missione è stata

		interrotta accendendo i motori di servizio e iniziando un rientro balistico.
--	--	--

A questo punto andiamo a vedere come funzionava il sistema di emergenza del progetto Apollo.

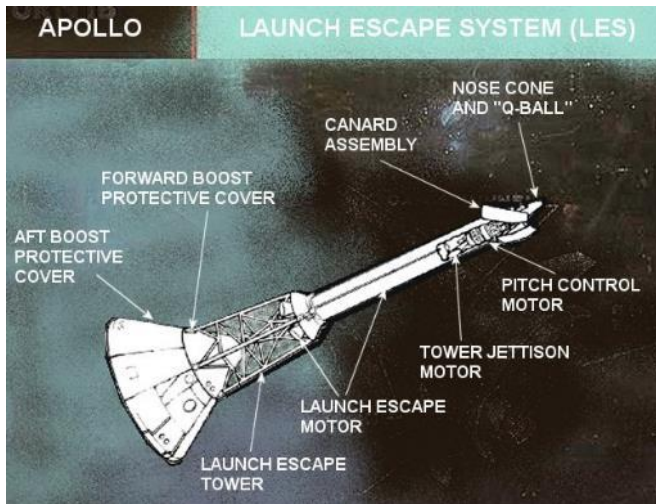


Un test del LES dell'Apollo con una capsula simulatore (boilerplate).

Come si può notare è del tutto simile a quello delle Mercury. Non è mai stato utilizzato! L'unico evento di emergenza del programma Apollo fu il 13 che avvenne durante il trasferimento dall'orbita terrestre alla Luna, quando il LES già era stato abbandonato. La procedura è semplice da intuire quanto complessa dal punto di vista dell'affidabilità dei meccanismi che devono attivarsi in pochi secondi.

Al momento dell'attivazione devono avvenire in sequenza, ma molto velocemente le seguenti fasi:

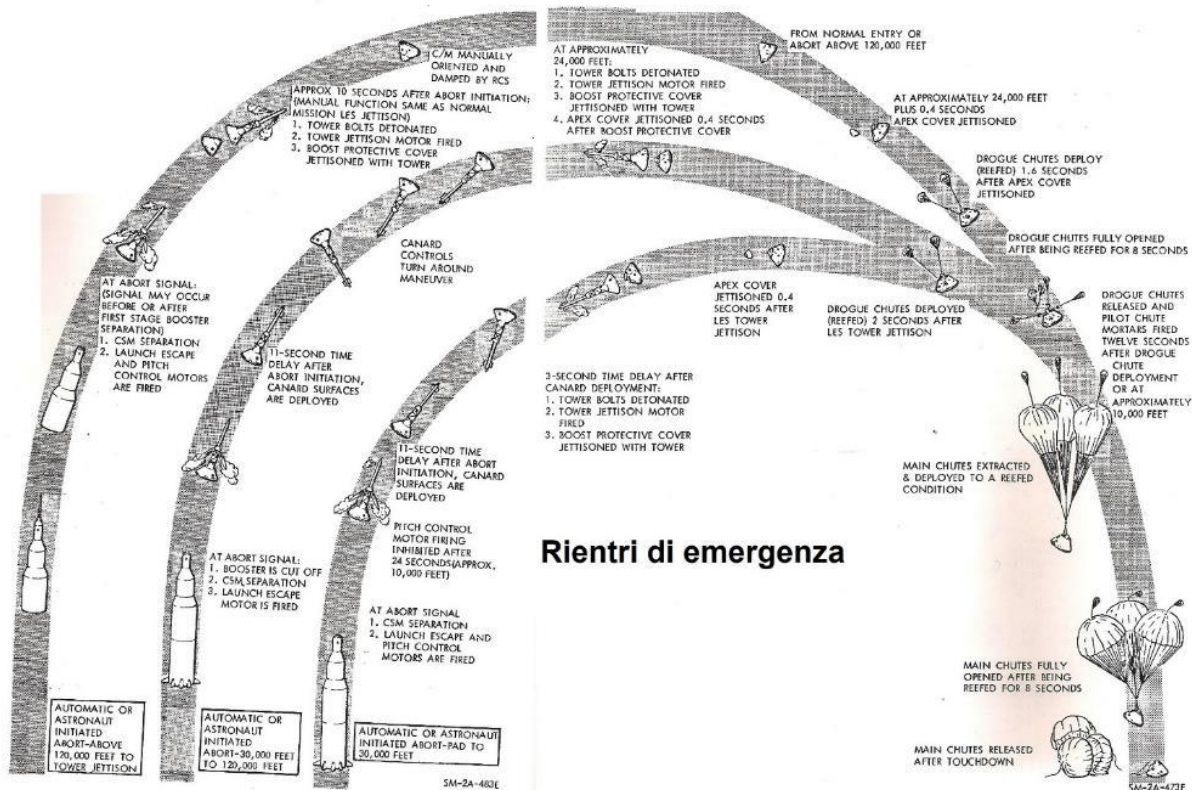
- Sgancio del modulo di comando (dove risiedono i tre astronauti) dal modulo di servizio.
- Verifica della consistenza dell'aggancio tra la torre del LES (Launch escape tower) ed il modulo di comando.
- Accensione dei razzi a combustibile solido (launch escape motor).



Uno schema a blocchi delle parti che compongono il LES.

Le fasi in cui il LES poteva entrare in funzione erano diverse.

- **Pad abort:** In caso di problemi al razzo nei 5 minuti precedenti al lancio, il modulo di comando (CM) e il Launch Escape System (LES, vedi figura) effettuano una separazione dal resto del razzo, col LES che guida se stesso e il CM in alto e in direzione EST, grazie a un piccolo motore a propellente solido posto in cima alla torretta del LES stesso. La torretta viene espulsa e i paracadute spiegati per effettuare uno splashdown sicuro nell'oceano atlantico.
- **Mode I:** Procedura di annullamento con l'utilizzo del LES, attiva dal momento di lancio fino all'espulsione della torretta, 30 secondi dopo l'accensione del secondo stadio S-II.
 - **Mode IA (one alpha):** Durante i primi 42 secondi di volo (fino a 3000 metri), il razzo è ancora relativamente dritto; la procedura di annullamento è simile al *pad abort* col LES che allontana il CM dalla traiettoria del razzo. Dopo 14 secondi, la torretta viene espulsa e avviene lo SplashDown.
 - **Mode IB (one bravo):** Da 3000 m a 30.5 km (fino a T +117), il razzo è posizionato in volo in direzione est, rendendo non necessario l'uso del motore di beccheggio. Dopo che i motori del LES hanno sganciato il CM dal razzo, avviene lo spiegamento di piccole alette canard dalla torretta: questo forza il gruppo CM-LES a posizionarsi con la parte inferiore del CM in avanti (*blunt-end forward* o posizione BEF), necessaria poiché i paracadute posti sulla punta del CM potevano aprirsi solo da sottovento.
 - **Mode IC (one charlie):** Da 30.5 km fino all'espulsione del LES, la posizione BEF è ancora necessaria, ma le alette canard diventano inutili. Il corretto posizionamento del gruppo CM-LES veniva quindi ottenuto utilizzando i motori di attitudine RCS (Reaction Control System) del CM. Durante *One-Charlie* avveniva il primo staging, con l'espulsione del primo stadio S-IC, ormai secco di combustibile, e l'accensione del secondo stadio S-II. La procedura *One-Charlie* termina circa 30 secondi dopo lo staging, quando il LES viene espulso.
- **Mode II:** Annullamento durante i primi istanti di accensione dello stadio S-II. Con il LES ormai espulso, il Command/Service Module (CSM) si separa dal resto del razzo e usa il suo motore e gli RCS per spostarsi dalla traiettoria del razzo e per allinearsi nella posizione necessaria, quindi il CM si separa dal modulo di servizio (SM) ed effettua lo Splash Down.
- **Mode III, conosciuto anche come Contingency Orbit Insertion (COI) o S-IVB to COI:** In caso di problemi al secondo stadio S-II, semplicemente esso viene espulso in anticipo. A questo punto del volo, il razzo è sufficientemente veloce e in quota che i motori de terzo stadio S-IVB, e del Service Module SM di posizionare l'astronave in orbita terrestre. L'uso anticipato dei motori del S-IVB e il relativo consumo di combustibile, non permette di procedere al TLI Trans Lunar Injection e viene iniziata una missione di backup in orbita terrestre.



Ecco una rappresentazione grafica dei modi di fuga del progetto Apollo.

- **S-IVB to orbit:** Come nel *Mode III*, lo stadio S-II viene separato in anticipo in caso di guasto, ma per l'inserimento in orbita è sufficiente l'uso del motore del solo S-IVB. Questa modalità è identica al *Mode III*, ad eccezione del non utilizzo del motore dell'SM. Questa procedura si conclude quando lo stadio S-II viene separato come da piano di volo.
- **Mode IV:** Annullamento durante l'accensione del terzo stadio S-IVB. Nel caso sorgano problemi al terzo stadio, il motore del Modulo di Servizio SM, inserisce il CSM in orbita terrestre e ci si sposta sulla missione di backup in orbita terrestre.

Bene, abbiamo visto come si cercava di salvaguardare la vita degli astronauti nei progetti che hanno fatto la storia dell'astronautica. Ora passiamo al futuro!

Prima di esaminare cosa si sta facendo ora, o nei prossimi sistemi che diverranno operativi a breve, dobbiamo fare alcune considerazioni importanti che sono alla base della progettazione dei sistemi di aborto e che, come vedremo, hanno portato i vari costruttori a conclusioni diverse.

Fonte: *Everyday Astronaut*
<https://youtu.be/0MaeHNU2660>

Prima domanda: è meglio utilizzare sistemi di emergenza che si staccano (*Jettisonable launch escape system*) e quindi non seguono il carico o meglio usare sistemi integrati a bordo ed utilizzabili anche per altri usi?

Seconda domanda: sui dispositivi LES è meglio usare razzi a combustibile liquido o solido?

Sono due domande che non possono avere una risposta indipendente, perché hanno parecchie interazioni tra loro.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Il combustibile liquido richiede una pompa che mandi in pressione il combustibile prima di farlo entrare nella camera di combustione ed accendersi e **questo richiede tempo! Quindi non va bene per l'emergenza che pretende tempi strettissimi.**

Per ovviare a questo la Space X di Elon Musk, nella sua Crew Dragon, che rientra nella categoria dei sistemi integrati, mette il combustibile dei suoi 8 Super Draco, dentro a dei serbatoi pressurizzati che pertanto contengono un **liquido ipergolico costituito da monometilidrazina come propellente e tetraossido di diazoto come ossidante.**

La monometilidrazina è un composto altamente infiammabile, tossico, corrosivo, inquinante e sospetto cancerogeno,

Questi razzi hanno la capacità di essere accesi più volte e possono essere controllati con precisione in spinta durante l'atterraggio della capsula Dragon.

Quando però una Crew Dragon staziona sulla ISS è sottoposta, ogni 90 minuti, con l'avvicinarsi del sole e del buio, ad escursioni termiche che sono pericolose per i combustibili ipergolici e quindi per tutta la stazione.

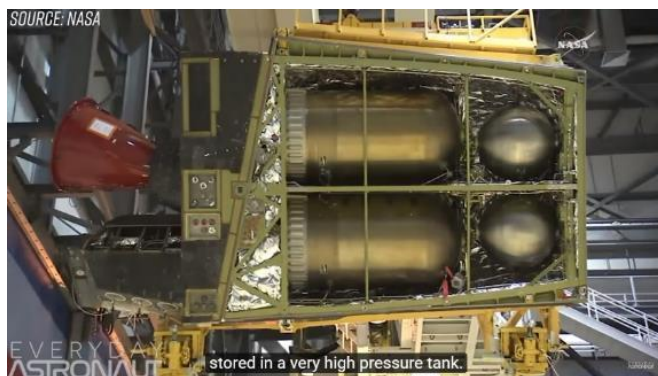
Il combustibile pertanto sarebbe solido e molto più sicuro, avrebbe una risposta immediata ed immediato.

La NASA lo preferisce.

A destra: prove a terra dei motori Super Draco di controllo d'assetto, emergenza e di atterraggio della Crew Dragon SpaceX.



Sopra: una prova di atterraggio con i Super Draco ed a destra i serbatoi ad alta pressione per evitare le pompe.



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 **pag: 17 di 33**

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno 11 – N° 3 - 1/09/2019

Al contrario, lo Starliner della Boeing, anch'esso scelto dalla NASA come taxi per la ISS, **può fare dieci missioni, tutte quante con equipaggio**, ma ad ogni missione perde sia i motori di potenza (che vanno distrutti nel rientro assieme al modulo di servizio utilizzabile una sola volta), che il LES che resta tradizionale ed esterno e va perso ad ogni lancio. Aspetto singolare vero?



Lo Starliner CT-100 della Boeing in il volo di test ancora collegato al modulo di servizio con i razzi di spinta per il rientro e per la spinta della ISS. (Credit Boeing)

Originariamente però Elon Musk ha progettato la capsula non per rientrare in mare ma sulla terraferma utilizzando proprio i suoi Super Draco. Infatti questa è la politica di SpaceX anche per usare la Crew Dragon come mezzo di atterraggio e ripartenza da Marte.

La Boeing ha quindi scelto un'altra strada!

Il sistema LES della Boeing usa motori RS-88 (Bantam) della Pratt & Whitney Rocketdyne (Launch Abort Engine, LAE) a combustibile liquido (Etanolo e LOX pressurizzati) e viene installato in testa allo Starliner, quindi a perdere, non è integrato.

Lo Starliner usa anche razzi a combustibile liquido sul suo modulo di servizio (che poi perde al rientro), ed altri più piccoli, integrati nel corpo del tronco di cono come controllo di assetto, che non perde al rientro.

Lo starliner, al contrario della Crew Dragon atterra sulla terra ferma.

La Boeing ha completato una serie di test di caduta libera per validare il design del sistema di gonfiaggio degli airbag.

Gli airbag sono collocati sotto allo scudo termico dello Starliner (o CST-100), **che è disegnato per essere separato dalla capsula durante la discesa con paracadute ad un'altitudine di 1500 m.**

Gli airbag vengono dispiegati riempiendoli con una mistura di ossigeno e azoto compressi, e non con le misure esplosive integrate in diverse automobili.



Un test di atterraggio del CT 100 con gli airbag dispiegati e dopo aver sganciato lo schermo protettivo. Credit Boeing.

Una delle funzioni importanti di una navetta, o anche solo di un cargo agganciato alla ISS, è quello di provvedere ad "alzare" la quota della **stazione spaziale ISS che tende a perdere circa 100 metri al giorno.**

I razzi quindi "spingeranno", **con delicatezza**, la ISS al momento opportuna di qualche chilometro più in alto.

Questa manovra va fatta con delicatezza perché tutta la vita sulla stazione è basata sulla microgravità, inclusa la struttura stessa della stazione.

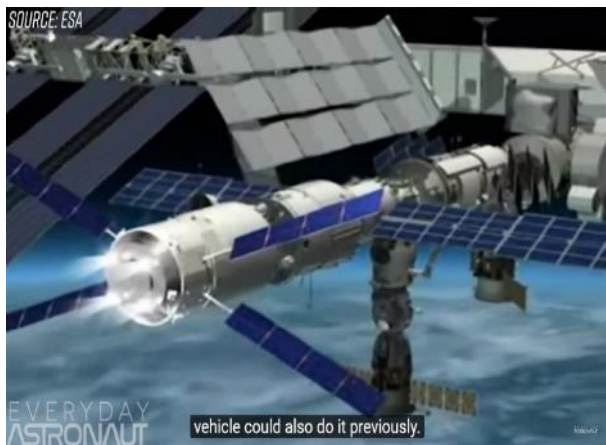
Nel momento in cui una navetta spinge la ISS, **diventa come il centro di gravità e tutto ciò che sta "fluttuando" all'interno della stazione precipiterà**



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

verso quel punto dove spinge la navicella, tanto più velocemente quanto è maggiore la spinta.



Prima di passare alle tabelle comparative abbiamo un altro attore sul palcoscenico del trasporto di astronauti da esaminare: parliamo della Blue Origin di Jeff Bezos.

Bezos, fondatore di Amazon oltre che di Blue Origin, ha recentemente mostrato il progetto del lander per la Luna, per l'allunaggio di uomini e merci ... e per restarci!

Elon Musk ci ha dimostrato che l'industria spaziale privata americana va presa sul serio e ciò che promette mantiene, quindi occupiamoci anche di Bezos e della sua navetta passeggeri, per ora suborbitale, montata sopra al suo New Glen, il razzo pesante (non ancora testato) o sopra all'attuale New Shepard.

Anche se suborbitale la navetta passeggeri ha bisogno di un sistema di salvataggio perché anche lei parte sopra ad un razzo che ha un buon 1% di probabilità di creare problemi e quindi di compromettere la vita dei passeggeri.

Una situazione diversa da quella della Virgin Galactic, di Richard Branson, suo diretto concorrente che conta di mandare il suo SpaceShipTwo, pieno di passeggeri agganciato alla fusoliera della nave madre WhiteKnight Two.

In questo caso infatti si parte con un mezzo come un aereo e si arriva pure su un aeroporto.

Un LES non avrebbe senso.

Una particolarità notevole di entrambi è dovuta alla completa riutilizzabilità dei sistemi!

Non è una qualità di poco conto su un mercato dove il costo per kg di carico utile nello spazio sta scendendo vertiginosamente da \$ 80.000 di inizio millennio ai meno di \$20.000 attuali.

Ma torniamo alla di Jeff. Anche la Blue Origin, come la SpaceX, ha scelto il sistema integrato. All'interno della capsula, in mezzo ai piedi dei passeggeri, vi è una grossa protuberanza che contiene il motore di salvataggio.



la posizione del motore nella capsula passeggeri in una foto dell'interno. Credi Blue Origin.



Nella foto un test di "abort" con una navetta Blue Origin.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019



Una vista dall'esterno dove si vede il motore.

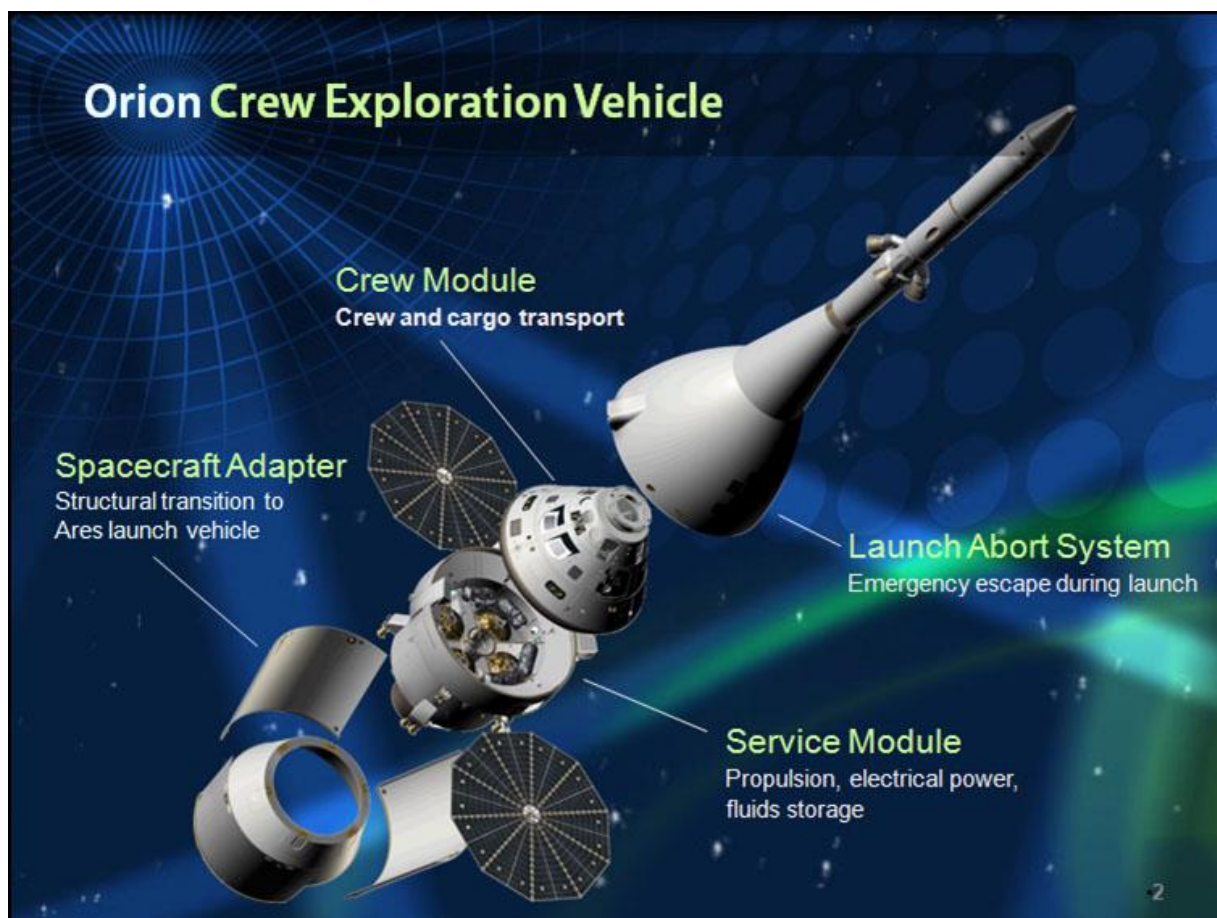
La scelta potrebbe essere discutibile se si considera che il razzo è a combustibile solido, quindi si accende al momento della emergenza e si spegne quando ha finito di bruciare tutto il combustibile, ma con un LES esterno la situazione non è molto diversa.

La durata della combustione comunque è calcolata per portare la capsula, da terra, ad una altezza tale da consentire al paracadute di farla atterrare in sicurezza.

Non entriamo nel dettaglio della capsula Orion della NASA perché non è comparabile, dal punto di vista degli obiettivi, con i mezzi che abbiamo visto fin d'ora.

Questi ultimi sono stati studiati e dimensionati per supportare voli con equipaggio verso l'orbita bassa terrestre. Tipicamente la Stazione Spaziale Internazionale. Quindi lo scudo termico è dimensionato per supportare un rientro a **28.000 km orari** (8kms) e la **vita a bordo è garantita per giorni**, quelli che servono per un viaggio di servizio verso la ISS. La Orion invece ha uno scudo dimensionato per rientrare dalla Luna o dallo spazio profondo, il che significa circa **40.000 km/h** (11kms) e con un servizio passeggeri che possa mantenere in vita sette persone bordo **per parecchie settimane**. Un'altra cosa insomma.

Per chiudere, prima del confronto, la Orion ha un LES analogo a quello dell'Apollo (come si vede nella foto sottostante, Credit NASA).



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 **pag: 20 di 33**

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Ora passiamo alle tabelle comparative che ci faranno capire meglio diversi aspetti che solitamente trascuriamo.

Fonte: <https://youtu.be/RqLNIBArGY>

La comparazione avverrà per i soli mezzi che ospitano gli astronauti al rientro o in orbita.

Mezzi che, a loro volta, sono stati lanciati dai seguenti vettori Atlas con lo Starliner; Falcon 9 con la Crew Dragon; Soyuz con la Soyuz e lo Space Shuttle con lo Space Shuttle. Solo in questo ultimo caso il vettore coincide con la navetta.

Nella prima tabella qui sotto, in alto, vediamo un confronto strutturale: dimensioni, peso, capacità di carico, volume abitabile. Nella stessa tabella vediamo il tipo di approccio all'atterraggio dove vediamo che in mare arriva solo la Crew Dragon. In affetti anche la Orion è progettata per arrivare in mare.

Elon Musk non sarà contento!

Nella tabella in basso invece confrontiamo la durata del supporto vitale a bordo che include anche l'autonomia delle batterie. Naturalmente vediamo una notevole differenza se la navetta si trova da sola nello

				
	STARLINER	CREW DRAGON	SOYUZ	SPACE SHUTTLE
LIFESPAN	60 HOURS ON ITS OWN 210 DAYS DOCKED	7 DAYS ON ITS OWN 210 DAYS DOCKED	30 DAYS ON ITS OWN 180 DAYS DOCKED	17.5 DAYS ON ITS OWN OR DOCKED
ABORT	PUSHER HYPERGOLIC	PUSHER HYPERGOLIC	TRACTOR SOLID	NONE
LANDING	LAND TOUCHDOWN	OCEAN SPLASHDOWN	LAND TOUCHDOWN	LAND TOUCHDOWN
REUSE	YES 10 AFTER REFURBISHMENT	YES AFTER REFURBISHMENT (NOT FOR CREW)	NONE EXPENDABLE	YES AFTER REFURBISHMENT

				
	STARLINER	CREW DRAGON	SOYUZ	SPACE SHUTTLE
HEIGHT	5 METERS (16.4 FEET)	8.1 METERS (26.5 FEET)	7.5 METERS (24.6 FEET)	37 METERS (121 FEET)
WIDTH	4.5 METERS (14.7 FEET)	3.7 METERS (12.1 FEET)	2.2 METERS (7.2 FEET)	4.6 METERS* (15 FEET)*
DRY MASS	13 TONNES (28.600 LBS)	9.5 TONNES (20.940 LBS)	7.1 TONNES (15.650 LBS)	68.5 TONNES (151.000 LBS)
CREW	SEVEN	SEVEN	THREE	EIGHT
VOLUME	11 M ³ (388 FT ³) PRESSURIZED NONE UNPRESSURIZED	10 M ³ (353 FT ³) PRESSURIZED 14 M ³ (494 FT ³) UNPRESSURIZED	8.5 M ³ (300 FT ³) PRESSURIZED NONE UNPRESSURIZED	74.3 M ³ (2.623 ³) PRESSURIZED 300 M ³ (10,600 ³) UNPRESSURIZED

Associazione Culturale "Il C.O.S.M.O." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 21 di 33

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

spazio con passeggeri a bordo o se si trova agganciata alla ISS (Docked) dove l'autonomia è legata solo all'Hardware.

Nella tabella sottostante vediamo invece i costi di trasporto passeggeri (\$ per seat), dove appare evidente il forte risparmio che si è ottenuto con le nuove navette americane. Non si evidenzia però la maggior efficienza dovuta al recupero del primo stadio da parte di SpaceX. Probabilmente perché il ritorno economico del riuso

non è ancora stato spalmato sui costi programmati nei primi voli.

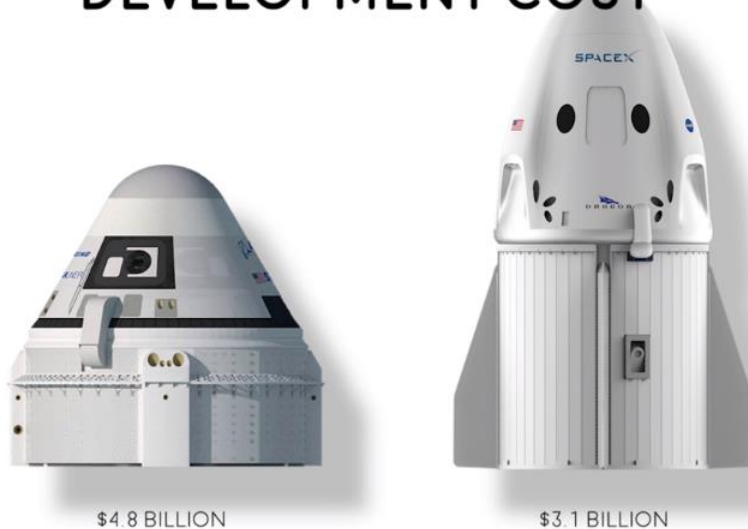
Infine, l'ultima immagine (a fondo pagina) che evidenzia i costi di sviluppo di Boeing e SpaceX che includono anche i costi delle demo alla NASA per ottenere la certificazione.

Vi invito a guardare questa simulazione per rendersi conto delle dimensioni di questi mezzi:

<https://youtu.be/cLJkk-iHr8Q>



DEVELOPMENT COST





Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

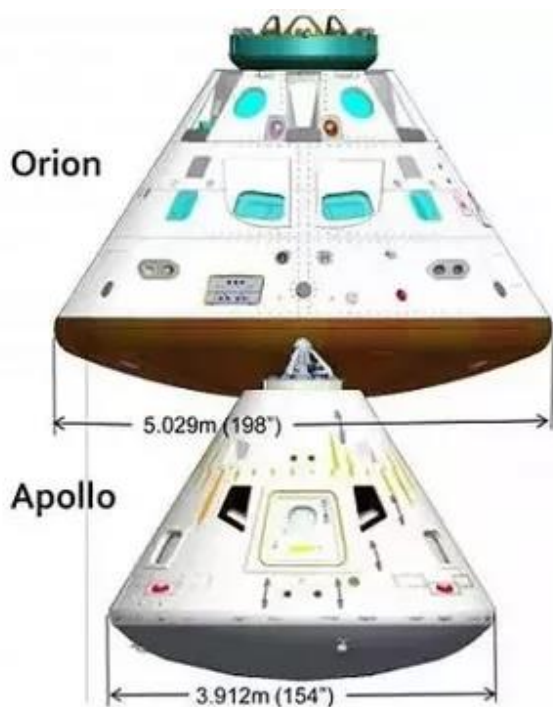


inside the payload bay of the Shuttle.

Concludo questo articolo con questa **illustrazione provocatoria** dove tutte e tre le navette, con i relativi moduli di servizio, potrebbe alloggiare comodamente nella stiva del quarto: lo Space Shuttle.

Nell'ultima immagine qua sotto invece vi è una comparazione dimensionale che include anche la capsula Apollo e Orion.

Ora non ci rimane che fare un giro all'interno delle due taxi per la ISS, per capire l'ambiente in cui son troveranno a volare i prossimi astronauti. Come vedrete rispetto a 50 anni fa si sono fatti parecchi passi avanti. Si è arrivati a curare dettagli come il colore della luce interna (blu nella CT.100) per garantire il rilassamento ai pasti curati e non "di pura sopravvivenza".



"SpaceX Dragon" © - 2014
G. DE CHIARA

In questa pagina a conclusione di questo nutrito



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

A conclusione di questo articolo mostrerò una carrellata di fotografie di interni da dove emerge, dopo la fase pionieristica, il salto di qualità! Ora ci si sta avviando verso la fase di routine in cui anche il comfort e l'estetica vogliono la loro parte. Eccovi una carrellata di interni:



Interno della CT- 100 (Credit Boeing).



Interni della Crew Dragon (Credit SpaceX)



Interni della Orion (Credit NASA).



Interni della Soyuz (Credit ESA).

Se poi volete farvi un giro, a 360 gradi, dentro lo Starliner guardatevi questo video:

<https://youtu.be/ye2TKpILq0>

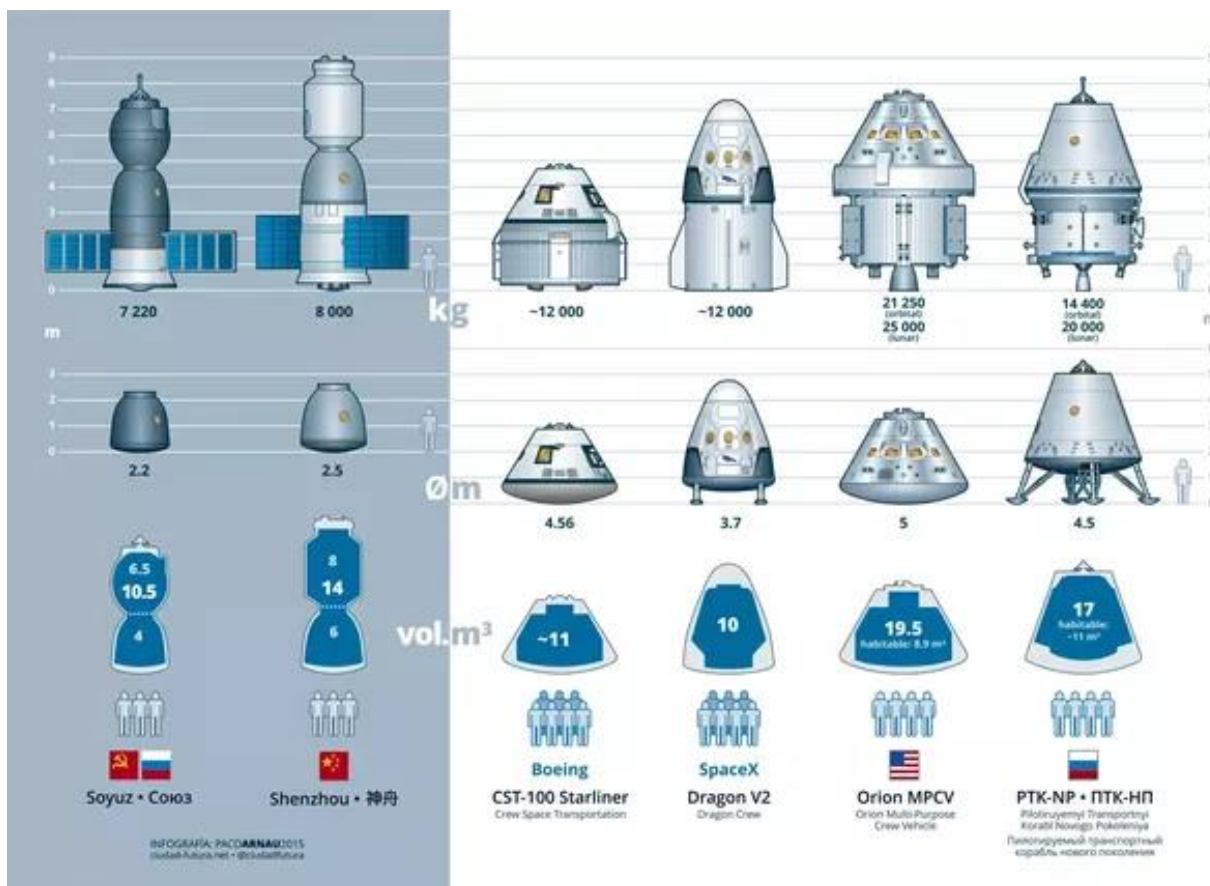
Queste sono le navette già testate e certificate dalla NASA fino ad oggi, anche se le tre americane devono ancora volare con uomini a bordo. Credo però interessante chiudere questo confronto introducendo anche il nuovo veicolo spaziale russo, di cui non esiste ancora un prototipo definitivo ma di cui si sa già parecchio.

Anche se il percorso di sviluppo per questo nuovo veicolo spaziale - che è anche indicato come "Federazione" nella sua traduzione inglese - è iniziato nel febbraio 2009, quando Roscosmos ha emesso una richiesta per un'astronave destinata alle missioni con equipaggio lunare. Lo chiamarono PPTS (Prospective Piloted Transport System), che era anche conosciuto come il Future Manned Transportation System o anche PTK-NP (Pilotiruemyj Transportnyj Korabl' - Novogo Pokolenija Nave da trasporto pilotata di nuova generazione).

È un veicolo spaziale parzialmente riutilizzabile in fase di sviluppo da parte dell'Agenzia spaziale russa. **Dovrebbe sostituire le Sojuz entro il 2021, ed essere impiegata in un eventuale programma lunare russo.**



Ecco un rendering della futura navicella russa PTK-NP.



Quest'ultima pagina confronta di nuovo tutte quante le navette operative oggi, incluso quella cinese e quella in gestazione in Russia. **Una tabella riepilogativa di confronto di peso, diametro e volume pressurizzabile.**

(Credit <https://www.forumastronautico.it/t/dragon-2-vs-starliner/24648/3>)

Ci sono dati contrastanti ma giustificatissimi. Vediamo per esempio che le due navette private americane possono ospitare fino a 7 persone in un volume pressurizzato (abitabile senza tuta) di 10 metri cubi (11 per lo Starliner). Il che significa **condividere in sette uno spazio approssimativamente cilindrico di circa 2,8 metri di diametro per una altezza di 1,75 metri.**

La Orion invece che dispone di ben 19.5 metri cubi, cioè un cilindroide di 3.6 metri di diametro per 1,9 di altezza, ospita solo 4 persone!

La spiegazione è semplice: **Le navette private ospitano sette persone per un periodo di poche ore (normalmente per arrivare o tornare dalla ISS) mentre nella Orion ci devono stare per giorni, quindi devono essere molto più comodi!**

Spero che l'articolo vi sia piaciuto. Ha comportato un grosso lavoro di ricerca e selezione. Credo che meriti un approfondimento attraverso una serata specifica al Planetario di Modena. Vedremo. Luigi Borghi

Alla prossima!



II C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Intervista virtuale a Paolo Nespoli.

Dott.ssa Anna Spadafora



Paolo Nespoli (a sin.) durante la sua conferenza al quartier generale della SIR a Modena; in prima fila, da sin.: Luciano e Davide Passoni

Paracadutista, incursore, partecipante alla missione di pace in Libano, ingegnere laureato sia al Politecnico di New York sia all'Università di Firenze e soprattutto astronauta, lei è stato tre volte nello spazio: nel 2007, fra il 2010 e il 2011 e nel 2017. Molti criticano i viaggi spaziali perché sono troppo costosi e li considerano superflui, inutili e non produttivi. A partire dalla sua esperienza, invece, possiamo considerare un viaggio nello spazio come una sfida che ci insegna qualcosa di essenziale per la nostra vita?

Andare nello spazio rappresenta una sfida verso quelli che sono considerati i limiti fisici dell'uomo: richiede una preparazione incredibile al fine di sviluppare capacità di adattamento a un luogo che è ostile alla vita, dove l'isolamento è totale e le condizioni estreme e impensabili. Nel vuoto dello spazio una persona morirebbe dopo un millesimo di secondo, per cui è indispensabile una struttura, come la stazione spaziale internazionale, che supporti tutte le funzioni vitali. Sulla stazione deve essere presente un controllo termico accurato e costante, perché ci si deve

confrontare con fenomeni fisici completamente differenti rispetto a quelli cui siamo abituati sulla terra: trovandosi a 400 km dalla terra stessa e orbitando alla velocità di 8 km al secondo, la stazione spaziale è esposta alla luce solare per circa 45 minuti e successivamente entra nella zona buia dietro il pianeta. Ciò significa passare bruscamente da 200°, quando si è esposti all'irraggiamento solare, a -150°, quando si è in ombra. All'esterno della stazione spaziale, costituita da un enorme traliccio della lunghezza di 100 metri, ci sono numerosi pannelli che raccolgono l'energia emessa dalla nostra stella durante la fase di esposizione. Le condizioni sono davvero estreme: anche i computer sulla stazione si rompono, perché le radiazioni cosmiche impattano sulla memoria cambiandone lo stato, un fenomeno che può avvenire anche sulla terra, sebbene molto più raramente. Tutto ciò che si porta in orbita deve essere inoltre il più leggero possibile, poiché un lancio comporta un costo di circa 100.000 dollari a chilogrammo trasportato. Come ho accennato, la stazione spaziale orbita intorno alla terra in un'ora e mezza, per cui ci sono 45 minuti

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 26 di 33

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - **Costo:** Gratuito sul WEB per i soci - **Arretrati:** Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

di luce e 45 di ombra: se un astronauta è all'esterno, in passeggiata spaziale, si trova a essere immerso in questi continui e drastici cambiamenti. La passeggiata spaziale è molto dispendiosa in termini fisici e richiede molto allenamento. Inoltre, è estremamente pericolosa: ci si trova all'interno di una mini-navicella spaziale, che è la propria tuta, e sotto ci sono 400 km di vuoto. La prima cosa che viene da pensare è quella di essere in caduta libera e, in effetti, è proprio così: occorre sempre avere un punto di appoggio e si è assicurati alla stazione da un verricello a cui è ancorato un cavo di 55 piedi di lunghezza. Un secondo astronauta, dall'interno della stazione, indica il percorso, perché è facilissimo perdere il senso dell'orientamento. Si è legati al cavo, ma se per qualche motivo questo si spezza o si disancora dalla stazione sono guai seri. Per questa evenienza, la NASA ha disegnato uno zainetto denominato Safer, un sistema per cui, in caso di rottura del cavo, l'astronauta alla deriva può mettersi in salvo ritornando alla stazione. In ogni caso, si tratta di un sistema molto complesso con un'autonomia di carburante limitata.

Anche il tempo impiegato da un'astronauta per svolgere una qualsiasi missione è una risorsa molto costosa: viene calcolato in 100.000 dollari all'ora. Per una passeggiata spaziale, a volte necessaria per effettuare riparazioni, occorrono ad esempio 30 ore di preparazione. I canadesi hanno realizzato un braccio meccanico automatizzato, montato all'esterno della stazione, dotato di opportuni end-effector, ma si tratta tuttavia di una soluzione ingombrante che non permette di arrivare negli angoli più remoti: di conseguenza, molte riparazioni esterne devono essere effettuate dall'uomo mediante attività extra-veicolare.

Lei ha viaggiato sia sulla Sojuz sia sullo Shuttle. Qual è il migliore dei due?

Sono due veicoli molto differenti. Lo Space Shuttle, come dice il nome, è nato come "traghetto" terra-spazio. Era progettato per svolgere cinquanta missioni all'anno, ma al massimo ne ha compiute nove, e in alcuni anni solo due. Macchina meravigliosa, ma troppo complessa e delicata, richiedeva una lunga manutenzione e ciascuna missione aveva costi elevatissimi. La Sojuz è spartana, piccola, ma svolge egregiamente lo scopo per cui è stata progettata: portare gli astronauti in orbita e farli ritornare sulla terra. Il razzo vettore è tuttora simile a quello utilizzato da Yuri Gagarin nel 1961, l'R7, e anche le rampe di lancio, da un punto di vista tecnologico, sono rimaste più o meno quelle. La Soyuz è una 500 dello spazio: è

scomoda ma funziona, i guasti sono molto rari e i costi di missione contenuti.

La differenza principale tra i russi e gli americani si avverte immediatamente nell'approccio metodologico e tecnologico: estrema essenzialità dei primi, netta ridondanza dei sistemi nei secondi. D'altra parte, questa differenza è anche frutto delle differenti condizioni economiche delle due superpotenze: mentre gli americani, dopo pochi anni, ritengono una tecnologia obsoleta e superata, i russi, che hanno sempre dovuto combattere con una scarsità congenita di risorse economiche e tecnologiche, tendono a riutilizzare per decenni gli stessi metodi e le stesse apparecchiature, apportando di volta in volta le modifiche necessarie, ma sempre a piccoli step. Non è una filosofia sbagliata: paradossalmente gli strumenti e i metodi più vecchi funzionano sempre perché sono semplici, mentre le apparecchiature di ultima generazione possono essere talmente complicate da non permettere alcuna riparazione momentanea in caso di guasto. È questa la lezione che ho imparato dal confronto fra due culture che si trovano davvero agli antipodi.



Voglio ringraziare la Dott.ssa Anna Spadafora, caporedattore della rivista "La Città del Secondo Rinascimento", a nome di tutta la redazione de "Il C.O.S.Mo. News", per questo suo intervento qui sulle nostre pagine.

Grazie.

Luigi Borghi.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 - N° 3 - 1/09/2019

Le Donne e lo Spazio 2° Puntata.

Di **Ciro Sacchetti**.

Margaret Hamilton.

Quando si parla del Programma Apollo, in questi giorni è avvenuto spesso visto il cinquantesimo anniversario del primo uomo sulla Luna, viene spontaneo pensare agli uomini che ne sono stati i protagonisti, agli astronauti, o a coloro che sono stati l'indispensabile corollario, alcuni Ingegneri, es. Verner Von Braun, o alcuni personaggi di spicco come i membri del Mission Control. Molti ignorano che dietro a questa vetrina vi era una marea di persone senza le quali non sarebbe stata possibile questa impresa.

Se poi ci caliamo nel momento più culminante della missione Apollo 11, l'allunaggio, nella mente collettiva scaturisce l'abilità con cui i due Astronauti e gli addetti al Mission Control siano riusciti a portare sulla superficie lunare il LEM. Pochi sanno quanto sia stato difficile dare proprio al LEM un programma che riuscisse a gestire tutto il necessario per poter volare ed atterrare sulla Luna; un "linguaggio" che permettesse al suo computer, l'AGC (Apollo Guidance Computer) di funzionare consentendo ad Armstrong e Aldrin di arrivare su suolo selenico e poter ripartire. Un vero e proprio sistema operativo.



Il padre del sistema operativo dell'AGC è in realtà una madre, si chiama Margaret Hamilton, fu lei ad essere messa a capo del Team che scriverà tutto il software dell'Apollo Guidance Computer del LEM, e sarà lei il personaggio chiave del successo della missione del secolo, conosciamola ora da vicino. Margaret nasce a Paoli nell'Indiana il 17 agosto 1936, fin da bambina mostra una particolare inclinazione verso la matematica. Nel 1954 si diploma Hancock High School e si laurea in matematica presso l'Università del Michigan ottenendo qualche anno dopo il "Bachelor of Art" equivalente alla nostra Laurea triennale conseguito presso l'Erlham College nel 1958. Qui conosce James Cox Hamilton anche lui appassionato di matematica e nel 1959 si sposano. Avranno subito dopo una figlia, Lauren, che si rivelerà essere molto importante per il successo del programma Apollo, e ne conosceremo la ragione tra poco. Durante gli anni dell'università lavora come insegnante di matematica e francese presso le scuole superiori della sua cittadina, questa sarà una breve parentesi per poi trasferirsi a Boston dove raggiunge il marito con l'intento di fare ricerca nell'ambito della matematica pura alla Bradley University.

Nel 1960 ottiene un impiego temporaneo al Massachusetts Institute of Technology "MIT" dove sotto la corte del Professor Edward Norton Lorenz del dipartimento di meteorologia svilupperà un software per le previsioni meteo per i calcolatori LGP-30 e PDP-1.

I programmatori a quel tempo facevano esperienza sul campo partendo praticamente da zero, l'informatica infatti non era una disciplina universitaria, era considerata un tipo di tecnologia secondaria, di poca importanza, sarà proprio questo aspetto a dare la possibilità alla Hamilton di poter lavorare a capo di progetti che di riveleranno di grande importanza per la conquista della Luna nonostante la "differenza di genere". Come ho già spiegato negli articoli scorsi la società americana e non solo, degli anni 1950/60 e anche oltre, relegava le **Donne** ad uno status secondario o minoritario, a causa di una serie di pregiudizi. A loro erano precluse cariche di alto livello o incarichi di grande responsabilità. Dal 1961 al 1963 la Hamilton ha lavorato al Progetto SAGE "Semi Automatic Ground Environment" presso il Lincoln Labs.

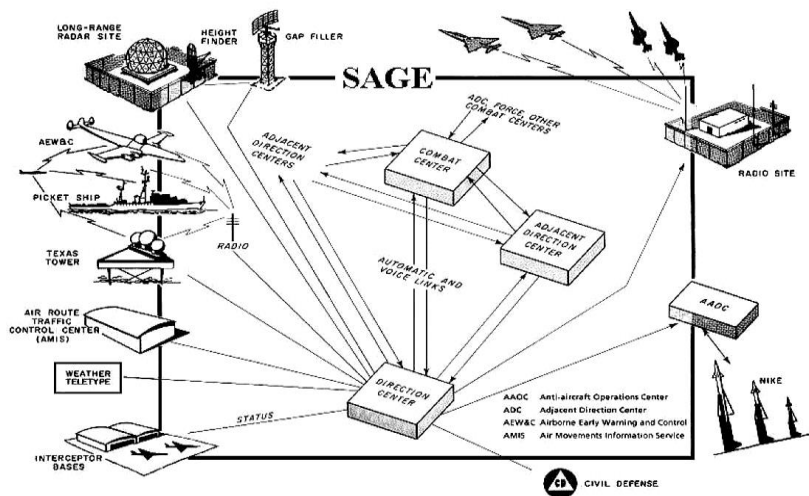
Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 28 di 33

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42° - Anno11 – N° 3 - 1/09/2019



Nato come estensione del Progetto per le previsioni e simulazioni meteorologiche "Whirlwind" avviato dal MIT, il SAGE viene sviluppato ad uso militare come sistema di difesa antiaerea in previsione di possibili attacchi da parte dell'Unione Sovietica. Siamo in piena guerra fredda e per le ragioni che ho espresso poc'anzi alla Hamilton venne dato il compito di sviluppare un programma tutt'altro che semplice; dirà lei:

«Quello che erano soliti fare quando entravi, senza esperienza, in questa organizzazione, era di assegnarti un programma che nessuno era in grado nemmeno di capire come far funzionare. Quando ero alle prime armi lo diedero anche a me, e quel che successe è che si trattava di un programma pieno d'insidie e la persona che lo aveva realizzato era divertito a commentare il codice in greco e in latino. Così, fui assegnata a questo programma e riuscii a farlo funzionare. Addirittura, riportava l'output in greco e latino. Fui la prima a riuscire a farlo funzionare»

(Margaret Hamilton alla prima conferenza dell'Apollo Guidance Computer History Project)

Questo traguardo le spiana la strada all'interno del MIT in quello che diventerà il ruolo più importante per la sua carriera lavorativa. Scavalcando altri colleghi di sesso maschile nel 1964, a soli 33 anni viene nominata Direttrice e Supervisore per lo Sviluppo del programma di volo del Programma Apollo entrando così al Charles Stark Draper Laboratory del MIT pienamente impegnato per conto della NASA al progetto di portare l'Uomo sulla Luna.

Essere a capo di un team, responsabile di un progetto ti dà poteri decisionali e possibilità di poter gestire le tue risorse....se sei un Uomo, ma se sei Margaret Hamilton, una donna, le cose non sono così semplici, analizzeremo anche questo aspetto tra breve.

Il Team diretto dalla Hamilton si occupava di far nascere il sistema operativo per governare la Capsula Apollo o Modulo di Comando (Comand Module, C.M.) e il Modulo Lunare L.E.M. (Lunar Excursion Module) nelle fasi di volo e di allunaggio. Detto ciò bisogna fare una doverosa considerazione: il mondo

non pensava molto al valore dell'informatica nei primi giorni dell'Apollo. Il documento originale che esponeva i requisiti ingegneristici della missione Apollo, scrive il professor Michael Mindell del MIT nel suo libro *Digital Apollo: "Il software non era incluso nel programma e non era incluso nel budget."*

Non all'inizio, comunque.

Scrivere programmi (la parola *software* non era ancora stata conosciuta) nei primi Anni '60 dove l'informatica era veramente agli albori, era una esperienza totalmente differente rispetto a quella attuale. Il codice veniva "stampato" su schede perforate, significava punzonare buchi in pile di schede perforate, che sarebbero state elaborate durante la notte in serie su un gigantesco computer mainframe Honeywell che simulava il lavoro del lander Apollo e del Comand Module. Un vero e proprio simulatore progenitore dei moderni computer di simulazione, tanto per intendersi, e se tutto avesse filato liscio si sarebbero trasformati in circuiti fisici composti da anelli magnetici e cavi di rame (i "bit" di memoria). Questi componenti venivano poi composti in sequenza, così da realizzare il programma come era stato pensato e progettato dagli sviluppatori, insomma un lavoraccio....

Il grande impegno che le veniva richiesto e la grande pressione che sentiva in quanto una delle prime donne ad avere un incarico dirigenziale, portava la Hamilton a lavorare anche nei fine settimana passando anche delle notti intere nei



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

laboratori del MIT, dove da giovane madre in queste occasioni era costretta a portare con sé la piccola Lauren con il placet del MIT.



E fu proprio lei, mentre la madre era impegnata a formulare alcuni calcoli che utilizzando per gioco il simulatore del Modulo di Comando, l'unità display-and-keyboard soprannominata DSKY (dis-key), lo ha accidentalmente schiantato lanciando senza rendersene conto un programma "prelaunch" chiamato "P01" mentre il simulatore era a metà del volo previsto sovra-caricando il sistema operativo di guida del C.M. il quale si è bloccato o come si è soliti dire oggi è andato in "crash". Scatta in Margaret Hamilton un preoccupante campanello d'allarme, anche se non c'era nessun motivo che inducesse a pensare che l'errore di una bimba di quattro anni potesse essere commesso da un più che addestrato gruppo di Astronauti, la Hamilton chiede alla NASA di poter inserire un codice di ripristino in caso di un accidentale sovra-carico. Ma l'agenzia spaziale rispose in modo nettamente negativo snobbando l'avvertimento della Hamilton la quale dirà, «*Ci avevano detto molte volte che gli astronauti non avrebbero commesso errori*», aggiunse inoltre "*ci ripetono che sono stati addestrati per essere perfetti*" ».

Quindi venne soltanto aggiunta una nota redatta proprio da lei, disponibile per gli Ingegneri della NASA e per gli Astronauti che diceva di non attivare assolutamente il programma "P01" durante il volo onde evitare gravi danni al sistema

operativo. Puntualmente la NASA e i superiori del MIT trovano eccessiva la preoccupazione della nota informativa; ricorda la Hamilton «*Tutti dicevano: 'Non succederà mai'!!!* »

MA È ACCADUTO!!!

Dicembre 1968, cinque giorni prima dello storico lancio di Apollo 8, Jim Lovell impegnato nel simulatore di volo del C.M. commette lo stesso errore della piccola Lauren, lancia il programma P01 e il sistema operativo va in "overload" cancellando tutti i dati di volo, la Hamilton in quel mentre era al secondo piano del MIT in una sala riunioni, venne raggiunta da una telefonata da Houston dove i toni preoccupati lasciavano pochi dubbi; bisognava correggere il sistema operativo in tempi brevissimi e permettere agli Astronauti di Apollo 8 di poter compiere il primo passo verso la conquista della Luna.



La Hamilton ed il suo staff nell'arco di nove ore di lavoro crearono il codice che lei aveva tanto raccomandato, nel caso in cui si fosse verificato un sovraccarico di dati da elaborare durante il volo del C.M. o durante l'allunaggio del LEM. La nuova istruzione permetteva all'AGC di eliminare i calcoli inutili o di secondaria importanza e di mantenere solo quelli necessari all'allunaggio, se fosse capitato sul LEM o di mantenere i dati di volo in memoria se fosse accaduto sul Modulo di Comando.

20 LUGLIO 1969, APOLLO 11.

Veniamo ora alla missione che quest'anno festeggia il suo cinquantesimo anniversario, dove il contributo della Hamilton ha permesso ad Armstrong e Aldrin di non sfracellarsi sulla Luna che ovviamente a causa del sessismo non gli è

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 30 di 33

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

stato inizialmente riconosciuto come avrebbe dovuto essere.

Durante la fase di discesa del LEM a pochissimi minuti dal "contact light" l'AGC ha iniziato a sputare messaggi di allarme dovuti appunto ad un *overload* del sistema operativo. Un programma che non doveva essere operativo, quello del radar di rendez-vous con il C.M. stava sovraccaricando il computer del LEM. Un errore dovuto ad una check list sbagliata. Ma l'AGC era stato programmato dopo l'episodio di Lovel, per scartare tutti i programmi a bassa priorità, tenendo in funzione quelli ad alta priorità. Il LEM stava effettuando l'allunaggio quindi il programma ad alta priorità era quello di allunaggio, tutti gli altri vennero scartati avvisando gli Astronauti con alcuni codici sul display, "1202-1201". Da terra, solo Steve Bales al Mission Control Apollo era al corrente della cosa. Si è quindi affrettato ad avvisare Gene Kranz che tutto era nella norma e si poteva continuare! Il computer del LEM si sarebbe riavviato automaticamente, tutto questo grazie all'intuito di una giovane e brillante programmatrice, **Margaret Hamilton!!!**

In merito dirà...

«A causa di un errore nella checklist del manuale, l'interruttore del radar di rendezvous era stato commutato nella posizione sbagliata. Questo causò l'invio di segnali erronei al computer. Il risultato fu che al computer era richiesto di eseguire tutte le sue ordinarie funzionalità per l'atterraggio mentre riceveva un carico aggiuntivo di dati spuri che assorbivano il 15% delle sue risorse. Il computer (o meglio, il software che stava eseguendo) era sufficientemente furbo da riconoscere che era richiesta l'esecuzione di più processi rispetto a quelli che poteva sostenere. Inviò quindi un allarme, che significava per gli astronauti "sono sovraccarico con più attività di quelle che potrei fare in questo momento e mi accingo a mantenere in esecuzione solo le più importanti"; ovvero, quelle richieste per l'atterraggio ... In effetti il computer era programmato per fare più che riconoscere le condizioni di errore. Un insieme completo di procedure di ripristino era incorporato. L'azione eseguita dal software, in questo caso, fu quella di eliminare i processi a priorità più bassa e ripristinare i più importanti ...

Se il computer non avesse riconosciuto questo problema e reagito di conseguenza, dubito che Apollo 11 avrebbe potuto allunare con successo, come in effetti fu.»

Steve Bales conosceva il problema in quanto lo aveva riscontrato proprio durante gli ultimi test prima del volo, e grazie soprattutto alle ben chiare indicazioni della Hamilton in merito ad eventuali sovraccarichi.

Armstrong e Aldrin alluneranno con successo coronando l'impresa del secolo, dopo di loro altre cinque missioni si poseranno sul suolo lunare portando a dodici gli uomini che hanno camminato sulla Luna, più la drammatica missione Apollo 13, dove senza un Hardware ed un Software così versatili non sarebbero riusciti a far ritorno sulla terra sani e salvi.

Lo staff del MIT come Hal Laning il capo della Hamilton al Charles Stark Draper Laboratory, avevano concepito due macchine quasi identiche: una usata nel modulo lunare che atterrava sulla luna e l'altra per il modulo di comando che trasportava gli astronauti da e verso la Terra. È stato uno dei primi computer dal peso complessivo di settanta libbre, ad utilizzare circuiti integrati anziché transistor, ed è stato il primo sistema di navigazione progettato per essere utilizzato dagli esseri umani, ma con tecnologia di pilota automatico "fly-by-wire".

L'astronauta David R. Scott (SM and EAA in Aeronautics and Astronautics, 1962), che ha utilizzato l'Apollo Guidance Computer per navigare su due missioni Apollo, ha dichiarato:

"Grazie alla sua capacità computazionale è stata una gioia operare con una macchina così straordinaria, potevamo fare molto con esso, era così affidabile, non avevamo mai avuto bisogno dei sistemi di backup e non abbiamo mai avuto un fallimento, penso che sia un risultato notevole".

Quando un team di ingegneri del Flight Research Center della NASA visitò il quartier generale della NASA nel 1970, incontrarono il neoamministratore delegato per l'aeronautica, Neil Armstrong. A lui hanno descritto il loro entusiasmo nel sistema di controllo aereo fly-by-wire usando un computer analogico, Armstrong li ha sfidati a considerare l'utilizzo di un computer digitale. *"Sono appena andato sulla Luna e dopo di me un'altra missione ha avuto successo utilizzando lo stesso sistema".*



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Armstrong fu molto convincente e persuasivo, suggerendo loro di contattare il MIT Instrumentation Lab, e così fecero!

Nel 1972, un Navy F-8C Crusader modificato fece il suo primo volo di successo al Flight Research Center della NASA usando un sistema digitale fly-by-wire basato su un Apollo Guidance Computer, software sviluppato da Instrumentation Lab. L'Apollo Guidance Computer si rivelerà talmente affidabile e versatile da essere utilizzato, con le dovute modifiche sui Programmi Apollo-Soyuz, Skylab ed infine Space-Shuttle.

Dal 1976 al 1984 Hamilton è stata CEO di una società da lei cofondata, chiamata Higher Order Software (HOS), che si occupava di prevenzione e resistenza agli errori software, sulla base della sua esperienza maturata al MIT la società ha sviluppato un prodotto chiamato USE.IT, basato su metodologia HOS.



Hamilton rappresenta sicuramente a oggi una la figura simbolica ed emblematica nella conquista della parità di genere nelle discipline scientifiche.

Oggi ha 81 anni e dirige, dagli anni '80, una società, la Hamilton Technologies, specializzata in **software ad alta affidabilità**.....

Mentre Steve Bales subito dopo la missione Apollo11 riceverà dal Presidente Nixon la medaglia presidenziale alla libertà. La Hamilton dovrà aspettare il 1986 per ricevere l'Augusta Ada Lovelace Award dalla Association for Women in Computing, riconoscendole di aver reso popolare l'espressione "ingegneria del software" (*software engineering*), precedentemente coniato da Anthony Oettinger.

Nel 2003 la NASA le conferisce il NASA Exceptional Space Act Award per contributi scientifici e tecnici.

Il premio includeva una somma pari a 37.200 USD, **la massima somma elargita in premio dalla NASA ad un singolo individuo in tutta la sua storia**.

Nel 2016 arriva la più che dovuta consacrazione ricevendo la medaglia presidenziale della libertà, consegnata direttamente dall'allora Presidente degli Stati Uniti, Barack Obama. È la più alta onorificenza per un civile americano, "*Margaret*", ha detto Obama: "*è il simbolo di una generazione*



di donne misconosciute che contribuì a inviare il



genere umano nello spazio".

Margaret Hamilton, ha dato una vera e propria spallata al muro dei pregiudizi di genere mettendo a frutto la sua grande intelligenza che si rivelerà uno dei fattori determinati nella conquista della Luna.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 42°- Anno11 – N° 3 - 1/09/2019

Tutto questo darà il via successivamente al settore del software engineering che frutta allo stato attuale diverse centinaia di miliardi di dollari all'anno, ed oggi riceve i dovuti riconoscimenti con lo stesso sguardo mite ed il sorriso garbato di quando, poco più che trentenne varcava timidamente le austere porte del Massachusetts Institute of Technology...

P.S.

In questo articolo doveva figurare anche la biografia della Cosmonauta Valentina Tereskova, ve ne chiedo scusa e vi rimando al prossimo numero.
Ciro Sacchetti



La Hamilton che riceve un bacio da Tom Hanks.



La Hamilton a confronto con i volumi dell'A.G.C.

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 33 di 33

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 loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.