



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

EDITORIALE.

Lo spazio è un business?

Normalmente l'astronautica a livello mondiale si è sempre identificata nelle agenzie spaziali nazionali, finanziate da budget governativi, più o meno consistenti, a seconda della importanza che il leader in carica e/o l'orgoglio nazionale attribuivano a questo settore.

Poi, con l'arrivo di **Barak Obama** alla Casa Bianca, otto anni fa ormai, questo settore, soprattutto negli Stati Uniti, **si è trasformato in un business per le imprese private.**

L'apertura di Obama verso gli imprenditori, per sviluppare una rete di trasporto competitiva da e per la stazione spaziale internazionale (ISS), una sorta di servizio Taxi, fu il taglio del nastro di una strategia che già si stava muovendo in silenzio, ma che con quella gara di appalto prese ufficialmente forma. Onestamente a me, quella di Obama, sembrò una chiusura, visto che per prima cosa cancellò il **progetto Constellation, di Bush**, per il ritorno sulla Luna.

Ma questa direttiva liberò invece la NASA dagli obblighi di routine, permettendole di dedicarsi con tutte le sue forze ad obiettivi più strategici: **Luna, Asteroidi e soprattutto Marte.**

Lo stop ai voli dello **Space Shuttle**, deciso dallo stesso Obama e dovuto principalmente agli elevati costi, creò però un buco temporale, non ancora sanato, sulla capacità americana di portare nello spazio i propri astronauti.

I privati non erano ancora pronti con navette sicure come lo era lo *Shuttle!*

Questo fatto costrinse l'agenzia spaziale USA a chiedere un passaggio alle *Soyuz* russe per i suoi astronauti. Strategia tutt'oggi in atto.

Questa gara iniziata otto anni fa ha prodotto però **un indotto in USA che non ha uguali nel resto del mondo.**

Già ora, ma soprattutto entro il 2020, vi saranno diverse compagnie private americane in grado di inviare, autonomamente, uomini e mezzi in orbita bassa terrestre e forse anche oltre.

Ecco perché in questo numero daremo tra l'altro particolare enfasi ai programmi futuri dell'astronautica privata.

Lo scopo è proprio quello di evidenziare questo aspetto di quello che ormai è diventato un **"mercato aeronautico"**, dove i singoli attori, nel rispetto di normative emesse da organismi nazionali ed internazionali, producono servizi per conto terzi, in competizione tra loro ed a volte anche con le stesse agenzie nazionali.



La capsula Dragon della SpaceX che sarà forse la prima, tra i privati, a portare astronauti USA sulla ISS.

Il presidente

Luigi Borghi (borghiluigi23@gmail.com)

In Breve

Astronautica. Di Luigi Borghi.

L'industria privata USA va in orbita.....Pag. 2

Astrofisica. Di Luigi Borghi.

La relatività generale passa l'esame anche con LIGO.....Pag. 19

Astronomia. Di Roberto Castagnetti.

"Oh mio Dio, è pieno di stelle!" Pag. 22

Trasporto e ambiente.

Di Ciro Sacchetti e Leonardo Avella.

Tesla revolutionPag. 33



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 ; 30° - Anno 8 - N° 3 - 1/09/2016

L'industria privata aerospaziale USA in orbita!

Di Luigi Borghi.

Come ho anticipato nell'editoriale, proveremo qui a fare il punto della situazione ad oggi ed una previsione a breve termine sulle potenzialità dell'industria privata nel settore dell'aeronautica. È necessario fare una distinzione a questo punto, giusto per capire bene di cosa stiamo parlando. Tutte (o quasi) le agenzie nazionali mondiali, quelle di cui si riesce ad avere notizie certe, non hanno una propria capacità di produrre hardware (razzi e navette) e software per imprese spaziali, ma si appoggiano ad aziende private. Faccio l'esempio dello Space Shuttle che ufficialmente era gestito dalla NASA, ma è stato progettato e costruito da aziende private, già partner della NASA su specifiche dell'agenzia americana. Tra questo ricordo la Rockwell, la ATK, la Boeing e tante altre.

Anche la ESA è responsabile dei lanci Ariane, ma la tecnologia è di Arianespace, Airbus, ecc. Tutte aziende private con una più o meno significativa partecipazione azionaria di finanziamenti pubblici. Quindi i privati ci sono già in pista dall'inizio della corsa allo spazio, ma erano solo sviluppatori di razzi, satelliti o capsule **a fronte di un ordine di acquisto di una agenzia spaziale nazionale.** In queste pagine invece voglio evidenziare quelle **iniziative imprenditoriali che rischiano propri investimenti, sia pure supportati dai contributi delle gare di appalto, con coraggio e determinazione.** Uno stimolo che è sempre stato il motore dello sviluppo tecnologico, soprattutto in USA.

Vale la pena che elenchiamo quali sono le agenzie spaziali nazionali operative oggi nel mondo.

Partiamo dalla NASA.



Ente Spaziale degli Stati Uniti (National Aeronautics and Space Administration). Forse l'agenzia spaziale più nota al mondo almeno dopo lo sbarco sulla Luna del 1969.



Agenzia Spaziale Europea, con cui collabora anche la nostra agenzia spaziale nazionale che è la ASI.



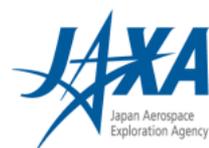
ASI:
Agenzia Spaziale Italiana.



Agenzia spaziale Russa (Russian Federal Space Agency - Roscosmos).



Agenzia Spaziale Cinese (China National Space Agency).



Agenzia Spaziale Giapponese (Japan Aerospace Exploration Agency).



Agenzia Spaziale Indiana (Indian Space Research Organization).



Agenzia Spaziale Canadese (Canadian Space Agency).



Agenzia Spaziale Francese (Centre National d'Études Spatiales).



Agenzia Spaziale Tedesca (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt).



Agenzia Spaziale del Regno Unito (UK Space Agency)

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 2 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



Istituto di Ricerca
Aerospaziale Coreano (Korea
Aerospace Research
Institute).



Agenzia Spaziale Brasiliana
(Agência Espacial Brasileira).

Questo è solo l'elenco delle più note, ma sappiamo che esistono programmi spaziali governativi più o meno nascosti anche in paesi come Iran, Corea del Nord ed Israele.

Bene! Fatte queste premesse ora possiamo entrare nel vivo ed esaminare quali sono e cosa stanno facendo le aziende private nel settore astronautico. Ovviamente non ho la possibilità di farvi un quadro esaustivo perché richiederebbe ovviamente molto spazio, tempo e soprattutto notizie e nozioni che io non ho, ma mi limiterò ad esaminare quelle che, secondo me, presto, faranno parlare di se per la loro capacità imprenditoriale, scientifica e tecnologica.

Non rispetterò un ordine di importanza nell'elencare queste realtà, mi limito a proporle come sono state archiviate da me durante la ricerca.

La Blue Origin di Jeff Bezos avvia quest'anno i lavori di costruzione dell'impianto in Florida per la produzione del suo veicolo orbitale.

Il miliardario fondatore di Amazon, illustra in una lettera aperta di fine giugno, i progressi della sua compagnia spaziale Blue Origin. Riporto integralmente:

"La Blue Origin ha appena iniziato in Florida i lavori preparatori per la costruzione dell'impianto di assemblaggio del veicolo orbitale. Sono iniziati i lavori di scavo dei 70.000 metri quadrati dell'impianto dove avverrà la costruzione, il processamento, l'integrazione ed i test del nuovo razzo orbitale della Blue Origin. Fra le altre cose, l'impianto sarà dotato di un sistema di saldatura per frizione a larga scala ed un'attrezzatura per il processamento automatico dei compositi.

Tutto il veicolo orbitale verrà costruito in quest'impianto tranne i motori. La produzione iniziale del motore BE-4 avrà luogo nella nostra struttura del Kent mentre eseguiremo un processo di selezione del sito per la costruzione di una fabbrica più grande per la realizzazione dei motori che possa assorbire un più alto numero produttivo.

Ho accluso alla presente alcune immagini che vi potranno dare un'idea di come apparirà il Vehicle Manufacturing Facility nel dicembre 2017,

una volta completato. E' emozionante vedere i bulldozer in azione mentre spianano la strada per la produzione di una flotta riutilizzabile di veicoli orbitali che verranno lanciati, atterreranno e questo ancora, ed ancora, ed ancora. Jeff Bezos". Occorre evidenziare che il suo razzo suborbitale ha già fatto diversi ritorni dallo spazio in perfette condizioni.



Nella immagine sopra: Rendering del nuovo stabilimento. Fonte: Blue Origin - Jeff Bezos

Ora passiamo a alla Sierra Nevada che, con la sua navetta Dream Chaser, potrebbe volare per i paesi dell'ONU.

La compagnia Sierra Nevada Corp. (SNC) ha dichiarato a fine giugno 2016, che ha siglato un memorandum d'intesa con l'Ufficio Affari Spazio Esterno (UNOOSA), guidato dall'italiana Simona Di Pippo (che non smetterò mai di ringraziare perché fu lei che mi diede le istruzioni per contattare Paolo Nespoli e farlo venire a Modena N.d.r.), che si spera possa portare ad un vero e proprio accordo per far volare la navetta Dream Chaser in missioni per nazioni membre dell'ONU, che non hanno la possibilità di realizzare voli spaziali propri.



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 ; 30° - Anno 8 - N° 3 - 1/09/2016

Li missioni non approdrebbero alla ISS ma Dream Chaser **potrebbe rimanere in orbita bassa per un lungo periodo di tempo** trasportando dimostratori tecnologici ed esperimenti scientifici.

Il Dream Chaser, in corso di sviluppo presso la Sierra Nevada Corp., è un veicolo orbitale alato riutilizzabile che sarà in grado di affrontare una varietà di missioni in orbita bassa terrestre. Viene messo in orbita da un razzo e **rientra planando su una pista normale** (come lo Shuttle).

Il veicolo per il trasporto passeggeri era stato escluso dal contratto NASA per il trasporto equipaggi alla ISS, ma la SNC ha presentato una versione cargo, **che si è aggiudicato un primo contratto di rifornimento per la ISS, il CRS-2** (Cargo Resupply Services-2), a partire dal 2019 e fino al 2024.

Grazie a questo accordo la UNOOSA e la SNC lavoreranno assieme agli Stati Membri delle Nazioni Unite per definire opportunità di missione multi-paese, specialmente per quelli che non hanno accesso proprio allo spazio. Ciò darà loro la possibilità di usufruirne sviluppando e facendo volare carichi per missioni relative agli esperimenti scientifici in micro-gravità, osservazione remota o qualificazione di attrezzature per lo spazio.

"Il palcoscenico spaziale sta crescendo diversificandosi sempre di più mentre gli attori del settore privato diventano più coinvolti nelle tecnologie spaziali e l'esplorazione.

E' bello vedere una società come la SNC portare la loro esperienza per l'approccio olistico di UNOOSA alla creazione di capacità e il nostro obiettivo di portare i vantaggi dello spazio per tutti," ha detto la dott.ssa Di Pippo.



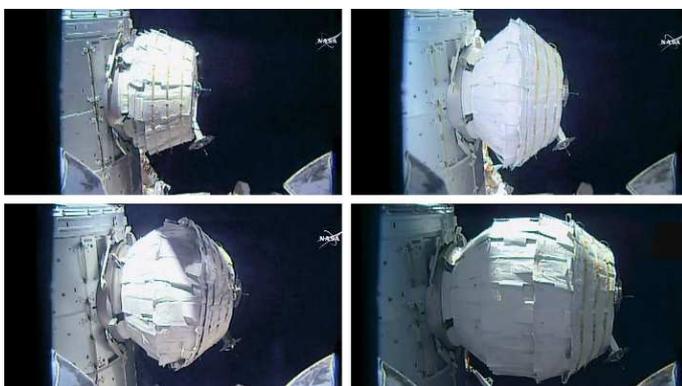
Nell'illustrazione artistica (Credit: SNC) il Dream Chaser in orbita mentre avviene lo sgancio del modulo cargo di coda.

Fonti: SpaceNews - Jeff Foust / UNOOSA

La Bigelow Aerospace invece è una impresa startup di tecnologie spaziali con sede a North Las Vegas in Nevada, pioniera nei moduli per stazioni spaziali espandibili. **Fu fondata nel 1998 da Robert Bigelow** e finanziata in gran parte da quanto guadagnato dalla sua catena di hotel Budget Suites of America. **Dal 2013 ha investito 250 milioni di dollari USA nella società.** Bigelow è pioniera in questo nuovo mercato degli **spazi abitativi flessibili e configurabili per le stazioni spaziali.**

Il 6 di giugno (<http://bigelowaerospace.com/>)

Il BEAM (Bigelow Expandable Activity Module) è stato aperto per la prima volta sulla ISS.



Le fasi di espansione (Credi NASA)

L'astronauta della NASA, Jeff Williams, ha aperto il portello del modulo BEAM assieme al cosmonauta russo Oleg Skripochka. Williams è entrato nel BEAM per la prima volta per raccogliere campioni di aria ed iniziare lo scarico dei dati dai sensori sull'espansione dinamica del modulo. Williams ha detto ai controllori di volo di Houston che il BEAM appariva 'incontaminato' e che al suo interno era freddo, ma che non vi erano segni di condensazione sulle superfici interne. Ulteriori entrate nel modulo BEAM sono poi state eseguite successivamente.

Williams e le squadre di NASA e della Bigelow Aerospace che lavorano al Centro Controllo Missione del Johnson Space Center della NASA a Houston, in Texas, hanno eseguito l'operazione di espansione del BEAM **riempiendolo d'aria durante oltre sette ore di operazioni, sabato 28 maggio.**

Il BEAM era stato lanciato l'8 aprile a **bordo del veicolo cargo Dragon di SpaceX dall'Air Force Station di Cape Canaveral, in Florida, ed**

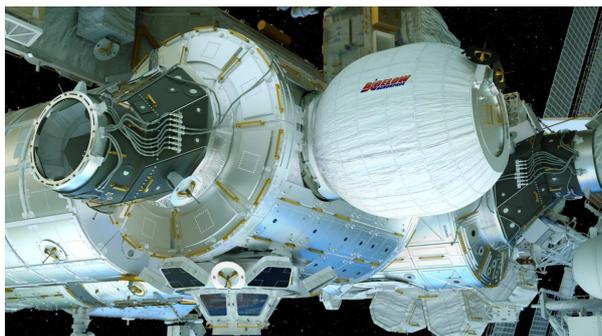


Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

era stato agganciato al modulo Tranquillity della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) circa una settimana dopo.

Il BEAM è un esempio dell'incremento della NASA nel coinvolgere l'industria in modo da permettere una crescita dell'utilizzo commerciale dello spazio.



Nelle immagini (Credit: Bigelow) Alcune idee di utilizzo di questa tecnologia, sulla ISS (in alto), come stazione orbitante autonoma (in basso) e come stazione abitata permanente sulla Luna o su Marte (a destra in alto).

I vantaggi sono innegabili:

- Basso peso e ingombro alla partenza da Terra.
- Elevati volumi abitabili.
- Stessa o migliore protezione contro i micro meteoriti e contro le radiazioni solari rispetto a moduli in alluminio.
- Basso costo.



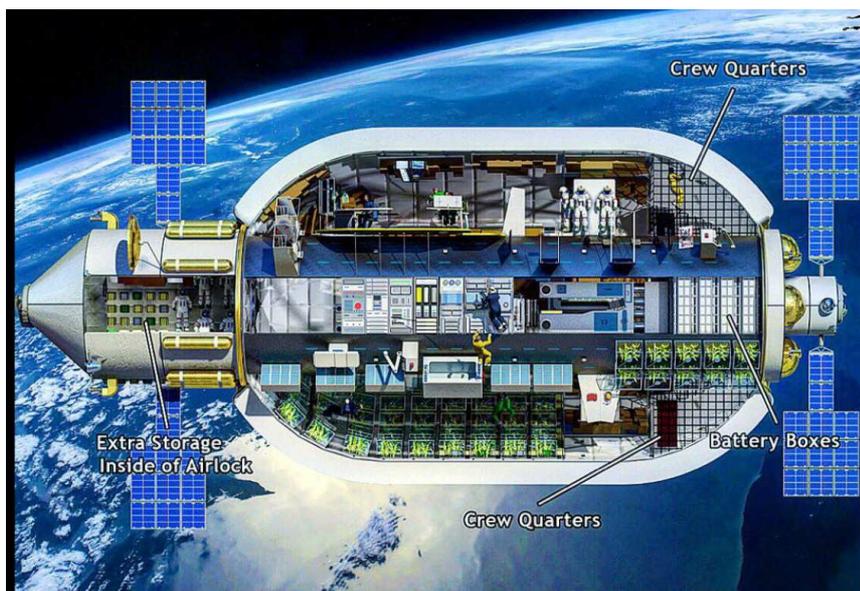
Ora e la volta di Cygnus.

Cygnus è un veicolo spaziale da rifornimento non pilotato, paragonabile al Progress russo, privo della capacità di rientro nell'atmosfera terrestre, sviluppato dalla **Orbital Sciences Corporation** e dalla **Thales Alenia Space**, facente parte del progetto NASA Commercial Orbital Transportation Services (COTS).

Il Cygnus è in sostanza il payload del vettore Antares; e al luglio 2015 era stato lanciato 4 volte con i primi 3 successi e **l'ultimo invece si è disintegrato dopo la distruzione d'Antares in volo.** Il razzo **Antares** usa motori di costruzione russa di cui abbiamo già parlato in passato e che riprenderemo nelle pagine successive.

Il veicolo è stato progettato per trasportare rifornimenti alla International Space Station (ISS) dopo il ritiro dal servizio dello Space Shuttle avvenuto nel 2011.

Da allora le missioni di rifornimento verso la ISS sono effettuate regolarmente dai veicoli spaziali russi **Progress**, dal veicolo ESA **Automated Transfer Vehicle**, dai giapponesi **H-II Transfer Vehicle** e dalla **Dragon** della Space X. Che però al contrario delle altre, quest'ultima è in grado di rientrare intatta con un carico scientifico di ritorno a bordo.



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 5 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



Il veicolo Cygnus della Orbital Sciences Corporation (Credit Orbital)

Il razzo della Orbital ATK, l'**Antares**, aggiornato con i nuovi **motori principali russi tipo RD-181**, ha recentemente completato un test di accensione di 30 secondi sulla rampa di lancio posta sulle coste della Virginia.



I motori russi sui razzi americani. Nella foto una serie di motori RD-180 presso la sede della NPO Energomash, in Russia.

Il test di accensione è un passo decisivo prima che Antares ritorni a volare in sicurezza, riprendendo i voli cargo per la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) dalla Virginia.

Un sequenziatore controllato dal computer ha portato fino ai momenti finali del conto alla rovescia, che si è concluso con l'accensione dei due motori RD-181.

I blocchi della rampa 0A del MARS (Mid-Atlantic Regional Spaceport), una struttura di proprietà statale sull'Isola Wallops, hanno tenuto saldamente ancorato al suolo il veicolo Antares durante il test di accensione. *"Le indicazioni preliminari mostrano il sistema di propulsione potenziato, lo stadio e il complesso di lancio hanno funzionato come previsto,"* ha detto Mike Pinkston, general manager di Orbital ATK e vice presidente del programma

Antares. *"Complimenti ai team combinati di NASA, Orbital ATK e Virginia Space per quello che sembra un test di successo."*

La missione AO-5, il cui lancio è indicativamente fissato a fine estate, vedrà il razzo Antares spedire un veicolo cargo commerciale Cygnus verso la ISS.

Dopo il disastroso lancio del 2014, **la Orbital ATK ha accelerato i propri piani per sostituire i motori AJ26 di Antares, costruiti oltre 40 anni fa per il razzo sovietico lunare N1, con i più moderni RD-181 realizzati dalla NPO Energomash di Mosca.**

Le indagini dello schianto del razzo nel 2014, compiute dalla Orbital ATK, avevano riscontrato un difetto di costruzione **nella pompa dell'ossigeno liquido di uno dei motori AJ26.**

Un primo paio dei nuovi motori RD-181 era arrivato alla base di lancio in Virginia, proveniente dalla Russia, nell'agosto del 2015, seguito da un secondo a dicembre. Altri invii dei motori avverranno presto. Durante il test sviluppati i motori erano programmati per accendersi alla massima potenza - **circa 363 tonnellate di spinta**

combinata - e sottoposti a controlli di variazione di spinta e di direzione come fossero in volo.

Il sistema di controllo (l'avionica) di Antares, anche esso recentemente testato, è stato realizzato ex-novo dalla Orbital ATK per i motori RD-181 e sostituisce quello precedente realizzato dalla Moog. I motori RD-181 hanno all'incirca le stesse dimensioni degli AJ26 che vanno a sostituire, minimizzando i cambiamenti della rampa 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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

lancio e della struttura del primo stadio. Inoltre gli RD-181 sono più potenti degli AJ26 e permetteranno un maggior carico utile per il vettore, ora chiamato **Antares 230, di oltre 5.800 kg**. Dopo l'incidente del 2014, la Orbital ATK aveva acquistato due voli sui razzi Atlas 5 della United Launch Alliance (ULA) per trasportare i veicoli cargo Cygnus alla ISS a dicembre 2015 e marzo 2016, **in modo da non interrompere il contratto, del valore di 2 miliardi di dollari**, con la NASA per 11 missioni previste all'avamposto orbitale.

Quindi ora parliamo dalla più estrosa:

la SpaceX, di Elon Musk, che è ad oggi la compagnia più attiva nel settore ed è l'unica in grado di offrire sia i razzi, i Falcon, che i veicoli orbitanti, le Dragon, **con capacità di ritorno**, per ora per le sole attrezzature, ma in corso di omologazione anche la navicella per trasporto astronauti.



La navetta Dragon in attesa di essere agganciata dalla ISS. (Credit NASA).

Il **Falcon 9** è un lanciatore a razzo progettato e costruito dalla **Space Exploration Technologies (SpaceX)**, il "9" indica il numero dei motori del primo stadio (**vedi disegno a fianco**).

Il Falcon 9 è prodotto in tre versioni: 1.0, 1.1 e Full thrust (attualmente l'unica in servizio).

Falcon 9 è composto da due stadi, entrambi spinti da motori Merlin a ossigeno liquido e RP-1, inoltre il primo stadio è **progettato per essere riutilizzato** (cioè rientra autonomamente a terra).

Questo concetto è nuovo nella storia dei lanciatori orbitali ed è la chiave per ottenere significative riduzioni dei costi di lancio attraverso appunto il

riutilizzo del vettore con i motori principali, che solitamente va perso nell'oceano!

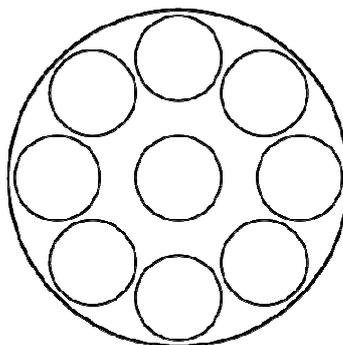
Questo lanciatore è il vettore per il lancio dei veicoli spaziali Dragon.

La NASA ha assegnato alla combinazione Falcon 9/Dragon un contratto Commercial Resupply Services per il rifornimento della Stazione Spaziale Internazionale, nell'ambito del programma Commercial Orbital Transportation Services.

La prima missione nell'ambito CRS è stata lanciata il 12 ottobre 2012. La versione 1.0 ha svolto cinque voli prima di essere ritirata nel 2013, la versione 1.1 ha volato per un totale di quindici missioni ed è stata ritirata nel gennaio 2016.

Le performance della versione attualmente in uso, Falcon 9 Full Thrust aumentate del 30% rispetto alla versione precedente; quest'ultima versione sarà la base del Falcon Heavy.

La SpaceX intende **completare i test per certificare il vettore al trasporto di equipaggi umani per trasportare gli equipaggi NASA verso la ISS**, obiettivo parte del contratto Commercial Crew Transportation Capability.



La SpaceX vuole Marte.

*Il vulcanico fondatore e CEO della SpaceX, **Elon Musk**, nonché fondatore della Tesla, la vettura elettrica che sta avendo un enorme successo in tutto il mondo, spera di inviare con i suoi mezzi, l'uomo su Marte, dal 2025.*



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



Il Falcon 9 nella configurazione Havy. Il Falcon 9 Full thrust, attualmente in uso consiste nella sola parte centrale. Si notino i 4 piedi rientrabili (per ogni stadio) per il ritorno in verticale sulla chiatta (ne parliamo più avanti)

Parlando alla conferenza *Code Conference 2016*, che si è tenuta vicino a Los Angeles e sponsorizzata da Recode e Vox Media, il miliardario fondatore di SpaceX ha affermato che **la prima missione di una capsula Dragon su Marte, per il 2018**, non sarà che la prima di una serie che **vedrà protagonista anche l'uomo dal 2025**. L'affermazione, in linea con i precedenti annunci di voler colonizzare Marte, ha trovato diversi pareri scettici dell'ambiente aerospaziale.

La NASA stessa, che ha l'obiettivo a lunga scadenza di far arrivare l'uomo su Marte lo prevede, per adesso, almeno dieci anni dopo quella data ipotizzata dal miliardario.

Ma Musk è stato ancora più chiaro quando ha affermato che tutto il progetto per **l'invio di un gran numero di persone e di milioni di kg di apparecchiature su Marte**, l'inizio della colonizzazione, verrà svelato durante il Congresso Astronautico Internazionale che **si terrà a settembre a Guadalajara**, in Messico.

Questo progetto prevede, sempre secondo Musk, il lancio del primo sistema di trasporto coloniale (MCT) con equipaggio all'incirca nel 2024. La SpaceX dovrà sviluppare un razzo gigantesco, più grande del Saturno 5 lunare o dello Space Launch System (SLS) attualmente in fase di realizzazione dalla NASA, per rendere l'obiettivo di Musk una realtà.

Il design del razzo, così come il luogo di costruzione e di lancio non sono ancora stati svelati. Anche i costi, colossali, per un'operazione del genere non sono stati quantificati ma Musk ha detto che: **"la SpaceX avrà bisogno di un sacco di soldi,"** per questo progetto e che questi **arriveranno dai guadagni con i contratti per la NASA, i militari e per i clienti dei satelliti commerciali.**

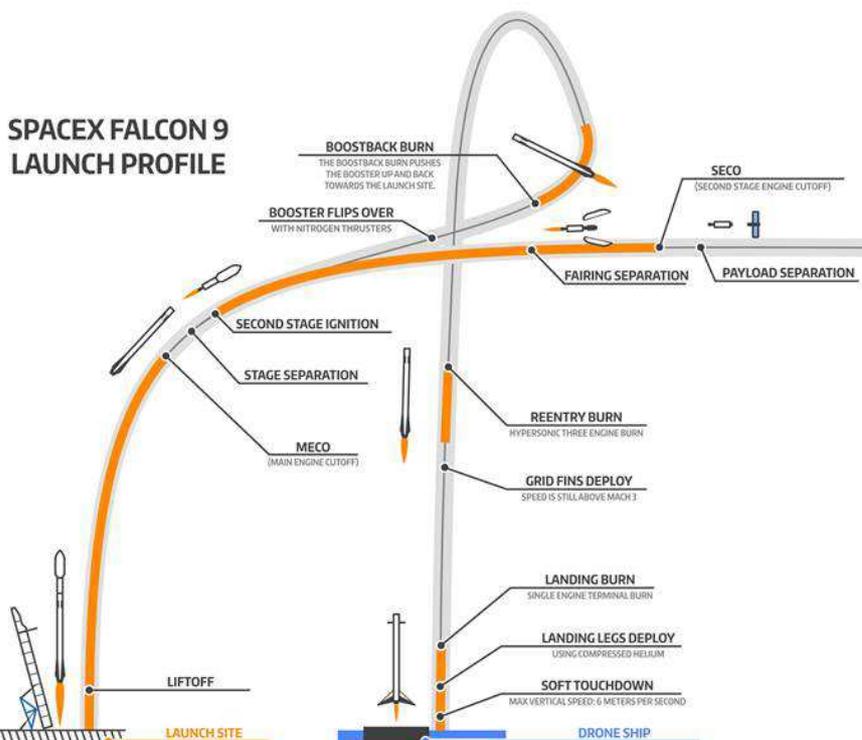


Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

"Il piano base è che dobbiamo inviare una missione verso Marte ogni volta che abbiamo l'opportunità orbitale dal 2018 in poi. **Questi allineamenti favorevoli avvengono ogni 26 mesi.** Dobbiamo stabilire voli cargo verso Marte in modo che le persone che seguiranno possano contare sulle attrezzature e rifornimenti già presenti sul posto. Questo sarà necessario per realizzare una città che si auto-alimenta e cresce, su Marte."

La SpaceX non ha rivelato che cosa trasporterà la missione 'Red Dragon' del 2018, ma la NASA ha siglato un accordo per fornire assistenza in supporto alla navigazione e comunicazioni, assieme ad una serie di sensori da imbarcare a bordo. L'opportunità di lancio per Marte è a maggio 2018, seguita da altre finestre a luglio ed agosto 2020. "Io penso che, se tutto il piano procede come previsto, **saremo in grado di lanciare le persone probabilmente nel 2024**, con l'arrivo sul Pianeta Rosso nel 2025," ha detto Musk.



Riferendosi a chi gli ha fatto notare che già altre scadenze fissate da SpaceX sono state abbondantemente saltate (si pensi al Falcon Heavy, ormai indietro di 4 anni sul primo lancio fissato o della capsula equipaggio Crew Dragon per la ISS, indietro di almeno 12 mesi) Musk ha risposto: **"Quando cito una pianificazione, in realtà è un programma che penso possa essere vero,"** ha detto Musk. "Non è una falsa pianificazione. Posso essere delirante. Questo è del tutto possibile, e forse è accaduto di tanto in tanto, certe scadenze possono essere state errate, ma mai deliberatamente false."



Nell'illustrazione artistica (Credit: SpaceX) una capsula Crew Dragon mentre atterra su Marte. Fonte: SpaceflightNow-Stephen Clark.



In alto la traiettoria del Falcon 9 durante la fase di lancio e nella fase di recupero sulla piattaforma oceanica. In basso il razzo atterrato sulla piattaforma.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



(turisti spaziali) in grado di fare una parabola suborbitale, oltre i cento chilometri di quota, per poi atterrare sulla pista. Questo aereo di Paul Allen invece **vuole immettere in orbita bassa carichi utili di diverse tonnellate** attraverso un razzo (a perdere) sistemato sotto la carlinga in grado appunto di lanciare in orbita il carico pagante. Questo significa avere a disposizione una potenza decisamente maggiore. Quindi un salto di qualità che effettivamente ridurrebbe di parecchi i costi di lancio.

L'ambizioso, seppur semplice, progetto di Stratolaunch.

Stratolaunch Systems è una compagnia creata dal miliardario **Paul Allen** (cofondatore insieme a **Bill Gates**, nel 1975 ad **Albuquerque**, della **Microsoft**) con l'obiettivo di sviluppare un nuovo sistema di lancio spaziale capace di offrire un economico accesso all'orbita bassa con maggiore sicurezza e flessibilità. **(vedi illustrazione in alto).**

Tale sistema è composto da tre elementi principali:

Un velivolo madre, sviluppato da Scaled Composites, l'azienda di Burt Rutan. Una volta completato sarà **l'aeroplano più grande mai costruito.**

Un razzo multi-stadio, costruito da Space Exploration Technologies (sempre la **SpaceX** l'azienda di Elon Musk).

Un sistema avanzato di aggancio ed integrazione dei due velivoli, capace di sostenere il peso del razzo che potrà raggiungere fino a **220 tonnellate**, sarà costruito dall'azienda aerospaziale **Dynetics Stratolaunch Systems.**

Sarà capace di introdurre operazioni simili a quelle aeroportuali nel campo dei lanci spaziali, in un primo tempo di tipo cargo, sia commerciali che governativi, e successivamente con voli abitati.

I piani attuali prevedono il primo lancio entro la fine del 2016.

Quindi La soluzione proposta dalla **STRATOLAUNCH** è **derivata dall'idea della Virgin per i voli suborbitali**: un aereo madre che ospita sotto alla carlinga il carico utile.

Nel caso della Virgin (lo Space-Ship), il carico consiste in uno spaziotano carico di passeggeri

Ora parliamo di Boeing, una veterana dello spazio, che ora è stata scelta dalla NASA, insieme a SpaceX, come fornitore di servizio Taxi da e per la ISS.



Il **CST-100 (Crew Space Transportation, vedi foto sopra)** è una capsula spaziale proposta da Boeing in collaborazione con **Bigelow Aerospace** come loro entrata nel programma **Commercial Crew Development (CCDev)** della NASA.

La sua missione primaria è quella di **trasportare gli equipaggi della Stazione Spaziale Internazionale e di stazioni spaziali private.**

Esternamente è **simile alla capsula Orion costruita dalla Lockheed Martin per la NASA.**

La capsula ha un diametro di 4,56 metri, è più grande dell'Apollo CSM ma più piccola della Orion.

Il **CST-100 può ospitare equipaggi di sette persone**, può restare in orbita attraccato ad una stazione **fino a sette mesi** ed è **riutilizzabile fino a dieci missioni.** Inoltre è **compatibile con diversi vettori, come l'Atlas V, il Delta IV o il Falcon Heavy.**



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Nella prima fase del programma CCDev la NASA conferì alla Boeing un contratto di 18 milioni di dollari per uno studio preliminare. Nella seconda fase la Boeing ottenne 93 milioni di dollari per un ulteriore studio. Il 3 agosto 2012 la NASA annunciò che **la Boeing aveva ottenuto il contratto di 460 milioni di dollari** per continuare così a lavorare sul CST-100 sotto il programma Commercial Crew Integrated Capability (CCiCap).

È il turno della Virgin Galactic.

La **Virgin Galactic** è una compagnia creata dal magnate **Richard Branson** (proprietario della **Virgin**), per realizzare un'offerta di **voli spaziali suborbitali per il mercato commerciale**.

Come si può vedere dalla foto sottostante, l'idea è simile a quella di **Stratolaunch** ma Branson è arrivato decisamente prima, anche se i suoi obiettivi sono più modesti. Infatti la sua *nave madre* è più piccola ed ha due motori in meno.

Il 17 ottobre 2011 ha inaugurato nel deserto del Nuovo Messico, negli Stati Uniti, lo "**Spaceport America**", il primo aeroporto spaziale della storia, firmato dall'architetto britannico Norman Foster. La prima navetta, la cui entrata in servizio era prevista per il 2012/2013, è chiamata "**WhiteKnight Two**" (Cavaliere bianco 2).

Il 31 ottobre 2014 l'aeronave SpaceShipTwo è esplosa in volo sopra il Deserto del Mojave poco dopo essere stata sganciata dall'aereo madre; il fatto è accaduto pochi secondi dopo l'accensione dei propri propulsori, causando la morte del copilota e il ferimento grave del pilota.

Ma Branson non perde tempo: a 15 mesi dall'incidente è pronto il nuovo velivolo di Virgin Galactic (**vedi foto sotto**).



Sir Richard Branson lo scorso 19 febbraio ha presentato ufficialmente **Unity**, secondo veicolo della serie **Space Ship Two** che dovrebbe presto iniziare i voli di collaudo, in vista della faticosa, e più volte rimandata, inaugurazione con **il primo equipaggio suborbitale pagante**.

Al momento dell'incidente dello **SpaceShipTwo** la costruzione della **Unity** era già iniziata, ma il veicolo, che avrebbe dovuto rappresentare un'aggiunta per la flotta della Virgin, era pronto circa al **65%**. Trovandosi senza aerei sub orbitali con cui continuare i collaudi, gli ingegneri della **Spaceship Co. (azienda che costruisce i veicoli della Virgin Galactic)** hanno dovuto accelerare i tempi, cercando al contempo di assicurarsi che l'incidente che ha distrutto il primo modello non possa ripetersi anche in futuro.



La compagnia Britannica Reaction Engines Ltd,

Non possiamo ora non parlare dello spaziplano per eccellenza, almeno sulla carta: **lo Skylon!**

Il progetto dello spaziplano Britannico Skylon è pronto ad affrontare un'importante test, dopo che recentemente ha superato rigorosi ed indipendenti controlli del progetto.

I finanziatori privati sono in attesa di vedere ogni passo dello sviluppo che **dovrebbe culminare con l'inizio delle operazioni commerciali nel 2020**. A luglio 2016 ESA ha firmato un accordo di collaborazione.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



l'ossigeno dall'aria atmosferica fino a che l'aereo non raggiungerà i 26 km di altitudine ed una velocità di Mach 5 (cinque volte la velocità del suono). A questo punto il SABRE si trasformerà in un più convenzionale motore a razzo bruciando l'ossigeno e l'idrogeno contenuto a bordo, per fare il resto del volo verso l'orbita.

Nell'immagine sotto il motore SABRE.

Lo spazio plano Skylon in una immagine artistica.

La Reaction Engines dello Oxfordshire, prevede di testare presto il **rivoluzionario motore ibrido jet/razzo SABRE**. In ballo ci sono **350 milioni di dollari** dei fondi dei finanziatori e forse il futuro del progetto.

Lo Skylon è basato sul concetto del veicolo **Hotol (Horizontal take-off and landing - decollo ed atterraggio orizzontale)**.

È un veicolo automatico, riutilizzabile e può raggiungere l'orbita e ritornare come un aereo, decollando ed atterrando su una pista.

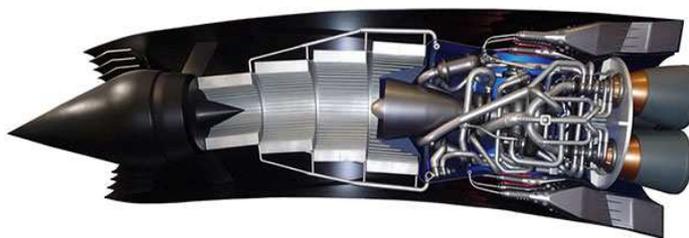
Le sue dimensioni sono di circa 84 metri di lunghezza e con un peso di circa 275 tonnellate al decollo.

Lo Skylon dovrebbe avere un carico utile di circa 10 tonnellate. In futuro il carico potrebbe essere portato a 15 tonnellate. Dovrebbe inoltre fornire un accesso allo spazio frequente e poco costoso, **con ogni veicolo capace di decollare nuovamente entro due giorni dall'atterraggio e con una possibilità di effettuare circa 200 missioni durante la sua vita operativa.**

A differenza dello Space Shuttle della NASA e molti altri spaziplani progettati, **lo Skylon non richiede un razzo per essere portato nello spazio.** Il veicolo è stato progettato per raggiungere lo spazio per conto proprio come un singolo-stadio-per-l'orbita (single-stage-to-orbit SSTO) utilizzando appunto questo rivoluzionario motore ibrido jet/razzo chiamato SABRE.

Si era intuito da tempo che questa caratteristica poteva essere la svolta nel campo del trasporto spaziale in orbita bassa.

Il motore SABRE brucerà idrogeno ed ossigeno per la spinta **ma agirà come un jet per la prima parte del volo dello Skylon, raccogliendo**



Model of the Sabre Engine

Il **SABRE (Synergistic Air-Breathing Rocket Engine)** deve le sue prestazioni ad un nuovo sistema di preraffreddamento dell'aria in ingresso. Alle alte velocità, il raffreddamento dell'aria (con elio liquido) riscaldata per effetto dell'elevata pressione di ristagno dovuta al rallentamento (e compressione) del flusso nella presa d'aria, è garantito da uno scambiatore di calore che ne abbatta la temperatura in poche frazioni di secondo. L'aria viene quindi ulteriormente compressa dal compressore e poi immessa nella camera di combustione dove viene miscelata con l'idrogeno infiammandosi. Il preraffreddamento permette al motore di continuare ad erogare una forte spinta ad altissime quote e velocità. Dopo aver chiuso la presa d'aria a Mach 5,14, a 28,5 km di altitudine, il motore opera come un motore a razzo a ciclo chiuso ad elevate prestazioni bruciando ossigeno ed idrogeno liquido stivati a bordo. Lo spaziplano ibrido, Skylon, potrà quindi raggiungere l'orbita dopo aver lasciato l'atmosfera con un profilo di salita graduale.

Il ciclo di raffreddamento, la chiave del sistema, prevede l'introduzione, a valle della presa d'aria, di un complesso scambiatore di calore **composto di decine di chilometri di tubicini in una lega di nickel (Inconel) resistente alle alte temperature**



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

(le cui pareti sono spesse solo 40 micron) attraversati da elio a bassa temperatura ed alta pressione. Questo scambiatore è in grado di abbassare la temperatura di una quantità di aria di circa 400 kg al secondo da oltre 1000 c° a -150, in un centesimo di secondo. Costituisce evidentemente la sfida tecnologica maggiore nel progetto del motore. Oltre a ciò bisogna rispettare anche requisiti di robustezza, leggerezza, compattezza e resistenza agli sbalzi di temperatura di questo sistema senza che l'eventuale umidità naturalmente presente nell'atmosfera possa congelarsi sulle sue superfici bloccandone il flusso.



Il pre-cooler del SABRE con i suoi chilometri di tubicini percorsi dall'elio liquido.

Ora torniamo negli States con la Astra rocket ed il suo motore VASIMR.

L'ideazione si deve al ricercatore ed ex-astronauta di origine costaricana Franklin Chang-Diaz che ne ideò il primo prototipo nel 1979, e attualmente la ricerca è portata avanti principalmente dalla Ad Astra Rocket Company con cui la NASA ha siglato un accordo per questo tipo di sperimentazione.

Il VASIMR (*Variable Specific Impulse Magnetoplasma Rocket*, vedi schema sopra), è un motore al plasma, cioè un propulsore elettrico per uso spaziale che, sfruttando la fuoriuscita di masse gassose ionizzate (il plasma), accelerate da campi elettromagnetici, genera una spinta.

Funziona utilizzando dapprima onde radio per ionizzare un propellente in un plasma, quindi un campo magnetico per accelerare il plasma nella parte terminale del motore a razzo e realizzare quindi una spinta.

Il VASIMR è attualmente sviluppato dalla società privata Ad Astra Rocket Company, con sede a Houston, in collaborazione con una società canadese che fabbrica i generatori RF da 200 kW, necessari a ionizzare il propellente. Alcuni di tali componenti vengono testati in un laboratorio della città di Liberia, nella Costa Rica. Questo progetto è guidato dall'ingegnere nucleare ed ex astronauta NASA, Franklin Chang-Diaz (presidente ed amministratore delegato della Ad Astra Rocket Company) e la Costa Rica Aerospace Alliance vi collabora al fine di sviluppare un dispositivo esterno di supporto al VASIMR, da installare all'esterno della Stazione Spaziale ISS, così da poter verificare l'efficacia di tale motore nello spazio.

I propulsori testati oggi a terra hanno un'efficienza intorno al 60% per il VX50, capace di gestire potenze radio di 50kW per 0.5N di spinta e 70% di efficienza per il VX100 e una potenza massima radio gestibile dal VX200 di 200kW.

Sarà proprio questo propulsore, nella versione per lo spazio, il VS-200 a volare sulla ISS probabilmente entro il decennio e ad essere sperimentato per la prima volta nello spazio.

(Vedi dettaglio a pag. 15.)

Ci si aspetta una spinta continua di 5N (poco meno di 0,5kg).

I vantaggi sono inequivocabili: una nave spaziale dotata di questo tipo di motore, se usa l'energia solare, non ha bisogno di portarsi dietro il carburante, ma solo il propellente, cioè il gas che verrà poi ionizzato (tipicamente idrogeno o argon). Esistono già applicazioni di sonde delle NASA (come la Deep impact), ma con spinte decisamente inferiori.

La più importante applicazione in un prossimo futuro di veicoli spaziali basati sul VASIMR è il trasporto di merci.

Numerosi studi hanno dimostrato che, nonostante i tempi di transito più lunghi, veicoli spaziali VASIMR saranno molto più efficienti dei razzi chimici tradizionali. Un veicolo di trasferimento orbitale (OTV), uno "spaziorimorchiatore" alimentato da un singolo motore VF-200 sarebbe in grado di trasportare circa 7 tonnellate di carico da orbita terrestre bassa (LEO) a bassa orbita lunare (LLO) con un tempo di transito di circa sei mesi.

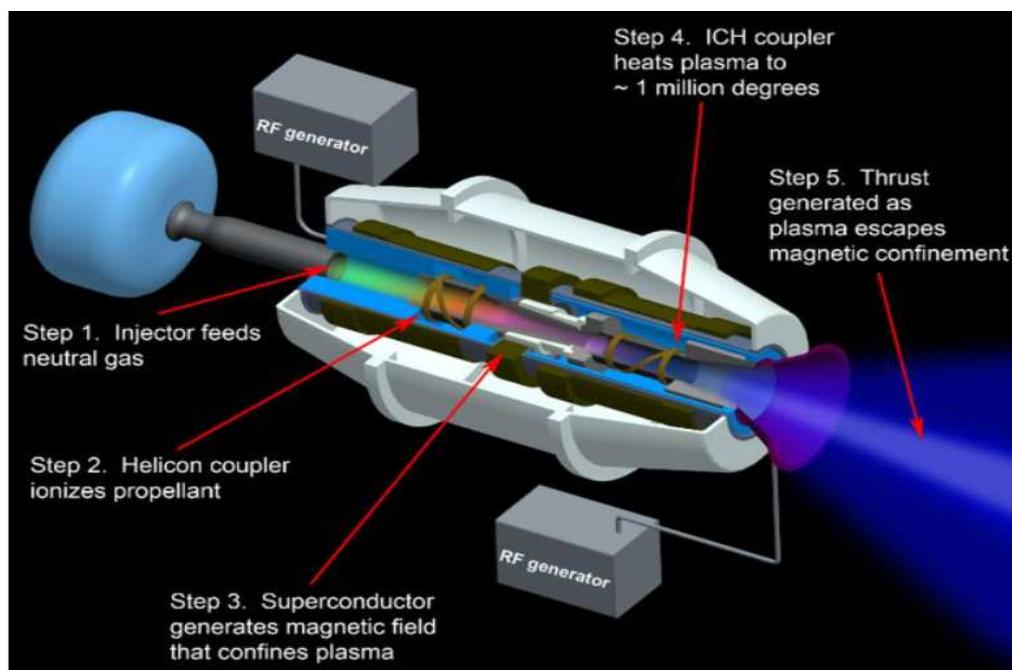
Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 13 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



(In questo link si può analizzare il progetto) ed è noto come

come *“Development of NASA’s Small Fission Power System for Science and Human Exploration”*.

Serviranno almeno 200 megawatt, con una densità di potenza e massa di 1.000 watt per chilogrammo.

Questo reattore avrà anche bisogno della tecnologia di cattura del calore di scarto efficiente.

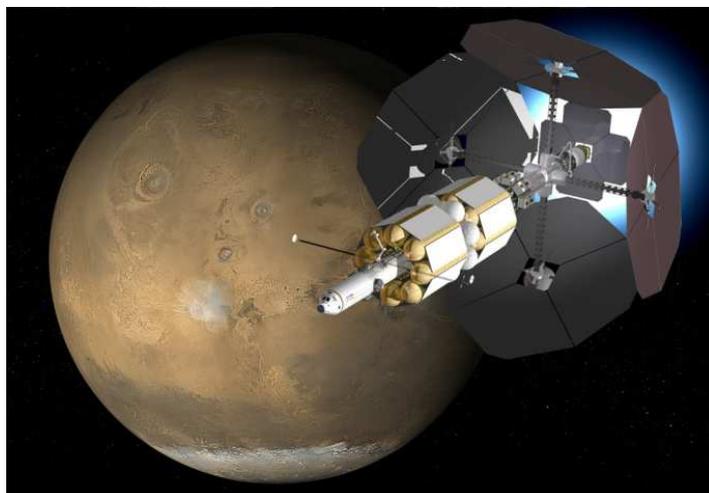
La NASA prevede la consegna di circa 34 tonnellate di carico utile per LLO in un unico volo con un razzo tradizionale. Per fare quel viaggio, verranno bruciati circa 60 tonnellate di ossigeno e idrogeno. Per lo stesso carico, un OTV avrebbe bisogno di impiegare 5 motori VF-200 alimentati da un pannello solare da 1 MW.

Ma avrebbe bisogno solo di circa 8 tonnellate di propellente (argon). La massa totale di un OTV sarebbe intorno alle 49 t (andata e ritorno del carburante: 9 t; hardware: 6 t; carico 34 t). I tempi di transito di un OTV possono essere ridotti per trasportare carichi più leggeri e/o utilizzando più propellente.

A partire da ottobre 2010 Ad Astra Rocket sta lavorando per utilizzare la tecnologia VASIMR per le missioni spaziali tese a "ripulire il sempre crescente problema della spazzatura spaziale". C'è pure un progetto "Marte in soli 39 giorni", nelle idee della AD Astra rocket.

Al fine di condurre un viaggio del genere con equipaggio il VASIMR avrà bisogno di quel tipo di energia elettrica che può essere fornita solamente da propulsione elettrico nucleare. Questo tipo di reattore a fissione nucleare per convertire il calore in elettricità è già in fase di studio alla NASA:

https://www.researchgate.net/publication/269208033_Kilopower_NASA's_Small_Fission_Power_System_for_Science_and_Human_Exploration



Concetto artistico di una astronave per Marte con un motore VASIMIR di tipo multimegawatt.

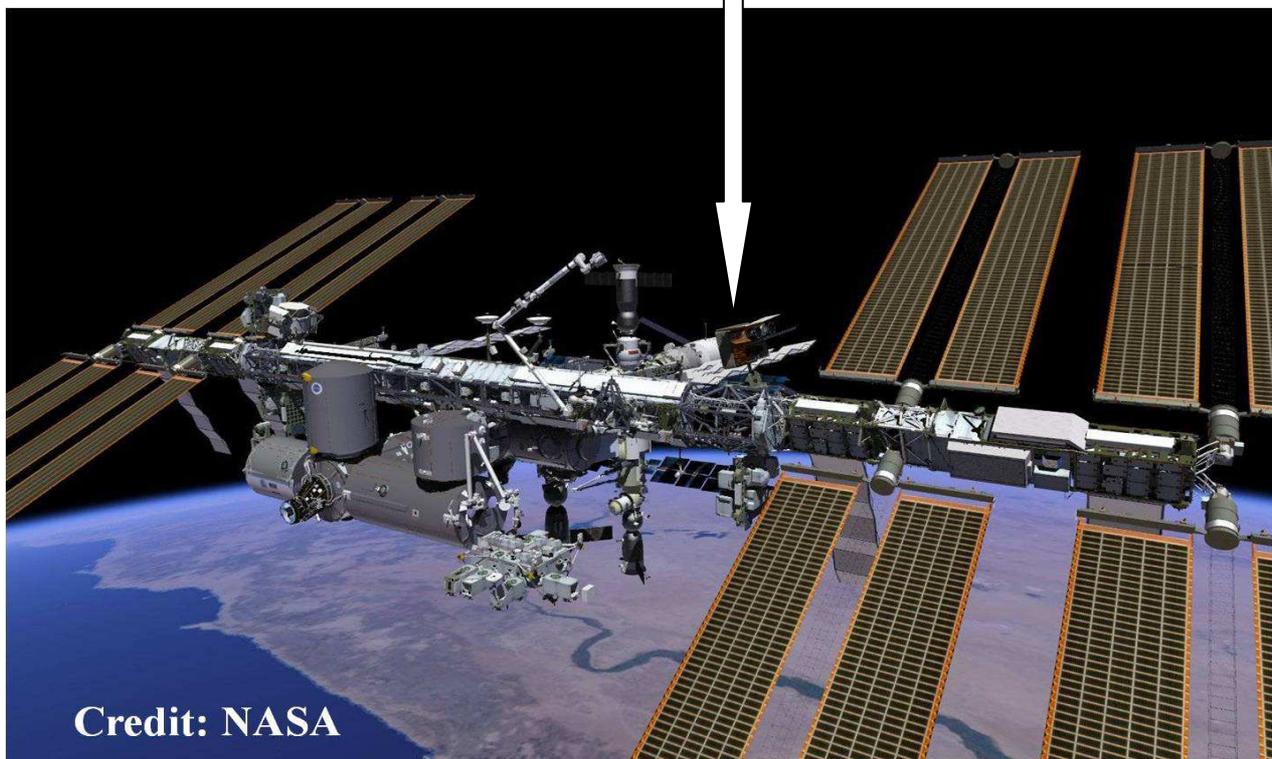
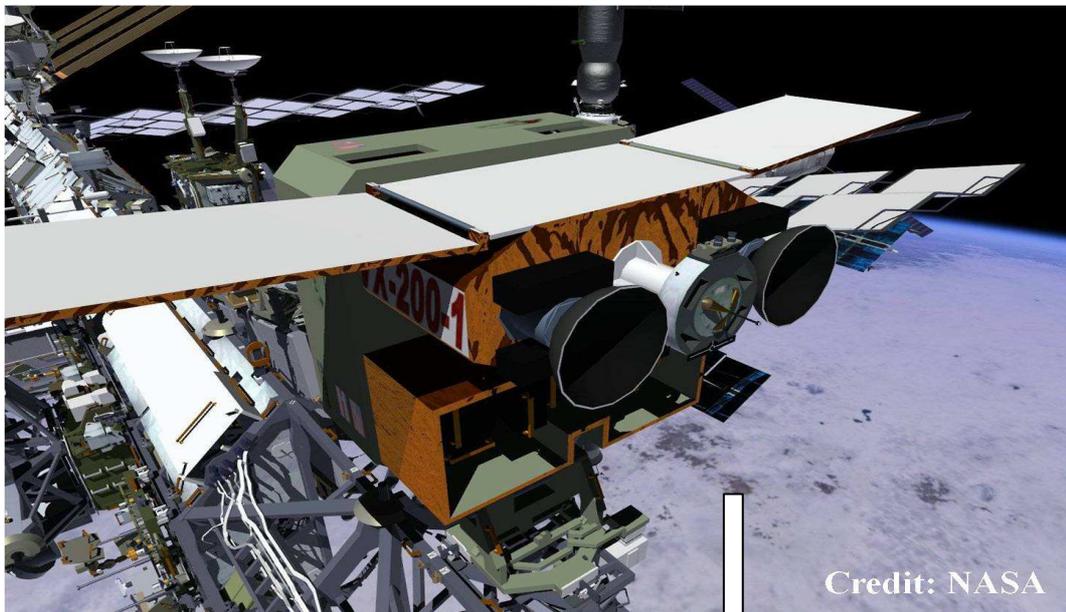


Proprietà circolo Il C.O.S.Mo.- www.ilcosmo.net - Responsabile Luigi Borghi – Redazione: Consiglio direttivo

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Sotto, i due VASIMIR da 200 kw che verranno sistemati sulla ISS (ricostruzione artistica).



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 15 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Il sogno di posare piede su Marte ha coinvolto anche Lockheed Martin.

Sull'onda della voglia di mettere piede sul pianeta rosso e forse anche l'intenzione di fare un po' di business, anche la Lockheed Martin si fa sentire. Visto il successo di una recente discussione su di una futura missione umana su Marte un paio di giorni fa (giugno 2016) l'azienda americana ha proposto alla conferenza "The Humans to Mars Summit" un proprio progetto di missione con equipaggi per Marte.

Lockheed Martin è lo storico partner che sta attualmente realizzando per la NASA la capsula Orion, il Multi-Purpose Crew Vehicle (MPCV) che porterà gli astronauti oltre l'orbita Terrestre.

Il progetto dal nome "Mars Base Camp" prevede sei astronauti che **resteranno in orbita intorno a Marte a partire dal 2028.**

Si tratta di una proposta, che Lockheed spera possa interessare l'ente spaziale Americano. Il cuore del veicolo spaziale sarà ovviamente la Orion, che farà da controllo, navigazione e comunicazione. Anzi ne sono previste due, la seconda come backup.

Come vedete dalla foto in basso sono previsti moduli abitativi, laboratori e pannelli solari, tutti "componenti" che sono effettivamente realizzabili con le attuali tecnologie.

Il vettore di lancio sarà il nuovo lanciatore per carichi pesanti della NASA, lo SLS (Space Launch System), che nel 2018 dovrebbe effettuare il suo primo volo di test.

L'idea di Lockheed è che, al pari di come venne fatto per la Luna, prima di far atterrare l'uomo su Marte dovrebbero essere fatte missioni orbitali intorno al Pianeta Rosso.

Il veicolo che raggiungerà l'orbita Marziana verrà lanciato a pezzi ed assemblato in orbita Lunare.

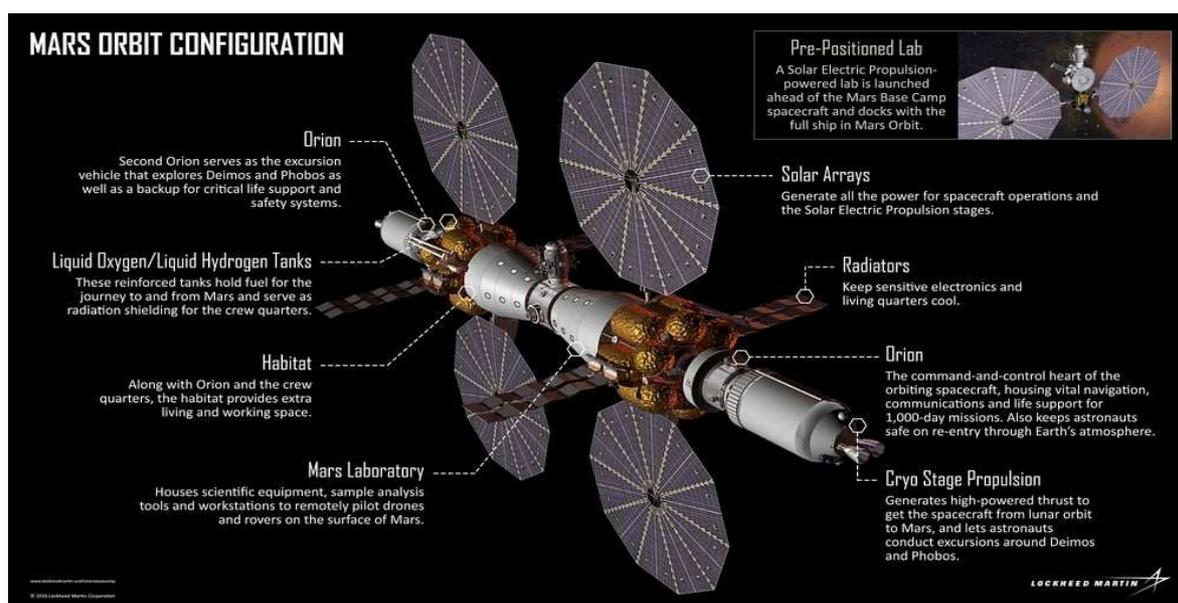
Dalle non molte informazioni trovate l'idea sarebbe quella che il Mars Base Camp potrebbe in futuro crescere con altri moduli, magari in grado di far atterrare un equipaggio sulla superficie di Marte, per poi farlo rientrare sul Mars Base Camp stesso per poi ritornare a Terra (**simile all'approccio del film The Martian**).

Con questo approccio di missione **l'equipaggio resterebbe circa un anno terrestre in orbita intorno a Marte**, durante il quale potrebbe **tra le altre cose pilotare remotamente rover ed altri dispositivi al suolo.**

Gli astronauti potrebbero anche esplorare remotamente le lune di Marte, **Deimos e Phobos**. Insomma, si tratterebbe a tutti gli effetti di una specie di stazione spaziale in orbita intorno a Marte, stazione che potrebbe fare la spola con la Terra per portare nel tempo nuovi elementi nel sistema Marziano.

Direi che è un concept certamente interessante, sotto vari punti di vista. Piace l'idea di modularità, di riusabilità e di portare laboratori in orbita Marziana.

Discutibile l'idea di restare in orbita senza la possibilità di raggiungere il suolo una volta arrivati su Marte.



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 16 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Ma è ancora presto per la pianificazione operativa dettagliata della missione. Ci sono molte variabili in gioco. Potrebbe per esempio aggiungersi da subito una capsula Dragon V2 dell'azienda SpaceX in grado di atterrare e tornare in orbita. Come avete letto prima, sono convinto che Elon Musk non si tirerà indietro!

Fonte: <http://newspazio.blogspot.it/2016/05/mars-base-camp-la-proposta-di-lockheed.html#more>

Ci sono però ancora importanti problemi da risolvere prima di arrivare a Marte e tantissimo lavoro da fare: **le radiazioni e la condizione di microgravità!**

E' necessario dare risposta a queste problematiche prima di arrivare su di un altro mondo. Sono questioni su cui la comunità spaziale Internazionale sta indagando da decenni.

Voglio concludere questa carrellata di aziende (per ragioni di spazio non le ho messe tutte) e dei loro programmi ambiziosi su Marte con una analisi uscita dal **all'incontro dell'American Geophysical Union in San Francisco** dello scorso anno.

Tra circa 4-5 miliardi di anni il nostro Sole terminerà la sua normale attività e diventerà molto cattivo.

Esaurirà le riserve di idrogeno nel suo nucleo e data la sua massa il suo destino è già noto.

Il nucleo, ormai composto da elio, accenderà reazioni di fusione che lo trasformeranno in elementi più pesanti e l'idrogeno al di fuori del nucleo inizierà a fondere per la prima volta, aumentando il raggio dell'area di fusione. Il sole diventerà rosso ed inizierà ad espandersi.

Diventerà cioè una gigante rossa.

E la Terra verrà ingoiata da questo gigante che crescerà probabilmente ben oltre il raggio dell'orbita Terrestre.

In altre parole il nostro pianeta ha una data di scadenza e su questo non ci piove.

E' il burrone alla fine della strada. E' lì e lo sappiamo bene e non si tratta di ipotesi, è un fatto oggettivo.

C'è da dire che comunque è ancora molto anzi **troppo lontano quel momento per pensarci ora.**

Ma le brutte notizie per il nostro Pianeta potrebbero arrivare anche molto, molto prima, da altre "cose cattive", altrettanto spiacevoli per noi.

Potrebbe trattarsi di un evento esterno al nostro Pianeta, magari un meteorite al pari di quello che circa 64 milioni di anni fa distrusse i dinosauri

(secondo l'attuale teoria). Eventi di questo tipo sono già successi nella storia del Pianeta e succederanno ancora.

Potrebbe verificarsi l'esplosione di una supernova non troppo lontana dalla terra, la cui forza immane ci investirebbe provocando danni globali all'atmosfera.

Oppure potrebbero verificarsi eventi interni al nostro Pianeta, una qualche forma di distruzione magari causata dall'uomo, guerra o avvelenamento dell'ambiente.

Lo sforzo in termini di studio, scienza, tecnologia necessario per raggiungere Marte e diventare quindi una specie in grado di colonizzare un altro pianeta ci farebbe compiere un gigantesco balzo evolutivo, rendendo possibile andare oltre ed espanderci al di là del nostro pianeta-culla.

E non è forse il destino della vita? Cercare sempre nuove strade, nuove nicchie ambientali per svilupparsi, crescere ed evolversi.

Tutto questo può dare un valido motivo per guardare alla necessità dell'avventura dell'esplorazione spaziale.

Ed è ciò che i governi di tutto il mondo stanno facendo da una settantina d'anni a questa parte.

Esplorazione, conoscenza ed espansione della razza umana. **In fondo, alla domanda sul perché i dinosauri si siano estinti, una risposta per me molto azzeccata è che i dinosauri non avevano un programma spaziale.**

Comunque, oggi stiamo vivendo in tempi per molti versi eccezionali. Per la prima volta è possibile pensare a Marte come ad una destinazione raggiungibile. **E non solo per quanto riguarda i programmi di esplorazione gestiti dalle agenzie spaziali governative.**

La compagnie di lancio private.

Siamo verso la fine di questa carrellata di tecnologie nate dalla spinta che le aziende private hanno ricevuto, soprattutto negli Stati Uniti, dalla competizione astronautica. Una spinta che ha generato anche delle compagnie di lancio. Come vi sono le compagnie aeree per il trasporto passeggeri, vi sono ovviamente anche le compagnie di lancio per carichi utili sia in orbita bassa che geostazionaria e oltre.

Sono delle *business company* dove la tecnologia entra dall'esterno e dove l'unico scopo è quello 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 ; 30° - Anno 8 - N° 3 - 1/09/2016

garantire il lancio del carico dietro adeguato compenso.

Anche queste sono in alternativa alle agenzie governative ed utilizzano spazioporti privati o delle stesse agenzie spaziali nazionali, pagando un opportuno utilizzo.

Vediamo le tre più importanti.

La International Launch Services (ILS)



È una **joint venture russo-americana** con i diritti esclusivi per la vendita a livello mondiale di servizi di lancio commerciali del razzo **Proton** dal **cosmodromo di Baikonur in Kazakistan**.

Il suo quartier generale si trova a **Reston, VA, (Washington, D.C)**

ILS è stata costituita nel 1995 come una collaborazione per il **volo spaziale privato tra Lockheed Martin (LM), Khrunichev e Energia**.

ILS inizialmente ha commercializzato lanci non militari sia russi che americani, attraverso il vettore americano Atlas ed il russo Proton.

Con il lancio Atlas V del satellite SES 1KR il 20 aprile 2006, ILS aveva fatto 100 lanci, di cui 97 hanno avuto successo.

Nel settembre 2006, la Lockheed-Martin **ha venduto i propri interessi** proprietari di Lockheed Khrunichev Energia International, Inc. **alla Space Transport Inc**

Lockheed Martin ha conservato tutti i diritti relativi alla commercializzazione del veicolo commerciale Atlas.

ILS, non più affiliata con Lockheed Martin, ha continuato a commercializzare i veicoli di lancio Proton a clienti commerciali. **Tutti i lanci Atlas V sono ora gestiti da United Launch Alliance (ULA)**, una joint-venture tra Lockheed Martin e Boeing (IDS / Difesa, Spazio e Sicurezza / Launch Services) formata nel dicembre 2006, con tutte le operazioni commerciali Atlas V.

Space Trasporti Inc, è registrata nelle Isole Vergini Britanniche e con sede a Mosca. ILS rimarrà una società statunitense e la sede sono attualmente in Reston, dove hanno sede circa 60 dipendenti.

La United Launch Alliance (ULA)

Costituita, come dicevamo, nel dicembre 2006, United Launch Alliance (ULA) è una joint venture **50-50 di proprietà di Lockheed Martin e The Boeing Company.**



ULA mette insieme due delle squadre più esperte e di successo del settore di lancio - **Atlas e Delta** - a fornire servizi di lancio

nello spazio, affidabili e competitivi, **per il governo degli Stati Uniti, la NASA, ed il National Reconnaissance Office (NRO).**

La United Launch Alliance **ha licenziato in giugno 2016 ben 110 dipendenti**, come parte di una più grande riduzione del personale per un totale di 350 posizioni in tutta la compagnia.

Fonti ufficiali ULA hanno reso noto che 240 altri impiegati hanno accettato volontariamente le dimissioni. **La riduzione da parte dello sforzo di competere con la SpaceX.** I tagli rappresentano oltre il **10% dei quasi 3.000 dipendenti** della compagnia. Inoltre la compagnia prevede ulteriori tagli al personale anche in futuro.

La ULA, deve rispondere alle sfide del mercato dopo l'entrata in campo della SpaceX di Elon Musk e il prossimo arrivo di Blue Origin di Jeff Bezos.

Ad aprile Tory Bruno, Amministratore Delegato di ULA, aveva annunciato che la compagnia avrebbe tagliato altri 400/500 posti nel 2017. Prima del taglio di oggi la ULA impiegava circa 3.400 persone, 1.500 delle quali nelle sedi del Colorado.

Arianespace SA



Fondata nel **1980**, **Arianespace SA è la prima azienda mondiale nel trasporto spaziale**

commerciale. Si occupa della produzione, della gestione e del marketing dei **lanciatori Ariane 5, Vega** e di alcune componenti del *Programma Ariane*.

Inoltre **tramite la società Starsem controllata a metà con l'Agenzia Spaziale Russa ha finanziato lo sviluppo della nuova versione del lanciatore Sojuz che, da febbraio 2007, è entrato a far parte dei razzi vettore utilizzati dall'Agenzia Spaziale Europea.**

Detiene più del 60% del mercato mondiale di posizionamento dei satelliti in orbita geostazionaria con oltre **190 lanci commerciali a partire dal 22 maggio 1984.**

Arianespace utilizza come sito di lancio il Centre spatial guyanais a Kourou nella Guyana francese.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

I paesi azionisti sono: **Belgio, Danimarca, Francia (con il 64.1%), Germania (con il 19.85%), Italia (con il 3.38%), Norvegia, Paesi Bassi, Spagna, Svezia e Svizzera.**

L'imprenditoria privata non si fermerà di certo qui. Altre aziende, altre opportunità, altre idee ed iniziative nasceranno nei prossimi anni. Possiamo starne certi.

Quando emergerà che lo spazio è più redditizio che gli armamenti forse la finiremo di fare delle inutili e disastrose guerre!

Vi sarà un **nuovo Eldorado!** Anzi, è già cominciato con le nuove società che stanno nascendo per lo **sfruttamento minerario degli asteroidi.** Ma questa è un'altra storia e ne parleremo un'altra volta.

La relatività generale passa l'esame anche con LIGO.

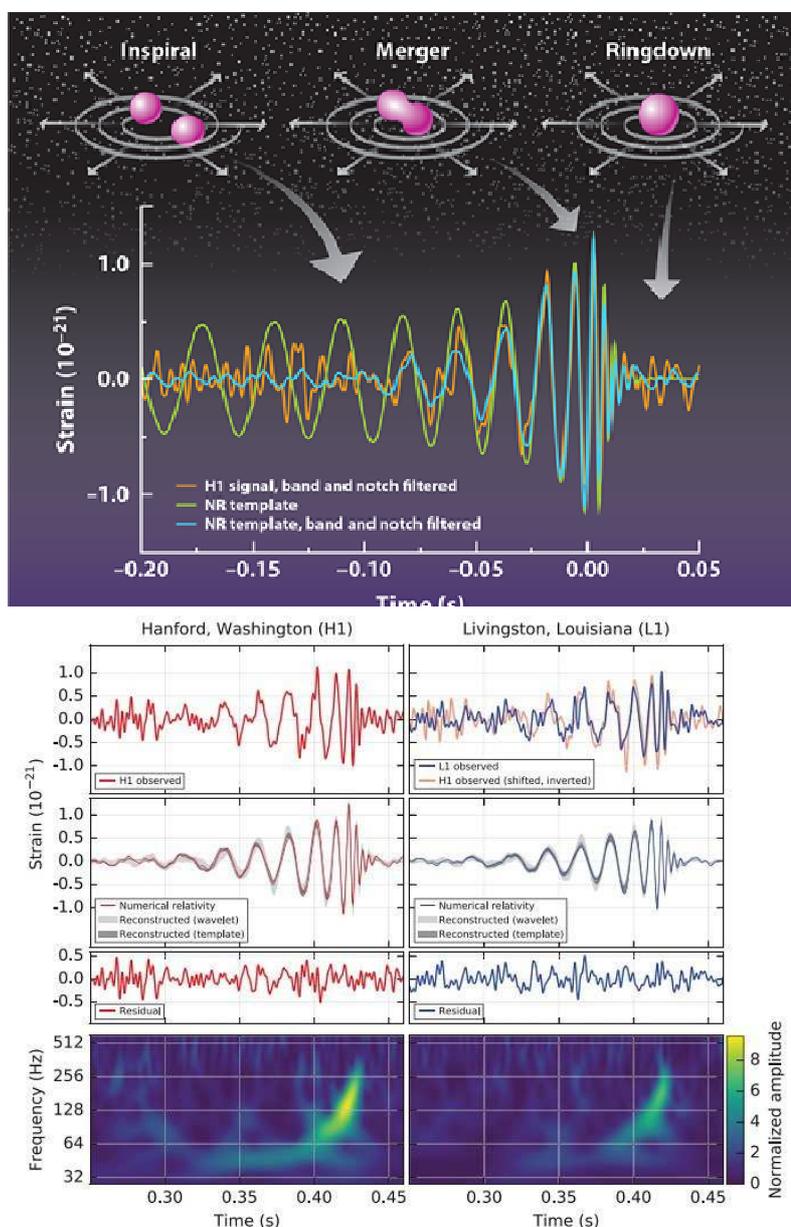
Di Luigi Borghi.

La recente rilevazione diretta delle onde gravitazionali ottenuta con gli interferometri della collaborazione LIGO, localizzate a Livingston, in Louisiana, e Hanford, Washington, ha dimostrato che queste increspature dello spazio-tempo si producono esattamente secondo le previsioni della teoria generale della relatività di Einstein.

Lo dimostra l'analisi della forma del segnale rilevato il 14 settembre 2015, data che resterà fatidica per la fisica e più in generale per la scienza.

Il segnale registrato dagli interferometri è stato considerato l'ennesima conferma sperimentale della teoria generale della relatività di Albert Einstein formulata nel 1915, che descrive la dinamica delle masse sotto l'effetto della gravitazione. Ma le previsioni della teoria einsteiniana sono soddisfatte in modo esatto? O ci sono discrepanze che lasciano aperta la strada a nuove e più esotiche teorie della gravità? È quanto si sono chiesti i ricercatori della stessa collaborazione LIGO e della collaborazione Virgo, l'interferometro europeo realizzato in provincia di Pisa (che noi del C.O.S.Mo. abbiamo già visitato un paio di volte) sempre per andare a caccia di onde gravitazionali, in uno studio pubblicato su "Physical Review Letters".

A destra (credit NSF), il segnale originale confrontato con la situazione fisica dei due buchi neri, e in basso le due registrazioni (Credit: Frans Pretorius, APS/Carin Cain)





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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

E la risposta è stata affermativa: Einstein, ancora una volta, aveva ragione.

Riguardo al momento dell'arrivo dei segnali - il sensore di Livingston ha registrato **l'evento 7 millisecondi prima di quello di Hanford** - gli scienziati possono quindi affermare che la sorgente è localizzata nell'emisfero meridionale del cielo.

La spiegazione del fenomeno è la seguente: secondo la relatività generale, un paio di buchi neri orbitanti l'uno attorno all'altro hanno perso l'energia attraverso l'emissione di onde gravitazionali, **causando il loro graduale avvicinamento nel corso di oltre un miliardo di anni, e poi molto più rapidamente nei minuti finali. Durante l'ultima frazione di secondo i due buchi neri si sono scontrati a quasi metà della velocità della luce** diventando un unico massiccio buco nero.

Qui potete sentire il suono dell'evento (la frequenza è stata traslata nel campo dell'udibile):
<https://youtu.be/QyDcTbR-kEA>

Il dubbio che esistessero queste onde era lecito, dato che secondo la teoria le onde gravitazionali sono prodotte da qualunque massa in movimento, ma solo quelle di eventi estremi, come per esempio la fusione di due buchi neri, possono essere rilevate dagli strumenti terrestri.

E trattandosi appunto di eventi estremi, si possono verificare anche processi non ancora compresi o previsti nei termini corretti. Ora, nella relatività generale, la forza gravitazionale è vista come una deformazione dello spazio-tempo da parte delle masse, un processo che si può visualizzare pensando a una palla da bowling posta su un letto. La palla deformerebbe il lenzuolo che vi è steso sopra, e attrarrebbe verso di sé una massa più piccola, una palla da biliardo per esempio, che venisse posta sulla stessa superficie.

E via via che le masse si avvicinano, ecco che si producono delle onde nello spazio-tempo, in grado di propagarsi in ogni direzione.

Il dato rilevante per cosmologi e fisici teorici è che se da una parte l'esistenza stessa dell'onda testimonia che l'evento catastrofico è avvenuto, la sua forma, cioè la sua intensità in funzione del tempo, è una fotografia abbastanza esatta delle diverse fasi di cui è composto l'evento stesso e delle masse in gioco.

L'unico fattore in grado di confondere un po' le carte è il rumore di fondo.

Nel caso dell'evento rilevato da LIGO, designato con la sigla GW150914, gli autori della scoperta

hanno concluso che la sorgente delle onde era la collisione, seguita **dalla fusione, di due buchi neri di 29 masse solari e 36 masse solari rispettivamente. Il risultato è un buco nero di 62 masse solari, che ruota al 67 per cento della massima rapidità di rotazione permessa a un oggetto di questo tipo, e la conversione delle 3 masse solari mancanti in energia delle onde gravitazionali.**

Per verificare se le previsioni della relatività generale fossero valide anche nei dettagli, i ricercatori delle collaborazioni di LIGO e Virgo hanno effettuato una serie di test. In prima battuta hanno ricavato la forma d'onda teorica, o template, in grado di accordarsi meglio con il segnale misurato. E il risultato è stato positivo: il segnale residuo, ottenuto sottraendo il template dal segnale reale, rappresenta bene un rumore di fondo.

Oltre a questo test complessivo, i ricercatori hanno analizzato in particolare la prima e l'ultima parte della forma d'onda, da cui è stato possibile calcolare importanti parametri fisici dei buchi neri, come masse, rapidità di rotazione dei due buchi neri originari (spin) e quella del buco nero finale. Le stime sono poi state confrontate con misurazioni indipendenti degli stessi parametri, ottenendo un buon accordo.

Anche questa nuova analisi dei dati degli interferometri gravitazionali ha dunque concluso che ancora una volta Einstein aveva ragione, e non solo nel cosiddetto regime di campo debole. Si tratta infatti della prima verifica diretta che le leggi della relatività generale valgono anche per la dinamica dello spazio-tempo dove il campo gravitazionale raggiunge valori estremi, cioè proprio in prossimità dei buchi neri.

L'esperimento LIGO funziona utilizzando raggi laser per monitorare due bracci perpendicolari, lunghi ognuno 4 km, alla ricerca dei piccolissimi cambiamenti nella loro lunghezza che potrebbero essere causati dal passaggio di onde gravitazionali. I laser corrono all'interno di tubi mantenuti al vuoto assoluto e rimbalzano su due specchi posti alle estremità dei due bracci. Secondo la teoria di Einstein la distanza fra gli specchi cambierà di un valore infinitesimale al passaggio di onda gravitazionale.

Per capire il grado di precisione richiesta per poter 'sentire' il passaggio delle onde gravitazionali si pensi che è così infinitesimale che il cambiamento nella distanza degli specchi, sulla distanza di 4 km, è di appena 1/10.000 del diametro di un protone (10^{-19})

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 20 di 43

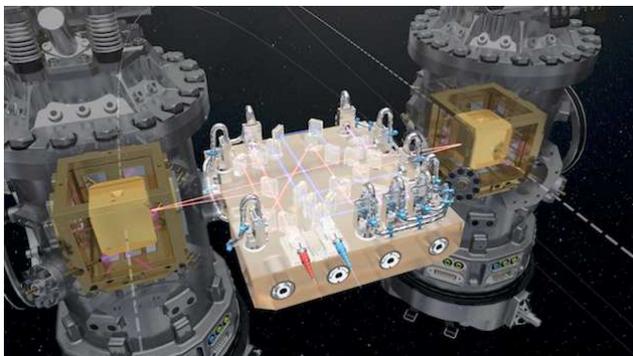
Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo.". La loro diffusione all'esterno del circolo è vietata. Può essere utilizzata 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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

E questo è solo l'inizio, pensate quando entrerà in funzione **LISA**...



Una rappresentazione della sonda LISA Pathfinder, con i due cubi d'oro sospesi (cioè in caduta libera).

Il 16 Febbraio 2016 la missione americana **LISA Pathfinder** ha rilasciato i suoi **due cubetti di oro e platino** nel vuoto, e inizierà la missione scientifica a breve, dopo una necessaria fase di calibrazione. La sonda è stata lanciata lo scorso 3 Dicembre e il 22 Gennaio ha raggiunto il punto Lagrangiano L1, fra Terra e Sole, a 1.5 milioni di Km dalla Terra.

Obiettivo: usare le due masse nel più perfetto ambiente a microgravità in caduta libera sinora sperimentato, e dimostrare così una nuova tecnologia per la misura delle onde gravitazionali.

I cubi hanno un lato di 46mm e si trovano al momento in sospensione a diversi mm dalle pareti interne della sonda spaziale in cui sono contenuti. Sono separati da 38cm e collegati da raggi laser, per misurarne con precisione la posizione reciproca.

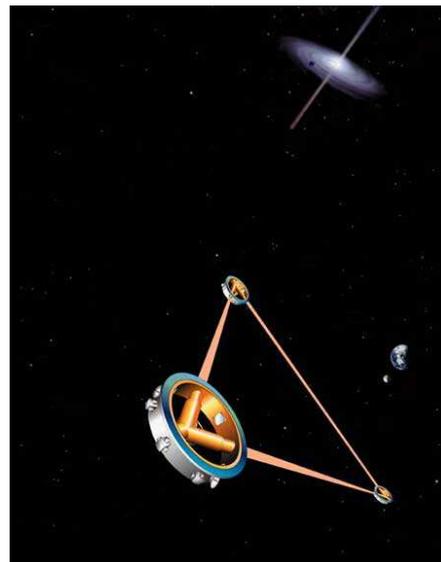
Durante l'esperimento, minuscoli e debolissimi propulsori muovono e orientano la sonda in modo da tenerla centrata su una delle due masse. Il laser verificherà se ci sono degli scostamenti tra un cubo e l'altro.

Gli attuali rilevatori terrestri di LIGO e VIRGO sono in grado di rilevare solo onde gravitazionali ad alta frequenza, ovvero emesse da eventi cosmici come lo scontro di due buchi neri di decine di masse stellari o di stelle di neutroni. Il LISA invece ci darà la possibilità di vedere **onde gravitazionali a bassa frequenza, emesse ad esempio dalla fusione di buchi neri supermassicci al centro di grandi galassie.**

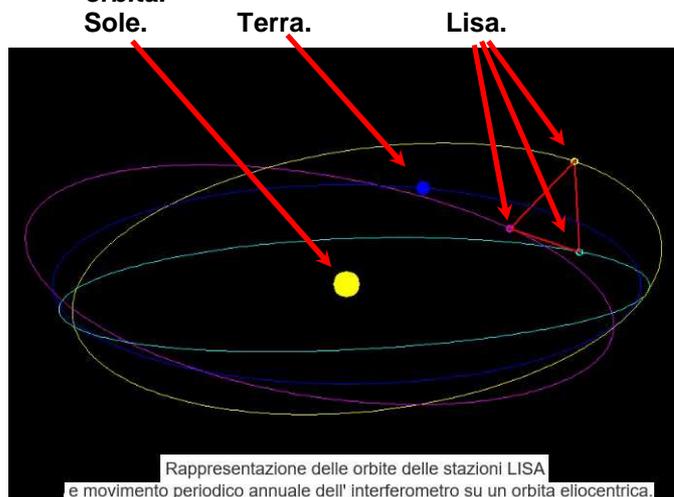
Questo genere di osservazione è possibile farlo

solo nello spazio profondo, dove non esistono elementi di disturbo esterno come invece accade sulla Terra.

Sotto il progetto LISA con le tre sonde distanti milioni di KM, in posizioni lagrangiane, amplificando così enormemente la sensibilità di quasi un milione di volte rispetto al LIGO e VIRGO.



In basso la loro posizione rispetto a Terra e Sole. Le 3 sonde seguono la Terra nella sua orbita.



LISA (acronimo per **Laser Interferometer Space Antenna**) è una missione spaziale attualmente in fase di progetto presso l'Agenzia Spaziale Europea (ESA). **La data di lancio è prevista per il 2034** con una vita operativa di 5 anni.

ESA progetterà le sonde mentre NASA fornirà il lanciatore per metterle in orbita.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

"Oh mio Dio, è pieno di stelle!"

"Oh mio Dio, è pieno di stelle!"... sono le ultime parole di David Bowman, comandante dell'astronave *Discovery*, nel film "2001, Odissea nello spazio", quando entra nello *stargate* che lo porterà a viaggiare tra le stelle.

L'Universo è veramente pieno di stelle e il loro numero è inimmaginabile.

Se volessimo tentare, con una metafora, di avere un'idea di quante ce ne siano, pensiamo ad una spiaggia immaginando che ogni granello rappresenti una stella.



Ecco... le stelle dell'Universo sono più numerose di tutta la sabbia presente sulla Terra!



Stelle e nubi di gas e polvere

E' opportuno a questo punto chiedersi: ma cosa sono esattamente le stelle?

Sembra una domanda banale, e forse lo è, ma è importante per inquadrare concretamente questi oggetti.

Le stelle possono essere considerate il prodotto di una aggregazione spontanea di

Di Roberto Castagnetti.

materia diffusa sotto l'influenza della gravità. La storia dell'evoluzione di una stella è, in altri termini, la storia della contrazione di una massa di gas sotto l'influenza del proprio campo gravitazionale. E' la gravità, quindi, che permette e sostiene l'esistenza delle stelle.

La presenza di tante stelle testimonia che la formazione di questi oggetti costituisce un processo spontaneo e naturale nell'interazione e nell'evoluzione della materia nell'universo.

Ovviamente stiamo parlando della materia ordinaria che rappresenta, secondo le teorie, circa il 5% della massa complessiva dell'Universo.

La rimanente percentuale è costituita da materia e energia oscura che influenzano la formazione delle stelle in modo indiretto e su scala cosmica.

La gravità, è quindi la causa scatenante del fantastico fenomeno che ha portato la vita in questo angolo dell'Universo.

Ma partiamo con ordine ... e dall'inizio.

Generazioni di stelle

Circa un minuto dopo il Big Bang l'Universo concluse l'incredibile fase dell'*inflazione* ed divenne abbastanza freddo per poter dare inizio alla cosiddetta *bariogenesi*, ovvero la formazione di protoni e neutroni stabili.

Quando, pochi minuti dopo, la temperatura si abbassò ulteriormente iniziò la nucleosintesi con la formazione dei primi elementi, principalmente: idrogeno ed elio.

Anche questa fase durò qualche minuto e tale rapidità fece sì che elementi più pesanti del berillio non abbiano avuto il tempo di formarsi.

L'Universo entrò allora nella sua fase attuale, con la materia che allora era costituita esclusivamente da elementi leggeri.

Tornando, per un attimo, alla fase dell'*inflazione*, fluttuazioni quantistiche



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

determinarono importanti conseguenze per l'evoluzione dell'Universo: una asimmetria tra materia e antimateria (che ha portato al fatto che le galassie e le stelle siano costituite dalla sola materia) e la presenza di irregolarità nella distribuzione della materia.

Grazie a tali irregolarità la materia iniziò lentamente a condensarsi nelle zone ove la densità era lievemente maggiore.

La forza gravitazionale plasmò allora pazientemente le prime stelle, che si accesero qualche centinaio di milioni di anni dopo il Big Bang.

Non erano stelle come quelle che osserviamo nell'Universo locale ma erano enormemente più massicce e costituite di solo idrogeno ed elio.

La loro massa era pari a centinaia, se non addirittura migliaia, di volte quella del Sole ed essendo così massicce, erano caratterizzate da una vita molto breve che le portava ad esplodere in supernovae dopo appena due milioni di anni.



Rappresentazione artistica di stelle primordiali

In questa epoca di mostri avvenne la formazione delle prime galassie attive, prevalentemente quasar e si crearono i primi buchi neri.

Le primitive "mega-stelle", i quasar e i buchi neri in breve re-ionizzarono l'Universo, allora formato solamente da gas opaco ed elettricamente neutro, rendendolo trasparente alla luce.

Si parla di re-ionizzazione perché la materia dell'Universo aveva già sperimentato

un'epoca di ionizzazione a partire dai primi minuti del Big Bang fino a 300.000 anni dopo.

Le stelle primordiali e le proto-galassie emettevano quindi radiazione caratterizzata da un'enorme energia.

Non era un'epoca favorevole alla vita...

Ma non lo era non solo per la radiazione ma per il fatto che non esistevano elementi pesanti.

Questi vennero creati dalla nuova nucleosintesi che si era innescata: quella stellare.

Le stelle iniziarono a fondere gli atomi in elementi via via più pesanti e le enormi esplosioni che iniziarono a costellare il cosmo ne sintetizzarono di più pesanti ancora.

Successivamente alle stelle primordiali, classificate come stelle di popolazione III si formarono le stelle di popolazione II.

Le stelle di popolazione III sono tutte scomparse in quanto caratterizzate da una breve ed effimera vita mentre le stelle di popolazione II sono tutt'ora osservabili nell'Universo locale.

Sono stelle relativamente povere di metalli nate nell'universo primitivo, quando questo conteneva frazioni piccolissime di elementi diversi dall'idrogeno e dall'elio.

Si tratta comunque di una scarsità che non si discosta molto dalle percentuali rilevate nelle stelle della generazione successiva generazione stellare: la popolazione I.

La percentuale di metalli nelle stelle di popolazione II è media dello 0,1% contro il 2-3% rilevato nelle stelle di popolazione I.

Una caratteristica interessante delle stelle di popolazione II è che presentano un tasso relativamente alto di elementi alfa (cioè elementi i cui isotopi più importanti hanno un numero di massa multiplo di 4), come l'ossigeno, il silicio e il neon rispetto alle stelle di popolazione I.

Probabilmente questo dipende dal fatto che all'epoca della loro formazione i principali "fornitori" di metalli erano le supernove 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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

tipo II le quali disperdono nello spazio soprattutto ossigeno, neon e magnesio.

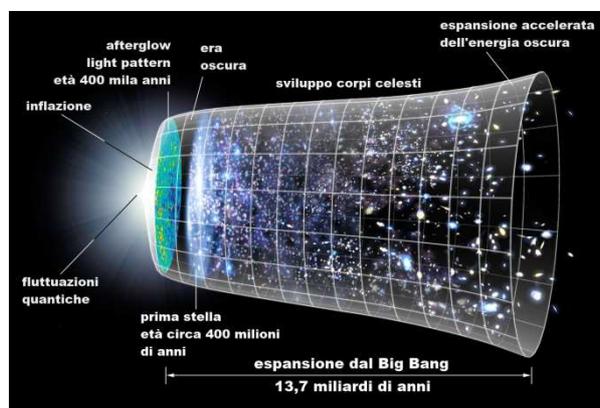
Le supernove Ia, apparse in periodi più recenti, espellono grandi quantità di ferro e quantità minori di magnesio e ossigeno.



Stelle di popolazione II sono comuni negli ammassi globulari (in figura M80)

Le stelle sono quindi oggetti che nel tempo sono mutati attraverso un vero e proprio processo evolutivo.

La materia che costituisce le stelle è per la maggior parte quella "nata" a seguito del Big Bang a cui si sono aggiunti elementi sintetizzati nel corso di milioni di anni forgiati dalla gravità.



Evoluzione dell'Universo

Nubi, gas e gravità

Lo spazio non è vuoto, o per meglio dire, non è del tutto vuoto.

Tra le stelle si trova il cosiddetto mezzo interstellare (abbreviato in ISM, dall'inglese *Inter Stellar Medium*) cioè il materiale rarefatto costituito da gas e polvere che si trova tra le stelle all'interno di una galassia.

È un insieme piuttosto rarefatto di atomi, ioni, molecole, granuli di polvere, raggi cosmici e campi magnetici. Per il 99% è gas e per il restante 1% polvere.

La densità del mezzo interstellare varia da poche migliaia ad alcune centinaia di milioni di particelle per metro cubo

Nella Via Lattea il valore medio è di un milione di particelle al m³ (1 particella al cm³).

Il mezzo interstellare, può addensarsi in giganteschi accumuli di gas e polveri denominati Nubi Interstellari.

Il Sole attualmente si trova all'interno della Nube Interstellare Locale caratterizzata da una densità di 0,3 atomi al cm³ ed una temperatura di circa 7.000 °K che a sua volta è all'interno della Bolla Locale che ha una densità molto più bassa (0,001 atomi al cm³) ma una temperatura di qualche milione di gradi Kelvin.

Il mezzo interstellare, essendo il risultato della nucleosintesi del Big Bang e di quelle successive, è costituito all'incirca all'89% da idrogeno e per il 9% da elio, con un 2% di elementi più pesanti.

Le stelle interagiscono con il mezzo interstellare durante la loro vita, plasmandone le strutture con i loro venti e modificandone la composizione al termine della loro vita, attraverso l'emissione di nebulose planetarie o esplosioni più o meno violente (*novae* o *supernovae*).

Ma l'interazione più straordinaria è quella che porta alla nascita di una stella, attraverso la contrazione di nubi molecolari (nubi interstellari la cui densità e temperatura permettono la formazione 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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

idrogeno molecolare H_2 a partire dai singoli atomi di idrogeno).

Le nubi molecolari sono le incubatrici stellari: vere e proprie *nursery*.



La Nebulosa Testa di Cavallo, del complesso di nubi molecolari di Orione: una grande colonna di idrogeno molecolare e polveri oscure

Il mezzo interstellare inizialmente rarefatto, è normalmente composto per il 70% da idrogeno neutro monoatomico (H), mentre la restante percentuale è in prevalenza elio con tracce di elementi più pesanti.

Col tempo avviene una dispersione di energia che si traduce in un'emissione di radiazione nell'infrarosso. Questo meccanismo talvolta avviene in modo assai efficiente e produce un raffreddamento del mezzo interstellare che a sua volta fa sì che la materia si addensi in nubi distinte costituite principalmente da idrogeno neutro monoatomico.

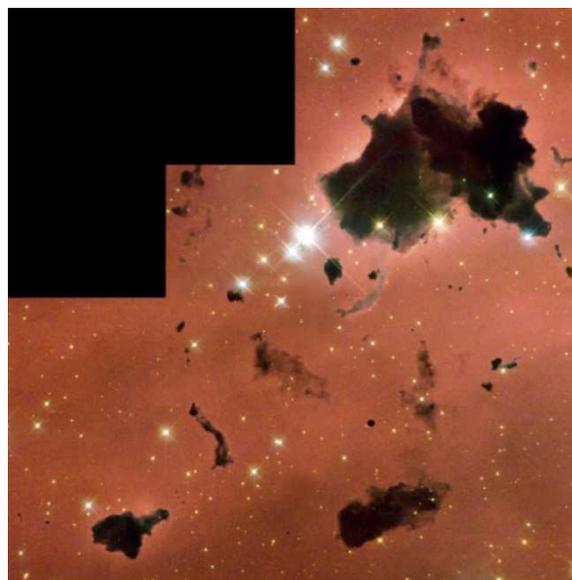
Man mano che il raffreddamento prosegue, le nubi diventano sempre più dense e quando la densità raggiunge il valore soglia di 1.000 particelle al cm^3 si creano le condizioni che permettono all'idrogeno neutro monoatomico di combinarsi in molecole biatomiche (H_2) di idrogeno: l'idrogeno molecolare.

Quando una nube interstellare si trasforma in una nube molecolare essa diventa il luogo ideale per la formazione di stelle.

Se nella nube molecolare si innestano fenomeni di instabilità gravitazionale causati, ad esempio, dall'onda d'urto di una supernova o dagli effetti di marea gravitazionale derivanti dall'interazione di due galassie, ecco che può avere inizio la contrazione localizzata di densi agglomerati di gas e polveri, detti *Globuli di Bok* che possono contenere materia pari a decine di masse solari.

L'incremento dinamico della densità di materiale fa sì che l'energia potenziale gravitazionale sia convertita in energia termica che provoca un aumento della temperatura di quella che può essere definita una protostella.

I processi di formazione stellare all'interno di una nube molecolare provocano inoltre la formazione di complesse molecole organiche, come amminoacidi e idrocarburi, attraverso reazioni chimiche tra gli elementi presenti nella nube stessa. Molecole che potranno giocare un importante ruolo nell'eventuale sviluppo della vita nei futuri sistemi planetari.



Globuli di Bok entro cui avviene il processo di formazione stellare

In una nube molecolare si possono sviluppare più di una protostella.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Nel suo complesso la massa di una nube molecolare rimane in uno stato di equilibrio dinamico tra energia cinetica e potenziale gravitazionale, ma può succedere che l'equilibrio venga rotto dalla gravità che, in diverse zone innesca il collasso gravitazionale della materia.

Per capire il funzionamento del collasso gravitazionale si deve tener presente il *Teorema del Viriale* che descrive la relazione che lega il valore medio dell'energia cinetica (K) e dell'energia potenziale gravitazionale (U) nei sistemi che si muovono in una porzione limitata dello spazio. Il teorema afferma che:

$$2K + U = 0$$

Dove K è l'energia cinetica e U il potenziale gravitazionale.

In una nube molecolare l'energia cinetica interna è immagazzinata nei moti termici delle molecole.

Quindi se è presente una alta energia cinetica la pressione del gas è alta.

A questo punto, considerando la gravità sono possibili le seguenti 3 situazioni:

$2K = U$ La nube è stabile

$2K > U$ Domina la pressione e la nube si espande

$2K < U$ Domina la gravità e la nube si contrae

Partendo da quest'ultima condizione, quella che determina il collasso, è possibile determinare la massa limite oltre la quale inizia il collasso, detta *massa di Jeans*. (M_J)

$$M_J = \left(\frac{3}{4\pi\rho_0} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{5kT}{G\mu m_H} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dove:

ρ_0	Densità iniziale
k	costante di Boltzman
T	temperatura
G	Costante gravitazionale
μ	peso molecolare
m_H	Massa atomo di idrogeno

Come si può osservare M_J è direttamente proporzionale alla temperatura ed inversamente proporzionale alla densità.

In altre parole quanto più è bassa la temperatura e quanto è più alta la densità, tanto minore è la massa necessaria perché possa avvenire il collasso che avrà luogo quando la massa della nube sarà maggiore della massa critica di Jeans:

$$M_C > M_J$$

Utilizzando la formula per la massa di Jeans si ottiene la spiegazione sul fatto che le nubi di idrogeno neutro monoatomico (H I) sono stabili e non formano stelle.

Le loro caratteristiche fisiche, come densità, peso molecolare, temperatura media, ecc. sono tali per cui la massa di Jeans è molto elevata in relazione alle masse in gioco negli addensamenti che vi si trovano.

Al contrario, i nuclei densi delle nubi molecolari giganti hanno massa critica e pertanto un "disturbo" anche piccolo può causarne il collasso. E' stato determinato che, in esse, con una temperatura di 10 °K ed una densità di 100.000 particelle al cm^3 la massa di Jeans è costituita "solamente" da una massa solare.

Il processo di condensazione di grandi masse a partire da locali addensamenti di materia all'interno della nube, dunque, può procedere solo se questi ultimi possiedono già una massa sufficientemente grande.

Quando le regioni più dense avviano la fase di collasso gravitazionale esse acquisiscono materia e localmente si determinano aree con masse meno elevate, inferiori alle masse di Jean. Questo meccanismo determina la suddivisione della nube in porzioni più piccole. Questo processo di frammentazione è inoltre agevolato dal moto turbolento delle particelle e dei campi magnetici che si vengono a creare.

I frammenti risultanti sono detti nuclei densi ed hanno mediamente dimensioni ragguardevoli tra 6.000 e 60.000 Unità Astronomiche (UA). La quantità di materia contenuta in questi nuclei densi è molto



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

variabile ma le masse più piccole sono quelle più comuni.

La distribuzione di masse in questi agglomerati ricalca quella che sarà la distribuzione delle masse delle stelle future.

E' stato osservato che la massa complessiva della nube originaria è pari a circa il triplo della somma delle masse delle nuove stelle che si stanno generando il che significa che due terzi della nube si disperderà nello spazio al termine del processo di creazione stellare innescato nella nube.

Alla fine i nuclei densi in cui l'energia gravitazionale supera quella termica e magnetica sono pronti all'inesorabile collasso che porterà all'accensione dei nuovi astri.

Accensione!

Quando avviene il collasso gravitazionale di un nucleo denso si crea il cosiddetto *Primo Nucleo Idrostatico* che si accresce acquisendo materia dalla nube circostante aumentando progressivamente la propria temperatura.

Questa fase di accrescimento prosegue fino a che la temperatura dei gas è sufficiente a mantenere la pressione necessaria ad evitare un ulteriore collasso, raggiungendo così l'equilibrio idrostatico.

Equilibrio idrostatico: durante la maggior parte della sua vita, una stella si trova in condizioni di equilibrio idrostatico, che significa che la forza di gravità agente sulla materia che la compone è esattamente bilanciata dalla pressione.

A questo punto l'oggetto cessa momentaneamente di espandersi in quanto prevale la contrazione gravitazionale.

Viene quindi raggiunta una situazione in cui un nucleo più esteso ha raggiunto una temperatura maggiore rispetto a quella del precedente equilibrio (> a 1800 °K).

Per il Sole il raggio a questo stadio era probabilmente 5-10 volte quello attuale.

Questa nube in condizione di quasi-equilibrio idrostatico prende il nome di *Protostella*: un vero e proprio embrione stellare!

La protostella deriva la sua luminosità dalla contrazione gravitazionale ma non ancora dalle reazioni termonucleari, che avverranno quando le temperature saranno sufficientemente alte.

La protostella aumenta poi ulteriormente la propria massa in una fase di accrescimento che può durare decine di migliaia di anni.

In questa fase il materiale che viene catturato dalla protostella forma un disco di accrescimento allineato con il proprio equatore.

La protostella diventa una stella quando la sua sorgente di energia è la fusione dell'idrogeno. A questo punto la nostra stella si è accesa ed è entrata nello stadio evolutivo denominato "*Sequenza Principale*".

La velocità di evoluzione del nucleo originario alla fase di sequenza principale dipende dalle masse in gioco.

Le stelle di massa simile al Sole impiegano tipicamente 10 milioni di anni per evolversi da una nube in fase di contrazione ad una stella di sequenza principale, mentre quelle di massa maggiore sono molto più veloci: una stella di 15 masse solari raggiunge la sequenza principale in "soli" 100.000 anni.



Rappresentazione del disco di accrescimento di una protostella



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

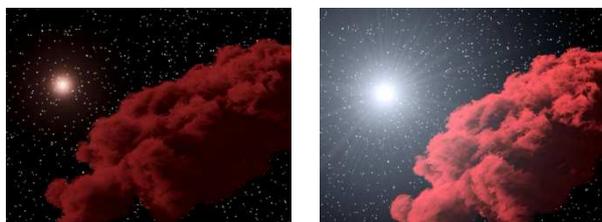
Ma quali sono i meccanismi che innescano la formazione stellare?

Affinché una nube molecolare, o una porzione di essa, inizi il processo di formazione stellare occorre che si determini una situazione che perturbi il suo equilibrio.

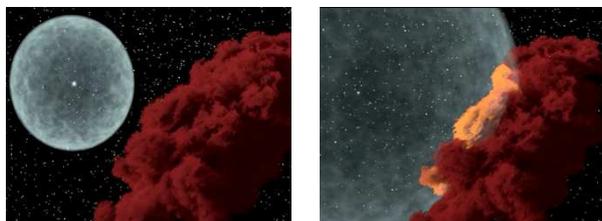
Il collasso determinato dalla sola azione gravitazionale è possibile ma lento.

Le nubi collassano più frequentemente a seguito di eventi esogeni alle stesse.

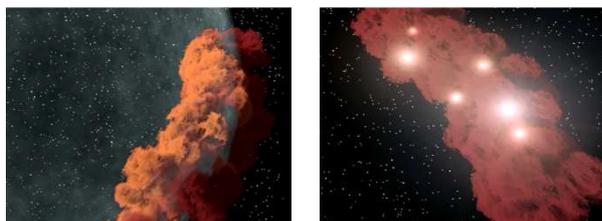
Il classico esempio è l'esplosione di una supernova nei pressi di una nube molecolare. Ecco rappresentato:



1) La stella a sinistra esplose come supernova



2) L'onda d'urto raggiunge la nube molecolare



3) L'onda d'urto supera la nube dopo aver innescato il processo di formazione stellare.

Un altro meccanismo è la cosiddetta formazione stellare sequenziale, in cui generazioni precedenti di stelle massicce, che si sono già formate in una nube molecolare, "scavano" letteralmente delle bolle di gas molecolare in espansione a seguito dei forti venti stellari emessi. Anche

in questo caso l'onda d'urto che si propaga nella nube innesca processi di formazione stellare.



NGC 3603: un esempio di formazione stellare sequenziale

In sintesi, le stelle si formano tutte in modo abbastanza analogo e si differenziano essenzialmente per una caratteristica legata indissolubilmente alla gravità: la loro massa.

La massa caratterizza poi fortemente quella che sarà l'evoluzione della stella. Infatti dopo un intervallo di tempo, che dipende proprio dalla massa, la stella neonata entra nella cosiddetta "**sequenza principale**", la fase in cui avviene la fusione dell'idrogeno.

Le stelle meno massicce, con masse fino a $8 M_{\odot}$ (**masse solari**), prima della sequenza principale, possiedono una fase ulteriore denominata pre-sequenza principale e sono denominati oggetti, o stelle, **PMS** (**Pre-Main Sequence**).

La durata di tale fase, ancora una volta, dipende dalla massa.

Oggetti con massa inferiore a $0,08 M_{\odot}$ non entrano mai in sequenza principale mentre



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

quelli con massa superiore $8 M_{\odot}$, non attraversano la fase di pre-sequenza principale in quanto l'embrione stellare raggiunge rapidamente le condizioni necessarie per l'innesco della fusione dell'idrogeno iniziando così la propria fase di sequenza principale.

La durata della sequenza principale e la successiva evoluzione dipendono ancora dalla massa ma anche, seppure in minima parte, dalla metallicità e dal campo magnetico della stella. Massa e durata sono inversamente proporzionali tra loro.

Le stelle di massa tra $0,08$ e $0,8 M_{\odot}$ hanno una durata molto lunga, che va da un tempo indefinito a bilioni di anni.

Quelle comprese tra $0,8$ e $2 M_{\odot}$ tra alcune centinaia e alcune decine di miliardi di anni

Tra 2 e $8 M_{\odot}$ da alcune decine ed un miliardo di anni.

Tra 9 e $20 M_{\odot}$ alcune centinaia di milioni di anni

Le stelle con massa superiore a $20 M_{\odot}$ hanno una brevissima vita, dalla durata di "sole" alcune decine di milioni di anni

Lunga vita ai più piccoli...

Al termine della sequenza principale la stella attraversa poi diverse fasi di instabilità derivanti dal fatto che il combustibile nucleare utilizzato, l'idrogeno, termina e la fisica impone le sue leggi riconfigurando la stella e i suoi equilibri.

La massa, ancora una volta, determina le modalità della successiva evoluzione della stella

Le stelle di massa più piccola (tra $0,08$ e $0,8 M_{\odot}$), le cosiddette nane rosse, si riscaldano mano a mano che l'idrogeno viene consumato al loro interno. La temperatura accelera gradualmente la velocità delle reazioni nucleari e questo fa sì che diventino, per breve tempo, delle stelle azzurre.

Quando tutto l'idrogeno negli strati interni è stato convertito in elio esse si contraggono

gradualmente, diminuendo di luminosità ed evolvendo in nane bianche costituite prevalentemente da elio.

Come abbiamo visto, però, la durata della sequenza principale per una stella di questo tipo è molto lunga: stimata tra gli 80 miliardi ed 1 bilione di anni. Visto che l'età dell'universo è di circa 13,7 miliardi di anni, nessuna nana rossa ha avuto il tempo di giungere al termine della sequenza principale. Vedremo quindi solo nane rosse per lungo tempo ancora prima che inizino a diventare azzurre.

Nelle stelle di massa compresa tra $0,8$ ed $8 M_{\odot}$, al termine della sequenza principale si avvia una fase di notevole instabilità. Quando nella parte più interna termina l'idrogeno, la gravità prevale sulla pressione e il nucleo inizia a collassare incrementando la propria temperatura. Gli strati più esterni, a seguito dell'incremento dell'energia ricevuta nella contrazione del nucleo, si espandono raffreddandosi e divengono sempre più rossi. Quando la temperatura generata dal collasso del nucleo raggiunge il valore necessario si innesca di nuovo la fusione nucleare e la stella diviene una gigante rossa con un nucleo inerte di elio e un guscio più esterno in cui prosegue la fusione dell'idrogeno. Tale fase, caratterizzata da una temperatura più bassa che determina il colore rosso della stella, dura circa un miliardo di anni.

Se la massa lo consente, ovvero se è maggiore di $1 M_{\odot}$, il processo di contrazione del nucleo è in grado di innalzare la propria temperatura oltre i 100 milioni di K e questo fa sì che si inneschi la fusione dell'elio in carbonio nel nucleo stesso mentre nel guscio più esterno continua quella dell'idrogeno. La stella raggiunge così un nuovo equilibrio contraendosi leggermente.

Successivamente, quando l'elio del nucleo si esaurisce, anche nello strato successivo inizia a prodursi carbonio dall'elio prodotto dalla fusione dell'idrogeno.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Se la stella ha una massa sufficiente (fino a $8-9 M_{\odot}$) è possibile l'ulteriore innesco della fusione di una parte del carbonio in ossigeno, neon e magnesio.

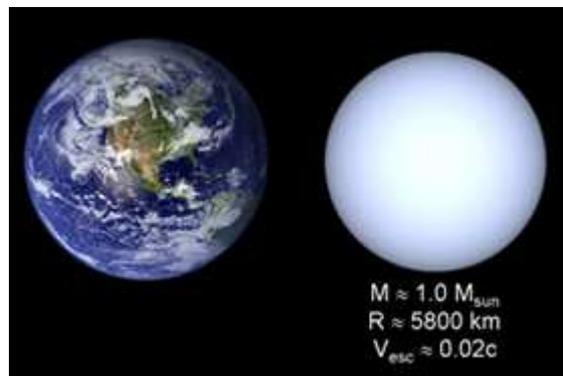
Nelle stelle con massa superiore a $8 M_{\odot}$ la fase di conversione di elio in carbonio è caratterizzata da una importante espansione che determina la loro classificazione in supergiganti rosse.

In tali stelle le diverse fasi di collasso del nucleo portano a temperature tali da permettere la sintesi di elementi pesanti come ossigeno, neon, silicio e zolfo. In questi astri si determina una struttura "a cipolla" in cui sono presenti gusci caratterizzati dalla fusione di elementi diversi. Nel guscio più esterno l'idrogeno si fonde in elio, in quello immediatamente più interno la fusione è dell'elio in carbonio e così via fino alle parti più interne dove il calore più intenso permette la sintesi degli elementi più pesanti.

L'equilibrio raggiunto è però di breve durata, perché le reazioni di nucleosintesi più pesanti sono di breve durata; ad esempio la fusione di tutto il silicio, presente in un nucleo, in nichel-56 può durare solo pochi giorni.

Il nichel-56 decade poi rapidamente in ferro-56. Il ferro possiede una energia di legame molto più alta di qualunque altro elemento e la sua fusione, non essendo esotermica richiede e consuma parecchia energia. Nelle stelle più massicce, nella loro fase finale, si forma così un grande nucleo inerte di ferro.

Quando la vita della stella è prossima alla sua fine, la pressione di radiazione del nucleo non è più in grado di contrastare la gravità. Il nucleo va così incontro ad un ennesimo collasso. Gli strati più esterni vengono espulsi in maniera più o meno violenta e ciò che rimane è un oggetto estremamente denso: una nana bianca, ovvero una stella compatta, costituita da materia in uno stato degenere.



La Terra a confronto con una Nana Bianca. Sono praticamente uguali, ma la Nana Bianca ha una massa circa pari a quella del Sole, un milione di volte maggiore di quella della Terra.

In tale stato della materia gli elettroni sono separati dai nuclei, come nel plasma, formato da nuclei atomici completamente ionizzati e da elettroni liberi, ma qui la gravità, fa sì che essi si dispongano intorno ai nuclei ionizzati avvicinandosi il più possibile gli uni agli altri.

La gravità fa sì che la materia stellare diventi una sorta di impasto compatto di elettroni degeneri con in mezzo i nuclei come l'uva passa nel panettone.

A contrastare la gravità, ed ottenere un equilibrio, è ancora una volta la pressione. In questo caso, però, non sono presenti reazioni nucleari di fusione. Da cosa è determinata allora la pressione? Pur essendo presente il calore derivante dalle passate reazioni questo non sarebbe sufficiente. Entra in gioco allora un altro attore, direttamente dalla Meccanica Quantistica: il "Principio di Esclusione di Pauli" che ci dice che in un atomo non vi possono essere due elettroni con lo stesso stato quantico.

Grazie a tale principio la materia degenere esercita una pressione, detta "pressione degenere", che non dipende dalla temperatura ma dal fatto che gli elettroni per poter rimanere in determinate posizioni quantistiche devono variare l'unico parametro a loro disposizione: la velocità.

In altri termini tanto maggiore è il numero di elettroni che si addensano nella stessa



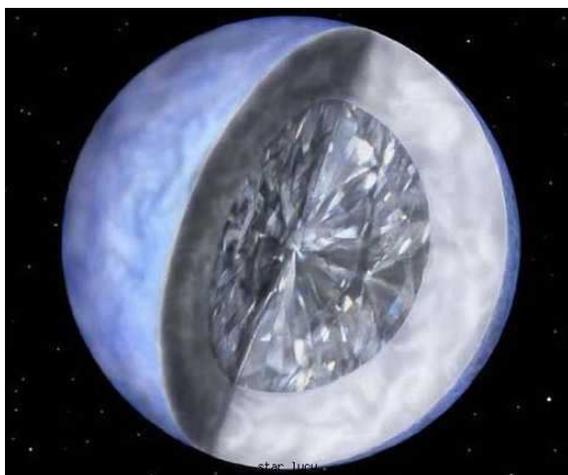
Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

posizione quantistica tanto più alti sono i valori di velocità che devono possedere gli ultimi arrivati rispetto a quelli che si sono addensati in precedenza.

La pressione del "gas" di elettroni cresce al crescere della loro velocità determinata dalla loro esclusione dalle zone già occupate.

Tale pressione non dipende quindi dalla temperatura e le nane bianche restano a lungo in equilibrio per lungo tempo senza bisogno di reazioni nucleari.



BPM 37093 (Lucy): una nana bianca distante 50 anni luce. La sua peculiarità deriva dal fatto che il nucleo risulta composto da carbonio sottoposto a pressioni gigantesche, ovvero un enorme diamante... da qui il nome ispirato dalla canzone dei Beatles: "Lucy in the Sky with Diamonds".

A questo punto entra in campo un altro fattore: la massa ... sempre lei.

Se la massa della nana bianca supera le $1,4 M_{\odot}$ (la cosiddetta *massa di Chandrasekhar*) la pressione degenera, derivante dal principio di Pauli, non è più capace di contrastare il collasso gravitazionale. La velocità degli elettroni diventa ora paragonabile a quella della luce e gli urti tra questi elettroni ultraveloci ed i protoni dei nuclei trasformano protoni ed elettroni in neutroni.

L'impasto di elettroni della stella si trasforma quindi in un "impasto di neutroni". Anche per essi vale il principio di Pauli, che

non permette una posizione troppo vicina ai protoni e allora la nuova pressione degenera, questa volta dei neutroni scartati diviene in grado di compensare di nuovo la gravità, con la differenza che la densità è divenuta cento milioni di volte più grande di quella di una nana bianca e la stella diviene una "stella di neutroni" con un diametro di equilibrio pari a qualche chilometro.

Se poi la massa supera le $3 M_{\odot}$ la gravità vince anche la pressione degenera dei neutroni facendo trasformare la nostra stella in un buco nero dove la materia esce dagli schemi della fisica da noi conosciuta.



Una stella di neutroni a confronto con Manhattan: la stella è sul quartiere del Queens.

Stelle di neutroni e buchi neri sono quello che rimane delle stelle più massicce, con masse superiori a $10 M_{\odot}$

Mentre le stelle con masse inferiori, terminano la loro esistenza in un modo più o meno tranquillo tali stelle concludono il loro cammino in modo pirotecnico generando immani esplosioni: le supernove. Le masse in gioco e la gravità fanno sì che le dinamiche che portano al collasso finale siano particolarmente violente. Le energie generate in queste colossali esplosioni consentono la sintesi di tutti quegli elementi pesanti che nei normali processi di nucleosintesi stellare non possono essere generati.

Senza le supernove, quindi, non sarebbero presenti elementi come il piombo, l'oro, l'uranio, plutonio, ecc...



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Veniamo ora al nostro caso: il Sole non possiede una massa tale da portare ad una fine violenta. Esso diverrà una gigante rossa come Arturo (visibile a nord ovest in questo periodo) che a sua volta darà origine ad una nebulosa planetaria come la Nebulosa Anello M57 (nella costellazione della Lira).

Una curiosità: le nebulose planetarie devono questo nome al fatto che, in passato si riteneva che questi oggetti fossero dei sistemi planetari in fase di formazione, in realtà si tratta del residuo derivante dal collasso di una gigante rossa che durante il collasso del nucleo in una nana bianca espelle gli strati più esterni a causa dei forti venti stellari causati dalle ultime pulsazioni del cuore della stella.

Ma per ora possiamo stare tranquilli, mancano ancora 4 o 5 miliardi di anni ...



A presto!

Quante stelle!

Terminiamo il nostro sguardo sulle stelle con una banale considerazione: se sono così tante sicuramente ci saranno altri pianeti con le giuste caratteristiche per permettere ad altre curiose creature di evolvere quella qualità tipica dell'intelligenza che è la curiosità.

Mi piace pensare che, mentre osservo il cielo, il mio sguardo incrocia quello di un altro essere che possiede il mio stesso stupore per un universo così bello e sorprendente.

Roberto Castagnetti



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Tesla Revolution

Di **Ciro Sacchetti & Leonardo Avella.**

A Verona il 12 marzo scorso si è svolto l'evento Tesla Revolution 2016.

Cosa è il Tesla Revolution 2016? Lo scoprirete durante la lettura dell'articolo!

Gli inviati per il cosmo sono due: Leonardo Avella e **Ciro Sacchetti**.

Come altri articoli scritti a quattro mani, anche questo sarà bicolore.

Leonardo scriverà in azzurro, **Ciro** in verde

21 gennaio 2016: mi arriva una email che recita più o meno così:



Acquista il biglietto per Tesla Revolution 2016

I primi 25 biglietti sono scontati del 50%. Assicura subito la tua partecipazione, i posti sono limitati.

Mhhh, la cosa sembra interessante, ma le domande sono molte:

In cosa consiste l'evento? Chi lo organizza?

L'agenda pubblicata è molto scarna, praticamente inesistente. Chi sono questi di teslaitalia.it?

Nel sito precisano che *"Teslaitalia.it è un sito non ufficiale riguardante Tesla Motors e tanto meno non è ad essa affiliato. Tutti i marchi e i loghi presenti su Teslaitalia.it appartengono ai rispettivi proprietari."*



Ci sarà da fidarsi? Il prezzo di acquisto non è eccessivo, inoltre una foto sul sito teslaitalia.it del fondatore del fan club insieme ad Elon Musk mi convincono che non è una sola, anzi potrebbe essere un evento molto interessante.

Detto fatto: acquisto subito il biglietto a prezzo superscontato (35 euro invece di 70) ed il sabato successivo ne parlo alla riunione di redazione.

Riesco a convincere (piuttosto facilmente a dire il vero) il vicepresidente de "il Cosmo" nonché amico **Ciro Sacchetti**.

Il 27 gennaio anche **Ciro** diventa un felice possessore del biglietto di ingresso!

Sabato 12 marzo, ore 7:10 circa, la giornata si preannuncia essere molto bella, il sole splende in un cielo terso che promette temperature primaverili. Presso la Polisportiva di Modena in una Panda pluridecennale, **Ciro** attende **Leonardo**. Un po' insolito come orario per ritrovarsi non trovate? Ma li attende una lunga giornata a Verona dove avrà luogo un evento colmo di speranze; il "Tesla Revolution".

Un mese e mezzo prima, giorno più giorno meno, ad una delle consuete riunioni di redazione, **Leo** aveva esordito "...a proposito, il 12 marzo a Verona c'è il Tesla Revolution, chi vuole venire? Io il biglietto l'ho acquistato nei giorni scorsi..." Lì per lì non ho risposto subito, ma l'idea di vedere da vicino quelle meraviglie di auto mi ha spinto ad accettare con entusiasmo.

Ed ecco i due inviati speciali qui a raccontarvi, a quattro mani, quella bellissima giornata passata ad approfondire la conoscenza delle meraviglie tecnologiche della Tesla Model S e dei piani futuri di Elon Musk per la diffusione delle sue auto elettriche.

Siamo a Verona poco prima delle 9.00, l'evento ha luogo presso il Crowne Plaza Hotel, al nostro arrivo troviamo una decina di Model S

che fanno sfoggio di sé parcheggiate a spina di pesce. Mentre le ammiriamo sopraggiunge il tassista modenese che ha deciso di acquistarne una, diventando il primo con un Taxi a propulsione completamente elettrica in Italia.

A prima vista sembra una qualsiasi autovettura di gamma alta. Guardando attentamente però sontuosità, eleganza e tecnologia di altissimo livello risaltano subito all'occhio. L'abitacolo è molto elegante e gli spazi sono studiati permettendo un confort eccezionale su ogni seduta. Il cruscotto si arricchisce di un grande



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 ; 30° - Anno 8 - N° 3 - 1/09/2016

touch-screen posto alla destra del volante dai più soprannominato "iPaddone". Esso permette l'accesso alle App che controllano il mezzo (ne parleremo meglio in seguito). Il vano bagagli è molto spazioso, non sorprende la mancanza della ruota di scorta a favore del kit di riparazione in quanto lo spazio per quest'ultima è occupato dalle batterie. Rimane comunque molto spazio per tante valigie o un passeggino e tanta spesa; abbattendo uno dei sedili, è possibile caricare una bicicletta privata della ruota anteriore. Altro aspetto sorprendente è il bagagliaio anteriore. Sì, perché lì dove in tutte le altre vetture è alloggiato il motore, nella Tesla vi si possono riporre degli oggetti in quanto il motore (anzi i motori elettrici) sono posti al fianco delle ruote lasciando lo spazio per un ottimo ed utile portabagagli aggiuntivo anteriore.

Eh già, il bagagliaio... Quando ho visto questa foto ho capito che è l'automobile perfetta!!! E' in grado di contenere perfino un go kart!!



Altra peculiarità è la possibilità di controllare la chiusura degli sportelli tramite smartphone, infatti con la apposita app è possibile controllare la chiusura centralizzata e la apertura dei due vani portabagagli.

Salutiamo il tassista modenese e dopo la doverosa registrazione ci siamo recati nel salone dove avremmo poi pranzato. Lì ci attendeva una sontuosa colazione. Mentre sorseggiamo un succo di frutta, vediamo entrare una faccia più che conosciuta: un buon amico de "Il Cosmo", Paolo Attivissimo. Appena ci vede ci viene incontro salutandoci calorosamente. Iniziamo subito a chiacchierare e ci rivela che alcuni iscritti all'evento, non appena hanno visto il suo nome tra i relatori, hanno rinunciato a partecipare. Attivissimo liquida la faccenda con il suo solito buon umore definendoli tra gli ultimi ostinati complottisti/negazionisti delle missioni Apollo per cui tanto di cappello alla loro perseveranza.....

Dopo aver tessuto le lodi della Tesla e delle sue incredibili caratteristiche, giunge l'ora di recarci nel salone delle conferenze. Ha inizio il Tesla Revolution.

In programma ci sono molti interventi e la giornata si preannuncia molto lunga ma estremamente interessante.



A dare via alle danze è **Federico Lagni**, fondatore del Tesla club Italy.

Come premessa avverte tutti che per quanto sia il promotore del club sopra menzionato, non possiede una Tesla ma ne ammira le caratteristiche ed è molto fiducioso sui risultati che otterrà in

futuro Tesla in Italia e nel mondo.

Alla domanda su chi possedesse una Tesla tra quelli in sala, una decina circa di persone hanno alzato la mano. Alla domanda successiva su quanti vorrebbero una Tesla, tutta la sala era della stessa idea alzando il braccio contemporaneamente.

Federico Lagni ha immediatamente manifestato tutta la sua soddisfazione oltre che per la folta partecipazione (questo è il secondo appuntamento), anche per il desiderio di tutti gli intervenuti di possedere una creatura a quattro ruote di Musk.



Subito dopo viene introdotto il moderatore della giornata, **l'Ing. Enrico de Vita**, giornalista ed editorialista di automoto.it.



L'Ing. De Vita racconta brevemente la sua vita lavorativa con qualche piccolo richiamo a quella personale, poi introduce il primo relatore: **Agostino Re Rebaudengo Presidente assoRinnovabili**. Dopo una breve presentazione, Re Rebaudengo ci illustra la situazione odierna in termini

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 34 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

di inquinamento causato dall'utilizzo di carburanti fossili e le ripercussioni sulla salute umana. Se la mobilità fosse in parte sostenibile, e la Tesla ne è di diritto la portabandiera, i tassi di inquinamento si abbasserebbero in modo sostanziale.



È il turno del Dott. antiBufale.....**Paolo Attivissimo.**

Giornalista informatico, nonché ricercatore per il CICAP (organizzazione della quale abbiamo più volte parlato in passato), Attivissimo nella sua relazione si è impegnato a ricercare

indizi che potessero rivelare nella personalità di Elon Musk tratti controversi o che dessero adito ad un profilo da megalomane.

Incomincia descrivendo la gioventù di Musk, gli studi e la laurea in economia, subito dopo insieme al fratello fondano la Zip2 comprata successivamente dalla Compaq per 307 milioni di dollari in denaro e 34 milioni in stock option. Con i soldi della vendita a Compaq, nel marzo 1999 Musk fonda X.com, una compagnia di servizi finanziari online e di pagamenti via e-mail. Un anno dopo, la compagnia si fonde con Confinity, dando origine a PayPal nella sua forma odierna. La vende ad Ebay nel 2002 realizzando per 1,5 miliardi di dollari. La sua quota direi fosse sufficiente per vivere tranquillamente di rendita, ma Elon Musk ha altro in mente: non pago dei risultati ottenuti fonda due Startup in campi veramente improbabili: l'astronautica e l'industria dell'auto.

La Space Exploration Technologies Corporation (Space X) vince un appalto per l'approvvigionamento della I.S.S. e sta realizzando una capsula per il volo umano.

Tesla Motors si occupa di produrre veicoli 100% elettrici ed in pochi anni si propone sul mercato Americano con tre modelli. Attivissimo insomma, per quanto provi, non riesce a trovare nessun indizio o prova evidente di tratti devianti in Elon Musk. Anche le diatribe avute con Jeff Bezos vengono liquidate come un vivace scambio di opinioni.

Che aggiungere? Se siete curiosi, a questo link è visualizzabile la presentazione completa del grande Paolo:

<https://www.youtube.com/watch?v=bhzO7vYM8WA>



Dopo aver salutato Attivissimo con un applauso, è la volta della **Dufengo Energie** per voce del suo responsabile pianificazione Strategica **Sergio Torre.**

La Dufengo attraverso il brand DUE Energie si occupa della Green Mobility, nello specifico della ricarica di tutti i veicoli a propulsione elettrica.

Presente in 64 città Italiane con più di 500 colonnine di ricarica, la DUE Energie si prefigge di ampliare esponenzialmente la propria rete di ricarica nei prossimi anni offrendo possibilità di effettuare la ricarica sia da casa che in qualsiasi azienda. Ovviamente hanno una attenzione particolare per Tesla per la quale adotteranno colonnine dotate di quattro prese, di cui due dedicate alle auto di Musk. Le colonnine veloci permetteranno una ricarica in tempi molto vicini a quelle Tesla, le "Super-Charger".

Le restanti prese sono pensate per tutti i veicoli elettrici e potranno così essere messi in carica ben quattro veicoli contemporaneamente.

Dopo una pausa caffè **Gigi**

Tagliapietra

"Mastro

Tecnologo" ci illustra quanto a nostra insaputa siamo

costantemente connessi, e quanto questa cosa ci sia sì molto utile, ma



con risvolti che non conosciamo a fondo.

Bisogna innanzitutto precisare che nel 2016 si prevede una connettività di due miliardi di smartphone, cioè quasi un terzo della popolazione mondiale, e che le automobili di ultima generazione lo sono anch'esse. Tesla ovviamente fa da capofila .

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 35 di 43

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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Sì, perché la Model S è costantemente connessa, grazie a ciò può aggiornarsi continuamente con nuove App che la rendono unica. Oltre a questo c'è da ricordare che la continua connessione di: telefoni, tablet, PC, ecc. porta a rendere accessibile molta della nostra vita privata, aspetto piuttosto preoccupante non trovate?!

Se si pensa poi a quanto siano vulnerabili gli accessi secretati da password c'è da stare poco allegri, i consigli che Tagliapietra caldeggia sono: un controllo costante dell'uso di internet da parte dei ragazzi, evitare la divulgazione dei propri dati personali e foto dei nostri cari, e non ultima considerare le password al pari delle "mutande", cioè vogliono cambiate spesso. Ahahahahahahaha!!

Verso le 12 fa il suo ingresso **Luca del Bo**, ingegnere biomedico, giornalista, ricercatore, imprenditore, ma soprattutto possessore di una Tesla Model S 85D.

Del Bo apre affermando con fierezza di possedere una Tesla, cosa che fa scattare un caloroso applauso. Prosegue poi affermando che possedere tale vettura non è cosa di tutti i giorni.

Innanzitutto acquistare una Tesla Model S 85D richiede un budget sufficiente a comperare un mini appartamento, rincara dicendo che la poca manutenzione, o le eventuali riparazioni sono costosissime, (nel gruppo Fiat un tagliando olio su una "Bravo" costa di base €380 circa, e può arrivare fino a €470 circa, sempre che non trovino qualche vite o gommino da sostituire, in quel caso tra manodopera e costo dei materiali il prezzo può salire vertiginosamente!!!).



Per fortuna quasi tutti i difetti delle Tesla sorgono in regime di garanzia quindi gli interventi di manutenzione sono gratuiti.

Tra gli inconvenienti che gli sono capitati cita: un problema al climatizzatore risolto in alcuni interventi, uno spiffero d'aria risolto con un kit specifico spedito dagli Stati Uniti, un inconveniente sull'assale anteriore che

provocava un fastidioso rumore durante l'utilizzo della vettura anche questo risolto. Tutti questi difetti vengono analizzati dai progettisti della Tesla per evitarne il ripetersi nei modelli in produzione, cosa che dovrebbero fare in tutte le case automobilistiche, ma a parte il gruppo Volkswagen e i produttori di altissima gamma, Ferrari, Lamborghini, Porche eccetera, gli altri difficilmente interrompono una catena di produzione per variare una modalità di costruzione o sostituire un apparato difettoso. Preferiscono una riparazione a vettura già venduta o un richiamo di tutte le auto per vizi di costruzione.

In Tesla questo non avviene, se un problema viene riscontrato su una vettura si apportano variazioni in sede di produzione per evitarne il ripetersi.

Ma quanto si marcia con una Tesla Model S? La casa produttrice afferma che con una carica completa si possono percorrere 500 chilometri circa, Luca del Bo afferma che invece che in un regime misto si percorrono circa 350/370 Km.

In un viaggio lungo a regime costante si può arrivare anche a oltre 400 Km. Senza dubbio una autonomia ragguardevole ma discostante dalle stime ottimistiche della casa costruttrice.

Luca sfata anche alcuni miti, tipo "è vero che quando si accende il climatizzatore i fanali calano di intensità?" Assolutamente no, il clima è molto efficiente e piuttosto parco nei consumi così da non influenzare la potenza del motore elettrico. "E' vero che se la carica termina si rimane a piedi?" No, a parte tutta una serie di segnali preventivi con suggerimenti su dove effettuare una ricarica, esiste una riserva che ti permette di raggiungere una colonnina per il rifornimento elettrico. Del Bo spiega che pianificare un viaggio in montagna è perfettamente possibile, a patto che si tenga presente di verificare la presenza di colonnine per la ricarica una volta raggiunta la meta. Nessun problema di potenza in caso di tratte con pendenze importanti, stessa modalità si dovrà adottare in caso di lunghi viaggi, prevedendo alcune soste per la ricarica. Spiegazioni che ci fanno conoscere sempre più questa straordinaria vettura.

Ultimo intervento prima della pausa pranzo è destinato a Ecolibera per voce di **Dario Montini** Amministratore di Ecolibera S.r.l., **Pierpaolo Zampini** anch'egli Amministratore di Ecolibera e Tesla Owner, e **Marco Toppi** Consulente di Ecolibera e di Tesla Owner



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



Vivere in modo ecosostenibile e scollegati da tutte le reti dei servizi urbani è possibile???

Secondo loro si!!!

Possedere una Tesla è senza dubbio un passo importante verso la dismissione dei combustibili fossili ma non basta, si deve cominciare ad abbandonare l'utilizzo di questi anche in ambito domestico e Ecolibera ha il suo progetto per una abitazione completamente autonoma.

Dopo l'introduzione di Montini e Zampini, la parola passa a l'Ing. Toppi il quale tra una battuta e e un'altra racconta di come ha conosciuto Ecolibera e di come i suoi obiettivi lo abbiano conquistato al tal punto da essere lui e la sua famiglia tra i primi ad abitare in una abitazione dove l'unica connessione urbana è internet; a tutto il resto pensano le soluzioni di autoproduzione di elettricità e l'acqua è ricavata da falde acquifere o piovana con scarichi progettati per non dover essere collegati a nessuna rete fognaria.

Il video completo dell'intervento è consultabile al seguente link:

<https://www.youtube.com/watch?v=llwPxbP1bjo>

Le domande non si sono fatte attendere, chi ha chiesto come si può fare un bagno in pieno inverno scaldandosi solo con energie rinnovabili. Toppi ha ribattuto che a gennaio riusciva a fare il bagno alle sue due figlie con una temperatura costante di 20°.

A chi gli ha chiesto i tempi e costi per l'edificazione di tale abitazione è stato risposto che al momento siamo al di sotto rispetto ai costi di una abitazione tradizionale della stessa metratura e i tempi sono nettamente più bassi.

A chi ha domandato se al sud è possibile costruire con questi criteri la risposta è stata che è addirittura più facile.

Leonardo ad un certo punto ha domandato "ma se non si è allacciati alla rete elettrica si deve pagare il canone RAI?" tutta la sala ha riso ed

applaudito alla domanda (vedere il video al momento 12:53 secondi).

Toppi ha esclamato in maniera colorita che dovrebbe essere possibile non pagarlo, salvo poi essere corretto dal mediatore che gli ha ricordato che comunque un modo lo trovano per fartelo pagare.....

Dopo la pausa pranzo che è stato molto apprezzata, prende la parola **Giovanni Pede**, Capo Laboratorio STMA (Sistemi e Tecnologia per la Mobilità e l'Accumulo) di ENEA.



Con una introduzione che dava lo spessore di quanto il Dott. Pede fosse esperto del settore, egli ci ha mostrato gli ultimi ritrovati in campo di mobilità pubblica sostenibile con Autobus completamente elettrici ricaricati mediante speciali pensiline che emettendo onde elettromagnetiche e che ricaricano le batterie quando l'autobus vi sosta sotto.

Il Dott. Pede ha inoltre illustrato attraverso alcuni grafici il decadimento di prestazione nel tempo dei vari tipi di batterie tra cui anche quelle in utilizzo sulle Tesla. Per queste ultime però non possiamo avere un riscontro, in quanto le Model S sono su strada da pochi anni. Bisognerà aspettare ancora qualche anno per avere i responsi reali.



Subito dopo sale sul palco **Mauro Vergari**, Dirigente settore TLC, Trasporti e Nuove Tecnologie di Adiconsum. Vergari ci spiega molto

bene quanto sia importante iniziare a pensare alla mobilità scollegata dai carburanti fossili, operazione per nulla facile se i governi continueranno a guardare all'elettrico con il



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

solito approccio di convenienza; approccio che li porta a non appoggiare mai tale tecnologia perché poco redditizia in termini di accise. Ma la svolta è necessaria, ed è necessario che i governi intraprendano questa strada coinvolgendo i cittadini consumatori anche attraverso le associazioni che li rappresentano. Questo può far cambiare rotta alle case costruttrici di autoveicoli che, se anche ne hanno prodotto qualche modello solo perché le normative Europee lo impongono, ne sconsigliano vivamente il suo acquisto (vedi Marchionne con la 500 elettrica).



Tiziano di Valerio,
Tesla Owner,
Ingegnere
meccanico
specializzato in
tecnologie
energetiche,
formatore, Owner
di Teslaforum.it, ci

ha parlato della Model S dal punto di vista dell'utilizzatore

“Un computer con le ruote”, ecco come di Valerio apre il suo intervento dopo aver fatto un selfie a tutta la platea per poi spedirlo alla moglie “così non pensa male...”. La Tesla Model S è proprio questo, un vero computer su quattro ruote.

Perennemente connessa, la Tesla aggiorna tutto il suo software di notte, così capita che la mattina, quando vai per tirarla fuori dal garage, ti ritrovi sul grande display (altrimenti definito IPaddone) la scritta che ti avvisa di un avvenuto aggiornamento, e questo significa che la tua auto si comporta in maniera diversa. Un po' come quando alla mattina trovi il tuo smartphone con la stessa scritta e dopo non riesci più a trovare un numero o a spedire un messaggio, di Valerio continua così la descrizione dell'auto, non risparmiando ironia con battute che strappano risate ed applausi.

La gestione di tutta la vettura passa attraverso una serie di App che la rendono veramente straordinaria. Se già le prestazioni non avessero stupito (da 0 a 100 Km.h. in poco più di 4 secondi con una velocità massima di ben oltre 200 Km/h), le possibilità che il software ti offre sono tantissime.

Innanzitutto è possibile settare uno stile di guida che varia dal Soft allo Sport per i più virtuosi e qui di Valerio confessa che con i primi di aprile

deve riconsegnare la patente alla polizia Svizzera dove egli vive, per ovvie infrazioni al codice della strada. Esistono applicazioni che gestiscono il clima all'interno dell'abitacolo o il settaggio delle sospensioni, è presente persino un autopilota, applicazione che di Valerio ha scoperto dopo un aggiornamento che permette di lasciar guidare l'auto al computer di bordo, e rincara dicendoci che il viaggio dalla Svizzera lo ha effettuato tutto con l'auto pilota ammutolendo tutti. Ma non solo: oltre ad un sistema di navigazione aggiornatissimo, la “Teslina” come la chiama lui, ha la capacità di memorizzare le caratteristiche del fondo stradale di percorsi più ripetuti, per cui se ti trovi ad andare da tua zia a mangiare tutte le domeniche, la vettura ricorderà oltre alla strada il punto dove c'è un dosso rallentatore e tutte le volte che passerà di lì alzerà le sospensioni. Puoi programmare il riscaldamento o il raffreddamento dell'abitacolo prima dell'utilizzo, puoi compilare playlist attingendo direttamente da Spotify dato che la connettività internet è offerta da Tesla, insomma una auto da sogno che ha portato Valerio ad aprire un forum dove tutti i possessori di una Tesla possono accedervi e trovare una community che ti aiuta a capire le meraviglie della Model S.

Ha anche raccontato svariati aneddoti tra cui quello che quando in autostrada una Maserati prova a sorpassarlo, lui attiva la telecamera posteriore rivelando quanto sia piacevole vedere sull'IPaddone un'auto così blasonata (nonostante ce la metta tutta) diventare un puntino lontano. Le prestazioni come già detto sono straordinarie e ben al di sopra di quelle di moltissime auto sportive con motore termico.



Ultimo
intervento
visto, ma non
ultimo
in
scaletta è stato
quello del Prof.
Marco Ciardi,
docente
presso
l'Università di
Bologna.
Suo è il
compito di
parlare della

vita di Nikola Tesla del quale oltre alla vita di cui si ha conoscenza, Ciardi ci racconta anche aspetti della vita familiare e dell'infanzia. Non si risparmia nel descrivere tutti gli aspetti di una



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

vita passata tra studi ed esperimenti non badando troppo a chi intorno a lui ha sfruttato il suo genio per ricavarne un utile senza dargli un centesimo. Purtroppo ha vissuto una fine che non rende onore al genio che è stato.

Ascoltato questo intervento, i due inviati del "Cosmo News" devono fare rientro a casa. Uscendo osserviamo una moto anch'essa elettrica prodotta a livello artigianale proprio a Modena, il possessore ne descrive le prestazioni più che ragguardevoli tanto da "sverniciare" tantissime moto a motore termico.

La moto in questione è prodotta da una azienda di Modena, la Energica

<http://www.energicamotor.com/> ed è posseduta da Paolo Vanzetto, agente ITAS e fan sfegatato dei veicoli elettrici

https://www.teslamotors.com/it_IT/customer-stories/mai-piu-motori-scoppio-1

La giornata è stata molto bella e interessante, durante in viaggio di ritorno abbiamo fantasticato in quanto tempo si potrà assistere al cambio epocale, da motore a scoppio a quello elettrico, non risparmiando un giusto scetticismo e abbiamo concluso in modo unanime che.....non vediamo l'ora!!!

Io non ho molto da aggiungere all'ottimo report di Ciro della giornata, vorrei invece dire perché a mio parere Tesla rivoluzionerà il mondo della mobilità diventando uno dei maggiori costruttori di automobili al mondo.

Il motore elettrico è più efficiente di quello termico

I motori elettrici sono migliori dei motori a petrolio sotto tanti punti di vista: mentre con l'automobile convenzionale si deve andare dal distributore di benzina; l'auto elettrica si ricarica di notte, mentre dormi.

Un motore elettrico è molto meno complicato di quello termico e, Ford insegna, "quello che non c'è non si rompe". Un motore termico ha: trasmissione, tubi di scappamento, marce, cinghie di trasmissione, circuiti di raffreddamento con radiatori ed un sacco di altre cose dannatamente sporche di grasso. Richiede manutenzioni periodiche per cambiare olio, liquidi vari, cinghie, etc...

Un motore elettrico non ha nulla di tutto ciò e di conseguenza richiede molta meno manutenzione.

Un'auto con il motore elettrico ha dei costi inferiori di gestione: un km percorso con un'auto elettrica costa meno rispetto ad un'auto con motore termico. Oltre ai minori interventi di manutenzione, anche l'energia necessaria a

muovere il veicolo costa meno.

In genere un'auto elettrica fa circa 5 km con 1 KWh di energia mentre una convenzionale fa circa 10 miglia con 1 litro di carburante. Comparando i costi risulta che l'energia elettrica per percorrere una data distanza (es: 100 km) costa meno della metà del carburante necessario a percorrere la stessa distanza.

Qui i dettagli se vi volete sbizzarrire

<https://avt.inl.gov/sites/default/files/pdf/fsev/costs.pdf>

Parliamo adesso dei tre maggiori pregiudizi riguardanti un'auto elettrica:

1. **Autonomia.** Questo pregiudizio ne contiene altri tre:

1. La durata della batteria è adeguata ai lunghi viaggi?
2. Dove posso trovare le colonnine di ricarica quando rimango a secco?
3. Ammettiamo di aver trovato la colonnina, quanto dura la ricarica?

Queste problematiche sono così radicate nella coscienza della gente che è stato coniato un termine ad-hoc: "range anxiety".

Prestazioni. Se chiediamo ad un amico di pensare ad un veicolo elettrico probabilmente gli verrà in mente quello per trasportare le mazze da golf. Un veicolo brutto, lento e sicuramente nemmeno troppo piacevole da guidare.

Se si chiede alla gente di pensare ad un veicolo potente e veloce, sicuramente le risposte saranno di automobili a benzina, non certo elettriche!!!



3. **Prezzo.** Da sempre le auto elettriche sono più costose di quelle con motore termico, principalmente a causa del costo delle batterie.

Tesla attacca al cuore questi pregiudizi non col marketing ma con un prodotto funzionante. Come?

1. **Autonomia.** (Durata della batteria, diffusione delle colonnine di ricarica e tempo necessario a completare una ricarica)



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Le automobili Tesla hanno una autonomia che si avvicina ai 400 km, che può essere migliorata con una guida attenta. Tesla sta creando una rete **mondiale** di colonnine di ricarica veloce, denominate superchargers. A Modena ad oggi abbiamo due di questi superchargers.

Uno è nei pressi dell'uscita di Modena Sud, installato a dicembre 2014, quando in tutta Italia ce n'erano solo due.



L'altro è a Campogalliano



Ma se a dicembre 2014 c'erano solo due superchargers, quanti sono i superchargers in Italia oggi a luglio 2016? **Ben 12!!**

In questa mappa si vede il dettaglio, per il momento sono distribuiti nel nord Italia. Si prevede di coprire molto presto anche il centro sud, forse già dalla fine del 2016.

A proposito, sono passati pochi giorni da quando ho incollato la mappa sopra e già è spuntato un altro supercharger, quello di forte dei Marmi (vicino a La Spezia)

Ok ma quanto ci vuole a fare il pieno di elettroni in un supercharger?

https://www.teslamotors.com/it_IT/supercharger
Solo mezz'ora per avere 270 ulteriori km di autonomia.

In un lungo viaggio non è forse auspicabile



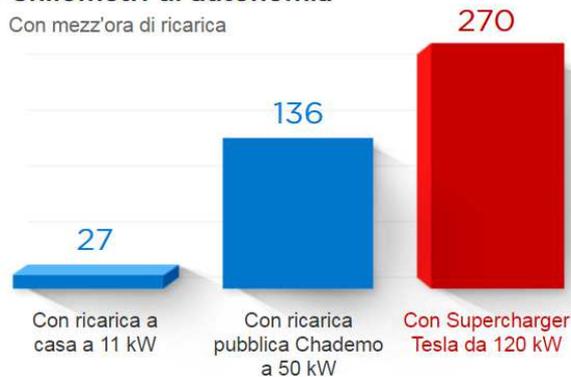
fermarsi ogni tanto per una sosta? Quanto tempo stiamo fermi oggi in autogrill tra caffè, bagno e rifornimento di carburante? Secondo me non molto meno tempo di mezz'ora... Certamente con l'elettrico andranno un po' cambiate le abitudini, ad esempio dovremo ricordarci di collegare la nostra auto tutte le sere a casa alla colonnina di ricarica lenta in modo da trovarci alla mattina con il pieno... di elettroni. Un po' quello che già oggi facciamo con il telefonino.

Più ci penso e più sono convinto che Tesla abbia veramente risolto il problema del "Range Anxiety".

Come se non bastasse, i superchargers sono gratuiti per tutti i possessori di Model X e Model S e sono ecosostenibili: la loro energia è ricavata da pannelli solari. Allo studio vi è anche la possibilità di dotare alcune stazioni di ricarica di un servizio di "Battery Swap", ovvero la mia batteria scarica viene sostituita con una carica in un paio di minuti, con una spesa simile a

Chilometri di autonomia

Con mezz'ora di ricarica





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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

quella di un pieno di carburante.

1. Prestazioni.

Tesla model S P90 D da 0 a 100 Km/h in 3,0 secondi. Punto.

2. Costo.

Con una buona dose di autoironia, Musk ammette di essere un po' matto e di avere (come tutti i cattivi dei fumetti) un piano

http://www.gazzetta.it/Passione-Motori/Auto/25-04-2016/marchionne-musk-auto-elettrica-tesla-3-mercato-usa-150367157629.shtml?refresh_cecp

Sergio Marchionne (2)

<http://www.libreidee.org/2016/05/auto-elettrica-il-boom-tesla-beffa-il-profeta-marchionne/>

Bob Lutz

<http://adamhartung.com/when-you-just-cant-get-enough-of-the-same-old-thing-lutz-and-gm/>

Mercedes CEO Dieter Zetsche

https://forums.teslamotors.com/de_DE/forum/forums/cd-interviewed-daimler-ceo-dieter-zetsche-see-what-he-said-about-tesla-and-future-ice

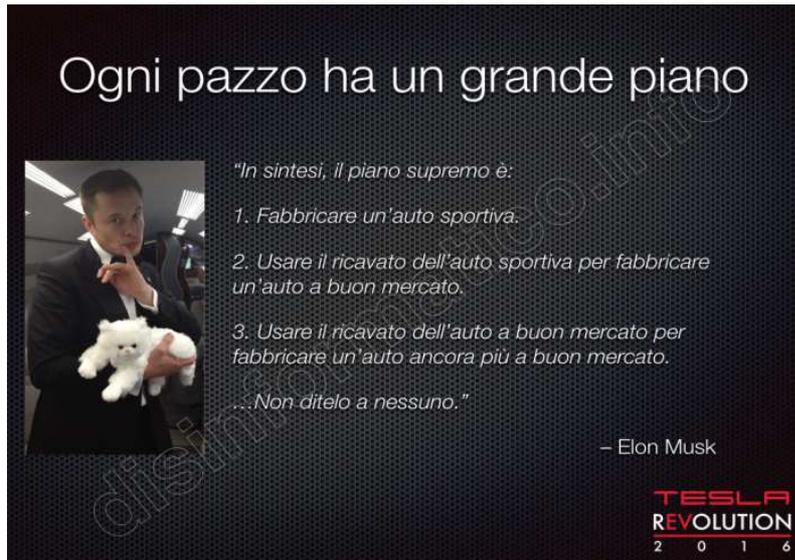
Tutto questo mentre Tesla vince premi internazionali per la sicurezza, viene apprezzata per le prestazioni e per la sicurezza (consumer report).

Un altro parametro importante è la capitalizzazione di borsa, ovvero il valore di mercato complessivo delle azioni in circolazione.

Questo numero corrisponde al valore che il mercato attribuisce ad una certa società.

Ebbene, al 27 giugno 2016 Tesla ha una capitalizzazione pari a 30,92 miliardi di dollari,

Mentre ad esempio FCA è a 21 miliardi di dollari



supersegreto per la conquista del mondo. In questo caso non vuole proprio conquistare il mondo ma cambiarlo in meglio attraverso la diffusione della mobilità elettrica. I dettagli del piano? Eccoli qua! (fonte: Paolo Attivissimo):

Musk ha già realizzato i punti 1 e 2 del suo piano supersegreto e nel 2018 inizieranno le consegne della model 3, l'automobile che costerà 35.000 dollari + IVA

Personalmente mi viene in mente quando fu presentato l'iphone, un oggetto in anticipo di anni sui concorrenti.

Ricordo l'amministratore delegato di Microsoft del tempo (Steve Ballmer), ridere dell'iphone non capendo la portata rivoluzionaria del prodotto di SteveJobs.

https://www.youtube.com/watch?v=eywi0h_Y5_U

I suoi discorsi sprezzanti nei confronti di Apple mi ricordano molto quelli di dirigenti di aziende automobilistiche oggi, quando parlano di Tesla.

Alcuni esempi?

Ai seguenti link:

Sergio Marchionne (1)

214.44 +0.46 (0.21%)		Range 209.00 - 215.23	Tesla	FCA
After Hours: 213.40 -1.04 (-0.48%)		52 week 141.05 - 286.65		
Jul 6, 4:54PM EDT		Open 210.00		
NASDAQ real-time data - Disclaimer		Vol / Avg 4.91M/5.13M		
Currency in USD		Mkt cap 30.92B		
		P/E -		

Company	Exchange	Symbol	Last price	Quote change	Market cap
Fiat Chrysler Automobiles NV	NYSE	FCAU	6.31	-0.89 (-12.30%)	8.13B
Fiat Chrysler Automobiles NV	BIT	F	6.94		13.78B

Fiat Chrysler Automobiles NV is an automotive company. The Company is engaged in designing, engineering, manufacturing, distributing and selling vehicles,...

Ciò significa che il mercato pensa che in futuro Tesla produrrà molte più automobili di Chrysler. Ed il mercato difficilmente sbaglia...

Per dare un'idea uno dei più grandi colossi automobilistici mondiali, Ford, ha una capitalizzazione di 46,47 miliardi di dollari.



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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016

Ford Motor Company (NYSE:F)

12.52 -0.88 (-6.57%)

Jun 24 - Close
NYSE real-time data - Disclaimer
Currency in USD

Range	12.45 - 12.90	Div/yield	0.15/4.79
52 week	10.44 - 15.84	EPS	2.22
Open	12.79	Shares	3.90B
Vol / Avg	96.89M/29.39M	Beta	1.37
Mkt cap	46.47B	Inst. own	60%
P/E	5.63		

capillare sul territorio. In poche parole, sono intrappolati nella loro storia.”

Sempre dal sito waitbutwhy troviamo una specie di diagramma di Gartner per le auto elettriche. Mancano ancora automobili nel Q4 ma speriamo che il model 3 colmi presto questa lacuna.

Se il model 3 rispetta anche solo una parte di quello che promette, molto probabilmente ci

La cosa è impressionante se si guarda in quanto tempo Tesla ha raggiunto tale valore di mercato. Il grafico qui sotto, preso da waitbutwhy, è chiarissimo (la situazione è quella del 2015)

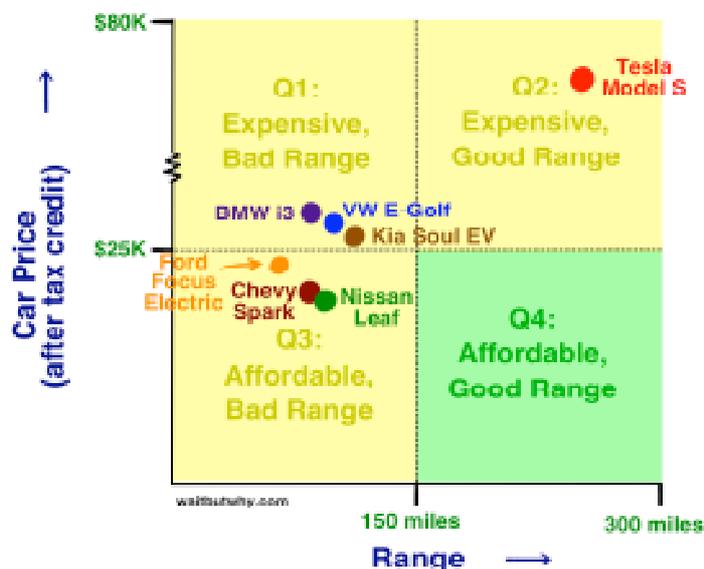
Ma per quale motivo anche le altre aziende automobilistiche non seguono le orme di Tesla?

Franz von Holzhausen, il designer della model S, avendo lavorato anche per Mazda, Volkswagen e GM, ha fatto una affermazione molto interessante: *“they're trapped in their manufacturing legacy process, trapped in gas engines being their bread and butter, trapped in their dealership model, trapped in their own history.”*

Ovvero traducendo in italiano: “le altre case automobilistiche sono intrappolate nei loro vecchi processi produttivi, nel fatto che i motori

termici tradizionali sono la loro fonte di guadagno e non hanno competenze nel motore elettrico; sono intrappolate nel loro modello di vendita che richiede costosi saloni con tanti dipendenti distribuiti in maniera

The Electric Car Market

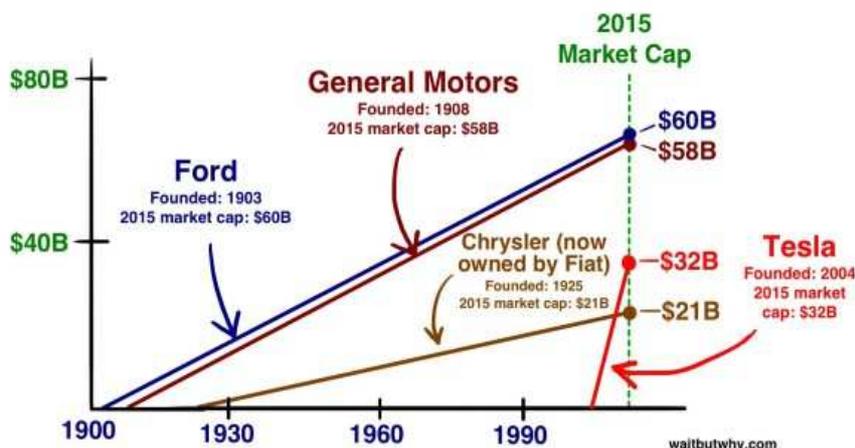


aspetta un futuro dove la normalità sarà avere un'auto elettrica. E questo sarà un futuro migliore, con meno CO2 emessa, meno smog in città, temperature globali inferiori a quelle che sarebbero state continuando a bruciare petrolio e così via.

Detto in altre parole **Tesla cambierà il mondo in meglio. Io ne sono convinto, e voi?**

DI SEGUITO UNA KERMESSA DI IMMAGINI DELL'EVENTO A CURA DEI DUE REPORTER.....

Tesla's Founding and 2015 Market Cap Compared with the American Big Three





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 ; 30° - Anno 8 – N° 3 - 1/09/2016



<https://www.tesla.com/>
Elon Musk



Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 43 di 43

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 e' 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.