

ITALIAN JOURNAL OF AEROSPACE MEDICINE



AIMAS - ASSOCIAZIONE ITALIANA DI MEDICINA AERONAUTICA E SPAZIALE

N. 3 JULY 2013



CIVIL AVIATION IN SPACE: FUTURE IS AT THE DOOR

L'AVIAZIONE CIVILE NELLO SPAZIO: IL FUTURO È ALLE PORTE

■ ANTONELLO FURIA MD

Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
 Direzione Centrale Standardizzazione della Sicurezza
 Ufficio Medicina Aeronautica - Roma



CORRESPONDING AUTHOR/CONTATTI

Dr. Antonello FURIA

ENAC

Direzione Centrale Standardizzazione della Sicurezza
 Ufficio Medicina Aeronautica

Via del Castro Pretorio, 118 - 00185 Roma

Tel. +39 06 4459 6597

a.furia@enac.gov.it

► **Short title**

Civil aviation and space commercial flight

► **Keywords**

Space, civil aviation, commercial flight, medical certification, suborbital-flight

New regulations of European Civil Aviation have established a high standard of flight safety among States, now it is time to look toward to more challenging goals contributing to the development of commercial flight into space. It means that Aerospace Medicine should now be ready with proper rules that can be applied to the certification of flight crews and passengers. In the near future in fact, not only will a few wealthy and fortunate people be able to take advantage of this new mode of transport

► **Titolo breve**

Aviazione civile e voli spaziali commerciali

► **Parole chiave**

Spazio, aviazione civile, voli commerciali, certificazione medica, voli suborbitali

Fatte le regole dell'aviazione civile Europea, che hanno creato un uniforme ed elevato livello di sicurezza del volo fra gli Stati, è ora giunto probabilmente il momento di guardare avanti verso obiettivi ancor più impegnativi ed elevati, e contribuire a realizzare lo sviluppo del volo commerciale nello spazio. A quel punto anche la medicina aerospaziale dovrà essere pronta con le regole per la certificazione degli equipaggi di volo e per permettere ai passeggeri di sfruttare questa nuova modalità di trasporto

che, mentre nell'immediato futuro sarà solo un'opportunità a beneficio di pochi facoltosi fortunati, nell'arco di pochi anni, è previsto si trasformerà in una vera e propria modalità di trasporto ad alta velocità intorno al globo terrestre.

Mentre un gruppo di turisti spaziali "pionieri", al momento già superiore in numero a quello di tutti gli astronauti che hanno volato nelle varie missioni spaziali effettuate fino ad oggi, ha prenotato la propria prima esperienza spaziale al costo di circa 250.000 dollari statunitensi, la comunità scientifica aerospaziale ha iniziato, già da tempo, ad interrogarsi su quali requisiti medici applicare e quale tipo di certifi-





tation but, within a few years, it could be a real mode of travelling for everybody around the globe.

A group of "pioneers", space tourists, at the time already superior in number to that of all the astronauts who flew in the space to date, have booked their first experience into space at a cost of about 250,000 USD. Nevertheless, a few years ago the scientific space community began to work on the medical requirements that should be applied to these tourists and on the type of certification required to occupants of spacecraft that the aerospace industry is near to complete.

Europe on his side, through EU and European Space Agency (ESA), renewed at the Ministerial Conference, which was held last November in Naples, the great interest on space policies, planning important economic contributions to increase a commercial exploitation of space [1]. In this context of rapid development, it is therefore necessary to define in advance rules to be applied to the scope, otherwise as a scientific community we will be unprepared for such an appointment.

Space commercial flight in fact, will be an important and growing component of the global transport of people and goods, and will repeat the challenges, imagination and courage of the early pioneers of flight that began just over a century ago.

Space flight has come a long way since John F. Kennedy, who more than 50 years ago in a speech at the Rice University, told students "This country was conquered by those who moved forward, and so will be for the space". Exploration and space travel have come a long way since that day thanks to the pioneering missions of the first orbital flights, followed by lunar expeditions and numerous more recent missions to and from the ISS.

When commercial space flights start, air travel will never be the same. The next ten years, as many people

cazione richiedere agli occupanti dei vettori aerei del futuro che l'industria aerospaziale è ad un passo dal realizzare.

L'Europa dal suo canto, nella Conferenza ministeriale che si è tenuta in Italia, a Napoli lo scorso mese di novembre, attraverso l'UE e l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) che hanno ribadito il rispettivo grande interesse alle politiche spaziali, ha pianificato importanti stanziamenti che vanno nella direzione di un sempre maggiore sfruttamento commerciale dello spazio [1]. In questo contesto di rapido sviluppo, è necessario quindi definire in congruo anticipo le regole che dovranno essere applicate per non giungere impreparati a tale appuntamento.

Il trasporto spaziale commerciale infatti, in un futuro abbastanza prossimo, sarà una importante e crescente componente del sistema mondiale di trasporto di persone e merci, proiettando nello spazio le sfide, l'immaginazione e il coraggio dei primi pionieri del volo iniziato poco più che un secolo fa.

Il volo spaziale ha percorso molta strada da quando John F. Kennedy più di 50 anni fa, pronunciò, in un suo discorso alla Rice University, la frase "Questo Paese è stato conquistato da coloro che sono andati avanti e così sarà anche per lo spazio". L'esplorazione ed i viaggi nello spazio in effetti si sono spinti molto avanti dal quel giorno grazie alle imprese pionieristiche dei primi voli orbitali, seguite dalle spedizioni lunari e dalle numerose più recenti missioni da per la ISS.

Quando i voli spaziali commerciali del futuro inizieranno, il trasporto aereo non sarà più lo stesso.

È opinione diffusa che i prossimi dieci anni saranno cruciali per lo sviluppo del volo suborbitale commerciale e che i velivoli del futuro permetteranno, ad esempio, di collegare Roma con New-York in un'ora, Tokyo in due



think, will be crucial for the development of commercial suborbital flight. Future aircrafts for instance, will connect Rome to New York in one hour, to Sydney in two, and to Tokyo in three hours. Distances as they are perceived today will have a different meaning; people and cultures will be physically closer, and economies will greatly benefit from this revolution.

Commercial perspectives are infinite, for this reason the Federal Aviation Administration (FAA) in the U.S. has already granted a license to spaceport in several sites including Spaceport America in New Mexico, Mojave in California, and Kodiak in Alaska.

XCOR Aerospace has developed Lynx spacecraft for people and payloads transportation in suborbital flights while Boeing, Sierra Nevada, and SpaceX continue to work on projects for manufacturing a commercial vehicle to reach the International Space Station.

Even in Europe, Astrium consortium of EADS has presented its spacecraft project while just recently, the American SpaceX, accomplished its mission launching and mooring a cargo capsule to the International Space Station (ISS) and back with a vertical landing on the launch base. This was the first supply mission to the ISS made by a private industry. SpaceX in its next configuration will become the first fully reusable launch vehicle in the world.

These projects are being developed at an impressive speed, as important decisions now have to be taken. One important step to be taken in Europe will be to start to define rules with the highest safety standard for future commercial space operations, by integrating them in the airspace of conventional Civil Aviation. At the same

and Sidney in three hours. At that point the distances as they are perceived today will have a different meaning; people and cultures will be physically closer, and economies will greatly benefit from this revolution.

The commercial perspectives in space are infinite, and for this reason in the USA the FAA has already granted a license to spaceport in several sites including Spaceport America in New Mexico, Mojave in California and Kodiak in Alaska.

XCOR Aerospace has developed the Lynx spacecraft for the transport of people and useful cargo for suborbital flights while Boeing, Sierra Nevada, and SpaceX continue to work on projects for manufacturing a commercial vehicle to reach the International Space Station.

Even in Europe, the Astrium consortium of EADS has presented its spacecraft project while just recently, the American SpaceX, accomplished its mission launching and mooring a cargo capsule to the International Space Station (ISS) and back with a vertical landing on the launch base. This was the first supply mission to the ISS made by a private industry. SpaceX in its next configuration will become the first fully reusable launch vehicle in the world.

These projects are being developed at an impressive speed, as important decisions now have to be taken. One important step to be taken in Europe will be to start to define rules with the highest safety standard for future commercial space operations, by integrating them in the airspace of conventional Civil Aviation. At the same

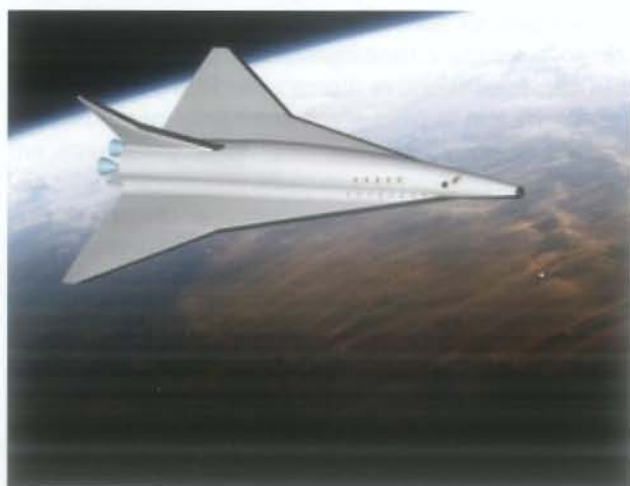


time, it will be fundamental to adapt rules for carriers, aircrew, passengers, and infrastructure also to spaceports from which flight operations will take place. In the latter case, it will be necessary to provide a sustainable development plan for possible conversions of existing airports in infrastructure capable of hosting Space Commercial Operations with the required standards in term of safety and environmental protection.

The future that is around the corner, Virgin Galactic, is now performing the last flight tests with its SpaceShipTwo [2], for the first commercial space flights with passengers, soon in 2014 as announced, the first space tourists could take off from Spaceport America in New Mexico. Since Concorde in the 70s began its high speed and high altitude commercial flights, another jump into the future will be taken.

According to sources known, SpaceShipTwo, is expected to carry up to six paying passengers and two crew members into the suborbital space (by definition up to an altitude of 100 km), and will be transported at high altitude by an aircraft "mother" by name WhiteKnightTwo. Both aircraft and spacecraft, at the end of their respective missions, land in the traditional way as any other aircraft.

The SpaceShipTwo cabin will be pressurized up to 8,000 feet (2,440 m) above sea level with a normal content of air (21% O₂). The take-off will be horizontal and the shuttle will remain docked below the aircraft WhiteKnightTwo up to about 50,000 feet (15.24 km), from this altitude it will ignite its rocket engine and it will be undocked. Its pushing phase will last 70 seconds, and the acceleration will have a maximum peak of 3.8 g (greater in the +G_x chest to back axis than in +G_z head-foot axis). The speed will be Mach 1 after 8 seconds and Mach 3 after 30 seconds with a maximum speed of 4,180 km/h. The zero gravity phase will take about 4 minutes to reach the maximum altitude (apogee) of 361,000 feet (110 km). During the middle phase of the flight, the participants but not the crew members, will be able to move freely inside the 3.7 m x 2.3 m cabin. The deceleration phase will then have place with a maximum peak of 6 g, and passengers with their safety belt



Uno dei passi principali da compiere, anche in Europa, sarà quello di iniziare la definizione delle regole, nel rispetto dei massimi livelli di sicurezza, per le future operazioni spaziali commerciali per integrarle nello spazio aereo di quella che è l'aviazione civile tradizionale, provvedendo allo stesso tempo all'adeguamento delle regole applicabili ai vettori, al personale di volo, ai passeggeri, ed alle infrastrutture, gli spaziorporti, da e per i quali le operazioni di volo avranno luogo. In quest'ultimo caso sarà necessario prevedere un piano di sviluppo integrato e sostenibile per la eventuale conversione di aeroporti esistenti in infrastrutture che permettano lo svolgimento delle operazioni commerciali con gli standard di sicurezza e di protezione ambientale richiesti.

Guardando ad un futuro che sta dietro l'angolo, per quella che sarà la prima attività di volo commerciale nello spazio con passeggeri, la Virgin Galactic sta effettuando oramai gli ultimi voli prova con il suo SpaceShipTwo [2] e, ben presto, nel 2014 secondo quanto annunciato, i primi turisti spaziali potrebbero decollare dallo Spaceport America in New Mexico.

A quel punto, da quando il Concorde negli anni '70 iniziò la sua attività di pioniere dei voli commerciali ad alta velocità e ad alta quota, sarà stato compiuto un altro salto nel futuro.

Secondo le informazioni pubblicate SpaceShipTwo, progettato per trasportare fino a sei passeggeri paganti e due membri dell'equipaggio nello spazio suborbitale (che per convenzione è quella parte di spazio fino a una quota di 100 km), è una navicella spaziale che viene trasportata in quota da un vettore "madre" che porta il nome di WhiteKnightTwo.

Sia il vettore madre che quello spaziale, al termine delle rispettive missioni, rientrano atterrando in modo tradizionale come qualsiasi altro aeroplano.

La cabina dello SpaceShipTwo sarà pressurizzata fino a 8.000 piedi (2.440 m) di altitudine con ricircolo d'aria atmosferica (21% O₂). Il decollo è di tipo orizzontale e la navetta rimarrà agganciata sotto il velivolo WhiteKnightTwo fino a circa 50.000 piedi (15,24 km), quota alla quale accenderà il suo motore a razzo e sarà sganciata. A quel punto la fase di spinta durerà 70 secondi e l'accelerazione avrà un picco massimo di 3,8 g (il maggiore in +G_x sull'asse antero-posteriore del tronco con un breve picco in +G_z sull'asse testa-piedi). Le velocità saranno di Mach 1 dopo 8 secondi e Mach 3 dopo 30 secondi con velocità massima di 4.180 km/h. La fase a gravità zero durerà circa 4 minuti e sarà raggiunta una quota massima, l'apogeo, di 361.000 piedi (110 km). Durante la fase centrale del volo, i partecipanti ma non i membri dell'equipaggio, saranno in grado di muoversi liberamente nello spazio di 3,7 m x 2,3 m della cabina. La fase di decelerazione avrà poi un picco massimo di 6 g, con passeggeri vincolati a sedili in posizione reclinata per mitigare gli effetti delle forze di +G_x. A 80.000 piedi (24 km), avrà inizio la fase di planata con veicolo spaziale privo di spinta, così come era per lo Shuttle, e



fastened will sit in a reclined position to mitigate the effects + Gx forces. At 80,000 feet (24 km), the glide phase with no thrust will begin as it was for the Shuttle, and landing will be taken on the traditional runway after a glide of 25 minutes. The total duration of the flight will be 150 minutes [3].

Starting from this standard flight profile, we could investigate the main medical problems and their impact on fitness to flight, both for crews, and if deemed necessary, for passengers. To date, some documents setting certification principles of medical standards for suborbital spaceflight have been published to guarantee that every crew member is protected from risks and can withstand the stresses of this type of flight [3,4,5,6]. At the moment, and awaiting for further scientific studies, Class 1 medical standards are considered sufficient for pilots.

Medical risks in space flight are deemed more serious than in the case of flight in the lower layers of the atmosphere due to the exposure of a much more hostile environment. The most important risk is the occurrence of a phenomenon known as "ebullism", caused by the very low atmospheric pressure at the altitude of suborbital flight that, in case of failure leading to a decompression problem in the spacecraft, would cause the boiling of body fluids with fatal consequences. This phenomenon already occurs at a physiological body temperature of 37 °C when the organism is exposed at altitudes of at least 18,900m or higher. The orbital flight is much better known as there is a great amount of data available, but the suborbital flight is shorter and so the concern with respect to physiopathological events that occur in space is much smaller. Nevertheless, pre-existing medical conditions could be worsened by exposure to stress factors such as acceleration and microgravity. Other medical factors that commonly occur in spaceflight are deconditioning, shift of body liquids, and acclimatization to weightlessness or re-acclimatization when returning

con atterraggio su pista tradizionale dopo una planata di 25 minuti. La durata totale del volo prevista sarà di 150 minuti [3].

È possibile partire da questo profilo di volo, progettato solo per scopi di turismo spaziale, per approfondire le principali problematiche mediche ed il loro impatto al fine di giungere a requisiti di certificazione degli equipaggi e dei passeggeri qualora ritenuto necessario.

Fino ad oggi sono stati pubblicati alcuni documenti che fissano principi di certificazione generali degli standard medici da applicare al volo spaziale commerciale suborbitale affinché si possa avere la garanzia che ogni membro dell'equipaggio sia protetto dai rischi e possa resistere alle sollecitazioni presenti in tale tipo di voli [3,4,5,6]. Al momento, come punto di partenza ed in attesa che siano disponibili ulteriori studi scientifici, per i piloti sono ritenuti sufficienti gli standard richiesti per la certificazione medica di Classe 1 come per i piloti dell'aviazione civile.

I rischi di carattere medico del volo spaziale sono di maggiore portata rispetto al volo nei bassi strati dell'atmosfera anche per l'esposizione ad un ambiente molto più ostile.

Uno su tutti il rischio del verificarsi di quel fenomeno, noto come "ebullismo", causato dalla bassissima pressione atmosferica esistente alle quote di volo suborbitale che, in caso di avaria che comporti una decompressione del vettore spaziale, provocherebbe l'ebollizione dei liquidi corporei, con le immaginabili gravi conseguenze per l'organismo. Tale fenomeno avviene già alla temperatura corporea fisiologica di 37 °C quando l'organismo è esposto a quote di almeno 18,900 metri o superiori.

La breve durata di volo suborbitale rispetto a quello orbitale, per il quale tra l'altro sono disponibili una maggiore quantità di dati scientifici, ridimensiona la preoccupazione rispetto alla maggior parte delle manifestazioni fisiopatologiche che si presentano nei voli spaziali, ma c'è da tenere in considerazione che condizioni mediche pre-esistenti potrebbero essere aggravate dall'esposizione a fattori di stress quali l'accelerazione e la microgravità, anche se, l'impatto di tali fattori nel volo sub-orbitale è minore rispetto a quello orbitale. Altri fattori medici che si manifestano comunemente nei voli spaziali sono il decondizionamento, lo spostamento di liquidi, e l'acclimatazione in assenza di peso o la riacclimatazione al ritorno sulla Terra. Tutte queste manifestazioni si presentano prevalentemente nei voli di lunga durata.

Un aspetto critico del volo spaziale suborbitale è invece la rapida variazione delle forze di accelerazione nel lancio fino alla decelerazione a 0 g della fase di assenza di peso poi seguita dalla rapida elevata decelerazione nella fase di rientro. Tali fenomeni associati all'assenza di gravità potrebbero portare a effetti sia cardiovascolari che neurovestibolari al momento ancora inesplorati in quanto, il più lungo periodo di assenza di peso che può essere simulato con i voli parabolici che utilizzano aeromobili tradizionali, è di soli 25 secondi.





to Earth but these phenomena are much more common in long-term flight. On the other hand, a critical aspect of suborbital spaceflight could be the rate of the acceleration forces from launch until to 0 g followed by a rapid deceleration in the return phase. The absence of gravity could lead to both cardiovascular and neuro-vestibular effects, not yet completely explored since with traditional parabolic flights the longest period of weightlessness that can be simulated, is only 25 seconds.

Also it will be important to study the impact of repeated suborbital flights in the same day on flight crew's health, of exposure to noise, vibration and cosmic radiation. With regards to noise, the powerful thrust required at the launch of the spacecraft generates a considerable amount of noise (eg. 120 dB in the Shuttle during take-off) therefore a hearing protection aid (helmet or headset) for aircrew, is important to prevent neuro-sensorial hearing loss and to facilitate radio communications. Vibrations are significantly higher compared to traditional aircraft, and at certain frequencies can cause malaise, fatigue, headache, back pain, and for high frequencies blurred vision; while for low frequencies deterioration in visual function. Finally, taking into account the complexity of these type of operations, it will be necessary to provide proper training for crews and passengers because the emergency procedures are very particular and involve risks for which adequate information is needed, and a consent form that includes flight risks is required.

The future air transport system that will go up to altitudes and airspaces to which we are not accustomed, will have many implications from a legal, operational, technical, and financial point of view, and will be necessary to cope with. Agreements, conventions and international regulations will still be necessary for the opening of space trade routes. The management of all of these technical aspects and the harmonisation of dif-

Sarà anche importante studiare l'impatto dei voli suborbitali ripetuti nell'arco della stessa giornata e la loro influenza sulla salute degli equipaggi di volo, nonché gli effetti, dell'esposizione al rumore, alle vibrazioni ed alle radiazioni cosmiche. Per quanto riguarda il rumore, la potente spinta richiesta per lanciare un veicolo spaziale suborbitale genera una grande quantità di rumore (es. 120 dB nello Shuttle in fase di decollo) che viene trasmessa all'interno della navetta e pertanto sarà necessaria una protezione uditiva (casco o cuffia) per prevenire deficit neurosensoriali ma anche per facilitare le comunicazioni radio. Le vibrazioni poi, sono significativamente maggiori rispetto agli aeromobili tradizionali ed a certe frequenze possono indurre malessere generale, stanchezza, cefalea e lombalgie nonché difficoltà nel coordinamento psicomotorio e, nel caso di vibrazioni a frequenze elevate, visione offuscata mentre le basse frequenze possono portare a deterioramento delle funzioni visive.

Sarà comunque necessario verificare in futuro l'impatto di tali manifestazioni nei voli spaziali suborbitali che avranno la durata di poche ore e per questo, si sarebbe portati automaticamente a concludere che i rischi sulla salute di tali tipi di volo siano prevedibili, poco significativi e di scarsa intensità.

In considerazione della complessità del tipo di operazioni bisognerà prevedere, infine, l'addestramento necessario per gli equipaggi e per i passeggeri, nonché le procedure normali e di emergenza applicabili ai voli spaziali che comportano rischi per i quali sarà necessaria un'adeguata informazione al passeggero e la raccolta di un formale consenso per l'assunzione dei rischi collegati al volo.

Quella che abbiamo davanti è una nuova realtà che si spingerà a quote ed a spazi aerei fino ad oggi non frequentati, e quindi per la regolazione del sistema del



ferent rules, will most likely need a new international convention, or perhaps an adaptation of existing ones; the how to not think Chicago convention that under the auspices of the UN and ICAO, is still the cornerstone for Worldwide Civil Aviation. The international community need to find new rules to share, having the goal once again of the development and growth of humankind to new heights that now, are placed in that sky to which "man" continues to ask his own questions about the deepest mysteries; the same sky towards which, as told by the Holy Scriptures, "the man" already tried, incautiously, to climb.

This incoming opportunity is really a great occasion for mankind to conquer space in accordance to the highest values of peace, brotherhood and respect among people and not to be transformed in a new "Tower of Babel".

The scientific community, in continuing to work and experience with passion, has now the great responsibility to build the imaginary bridge that will serve to push the man into space.



trasporto aereo del futuro, andranno affrontate nuove problematiche. Questo, come abbiamo visto, comporta implicazioni di vario tipo: giuridico, operativo, tecnico, finanziario etc. cui sarà necessario far fronte. Tutto ciò non potrà prescindere dalla stipula di accordi, convenzioni e regolamenti internazionali che saranno comunque necessari per l'apertura dello spazio alle rotte commerciali. L'armonizzazione delle regole e la gestione di tutti gli aspetti tecnici avrà bisogno di una nuova Convenzione internazionale o forse dell'adeguamento di una di quelle già esistenti, ed a tal proposito viene da pensare a quella di Chicago, che sotto l'egida delle Nazioni Unite e dell'ICAO, è stata ed è tutt'oggi la pietra miliare per l'aviazione civile mondiale.

Alla comunità internazionale servirà trovare nuove regole condivise che avranno ancora una volta come scopo lo sviluppo e la crescita del genere umano verso nuovi traguardi che ora sono posti in alto, verso quel cielo da cui "l'uomo" continua a rivolgere i propri interrogativi sui misteri più profondi; quel cielo verso cui, come

descritto dalle Sacre scritture, "l'uomo" in tempi antichi aveva già cercato, incautamente, di elevarsi.

Ma quella che si presenta per gli anni a venire è veramente una grande occasione per l'umanità che dovrà impegnarsi affinché la conquista dello spazio avvenga armonicamente nel rispetto dei più elevati valori di pace, fratellanza e rispetto fra i popoli e non rischi di trasformarsi in una nuova "Torre di Babele".

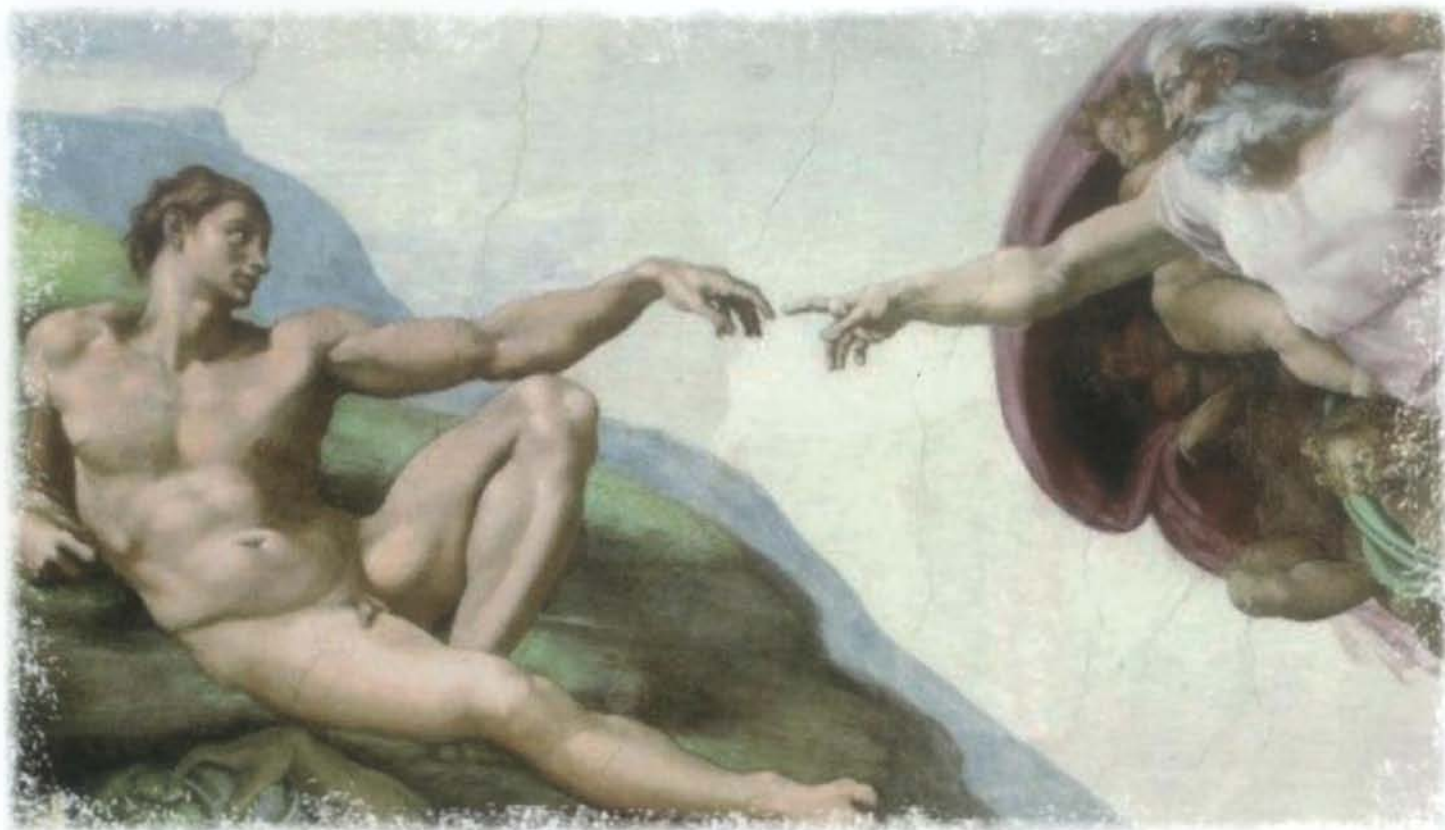
La comunità scientifica, continuando a lavorare e a sperimentare con passione, ha ora la grande responsabilità di realizzare quel ponte immaginario che servirà a spingere l'uomo verso lo spazio.

► REFERENCES / BIBLIOGRAFIA

- 1) European Space Agency: http://www.esa.int/About_Us/Ministerial_Council_2012
- 2) "VIRGIN GALACTIC BREAKS SPEED OF SOUND IN FIRST ROCKET-POWERED FLIGHT OF SPACESHIP TWO". Virgin Galactic. 29 April 2013. Retrieved 29 April 2013. <http://www.virgingalactic.com/news/item/virgin-galactic-breaks-speed-of-sound-in-first-rocket-powered-flight-of-spaceshiptwo/>
- 3) AEROSPACE MEDICAL ASSOCIATION COMMERCIAL SPACEFLIGHT WORKING GROUP. Position paper: suborbital commercial spaceflight crewmember medical issues. *Aviat Space Environ Med* 2011; 82:475 - 84.
- 4) Antuñano, M. Hobe, S. Gerzer, R. (Editors). Position Paper on Medical Safety and Liability Issues for Short-Duration Commercial Orbital Space Flights produced by the International Academy of Astronautics. 2009.
- 5) COECST Flight Crew Medical Standards and Spaceflight Participant Medical Acceptance Guidelines for Commercial Space Flight- 30 June 2012- <http://www.coe-cst.org/core/scripts/wysiwyg/kcfinder/upload/files/2012.08.06%20Task%20183-UTMB%20Final%20Report.pdf>

SOTTO L'ALTO PATRONATO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

IN THE SPIRIT OF DISCOVERY



RATIO ET VOLUNTAS INVENIENDI



AIMAS
Italian Association
of Aviation and Space
Medicine
XXVI National Meeting

Vatican City
11-14 September 2013



ELGRA
European Low Gravity
Research Association
International Biennial
Symposium
& General Assembly



75° Anniversario
CORPO SANITARIO AERONAUTICO



**ASSOCIAZIONE
ARMA
AERONAUTICA**
Centro Studi Militari Aeronautici
Giulio Douhet



Crediti per AME secondo protocollo ENAC 07/02/2013 N. 0016172/CSS

www.aimas.it - www.elgra.org