

LO SBARCO SULLA LUNA

Il **programma Apollo** fu un programma spaziale [americano](#) che portò allo sbarco dei primi uomini sulla [Luna](#). Concepito durante la presidenza di [Dwight Eisenhower](#) e condotto dalla [NASA](#), Apollo iniziò veramente dopo che il presidente [John Kennedy](#) dichiarò, durante una sessione congiunta al [Congresso](#) avvenuta il [25 maggio 1961](#), obiettivo nazionale il far "atterrare un uomo sulla Luna" entro la fine del decennio^[1].

Questo obiettivo fu raggiunto durante la missione [Apollo 11](#) quando, il [20 luglio 1969](#), gli [astronauti Neil Armstrong](#) e [Buzz Aldrin](#) sbarcarono sulla Luna, mentre [Michael Collins](#) rimase in [orbita lunare](#). Apollo 11 fu seguita da ulteriori sei missioni, l'ultima nel dicembre 1972, che portarono un totale di dodici uomini a camminare sul nostro "satellite naturale". Al [2012](#) questi sono stati gli unici uomini a mettere piede su un altro [corpo celeste](#)

Il programma Apollo si svolse tra il 1961 e il [1975](#) e fu il terzo programma spaziale di voli umani (dopo [Mercury](#) e [Gemini](#)) sviluppato dall'agenzia spaziale civile degli Stati Uniti. Il programma utilizzò la [navicella spaziale Apollo](#) e il [razzo vettore Saturno](#), successivamente utilizzati anche per il [programma Skylab](#) e per la missione congiunta americana-[sovietica Apollo-Soyuz Test Project](#). Questi programmi successivi sono spesso considerati facenti parte delle missioni Apollo.



Il corso del programma subì due lunghe sospensioni: la prima dopo che un incendio sulla [rampa di lancio](#) di [Apollo 1](#), durante una simulazione, causò la morte degli astronauti [Gus Grissom](#), [Edward White](#) e [Roger Chaffee](#); la seconda dopo che, durante il viaggio verso la Luna di [Apollo 13](#), si verificò un'esplosione sul [modulo di servizio](#) che impedì agli astronauti la discesa sul nostro satellite e li costrinse ad un rischioso rientro sulla [Terra](#), avvenuto grazie alle loro competenze e agli sforzi di controllori di volo, tecnici e membri degli equipaggi di riserva.

L'Apollo segnò alcune [pietre miliari](#) nella storia del volo spaziale umano che fino ad allora si era limitato a missioni in [orbita terrestre bassa](#). Il programma stimolò progressi in molti settori delle [scienze](#) e delle tecnologie, tra cui [avionica](#), [informatica](#) telecomunica

N.a.s.a

Nel corso degli [anni cinquanta](#) del [Novecento](#), tra gli [Stati Uniti](#) e l'[Unione Sovietica](#) era in pieno svolgimento la cosiddetta [guerra fredda](#), che si concretizzò in interventi militari indiretti ([guerra di Corea](#)) e in una corsa ad armamenti sempre più efficienti e in particolar modo allo sviluppo di [missili intercontinentali](#) capaci di trasportare [testate nucleari](#) sul

territorio nazionale avversario. Il primo successo in questo campo lo ebbero i sovietici che lanciarono nel [1956](#) il razzo [R-7 Semyorka](#). Gli Stati Uniti si adoperarono allora per cercare di colmare il divario, impiegando grandi risorse umane ed economiche. I primi successi americani arrivarono con i razzi [Redstone](#) e [Atlas](#)

La corsa allo spazio



[Jurij Alekseevič Gagarin](#), il primo uomo nello spazio, raffigurato in una cartolina commemorativa. Parallelamente agli sviluppi militari, l'Unione Sovietica colse anche i primi grandi successi nell'esplorazione dello spazio. Fu sovietico il primo [satellite artificiale](#) della storia, lo [Sputnik 1](#), lanciato il [4 ottobre 1957](#) con gran sorpresa per gli americani, che però risposero il [1° febbraio 1958](#) con l'[Explorer 1](#)^[4]. Per colmare lo svantaggio accumulato, il [29 luglio 1958](#) il presidente [Eisenhower](#) fondò la [NASA](#), che nello stesso anno avviò il [programma Mercury](#). La corsa allo spazio ebbe così inizio.

Il [12 aprile](#) 1961 l'Unione Sovietica sorprese nuovamente il mondo con il primo uomo nello spazio: il cosmonauta [Jurij Gagarin](#) che volò a bordo della [Vostok 1](#). I russi continuano a mietere successi: nel [1964](#) mandarono in orbita tre cosmonauti (a bordo della [Voskhod 1](#)) e nel [1965](#) realizzarono la prima [attività extraveicolare](#) ([Voskhod 2](#)).

Nel frattempo gli statunitensi iniziarono ad avvicinarsi alle prestazioni sovietiche, grazie ai primi successi della missione Mercury.

Annuncio programma

Il programma Apollo fu il secondo progetto di lanci spaziali umani intrapreso dagli Stati Uniti, benché i relativi voli seguissero sia il primo programma ([Mercury](#)) che il terzo ([Gemini](#)). L'Apollo originariamente fu concepito dalla amministrazione Eisenhower come un seguito al programma Mercury per le missioni avanzate Terra-orbitali, ma fu completamente riconvertito verso l'obiettivo risoluto di [allunaggio](#) "entro la fine decennio" dal presidente [John F. Kennedy](#) con il suo annuncio a una sessione speciale del [Congresso](#) il [25 maggio](#) del 1961

discorso tra Houston e apollo 11

(EN)

«...I believe that this nation should commit itself to achieving the goal, before this decade is out, of landing a man on the Moon and returning him safely to the Earth. No single

(IT)

«...credo che questo paese debba impegnarsi a realizzare l'obiettivo, prima che finisca questo decennio, di far atterrare un uomo sulla Luna e farlo tornare sano e salvo sulla Terra. Non c'è mai

| | |
|--|--|
| space project in this period will be more impressive to mankind, or more important in the long-range exploration of space; and none will be so difficult or expensive to accomplish... » | stato nessun progetto spaziale più impressionante per l'umanità, o più importante per l'esplorazione dello spazio; e nessuno è stato così difficile e costoso da realizzare... » |
|--|--|

Nel discorso che diede inizio all'Apollo, Kennedy dichiarò che nessun altro programma avrebbe avuto un effetto così grande sulle mire a lungo raggio del programma spaziale americano. L'obiettivo fu poi ribadito in un ulteriore celebre discorso ("*We choose to go to the Moon...*") il [12 settembre 1962](#). All'inizio del suo mandato, nemmeno Kennedy aveva intenzione di investire molte risorse sull'esplorazione spaziale, ma i successi sovietici e il bisogno di recuperare il prestigio dopo il fallimento [sbarco nella Baia dei Porci](#), gli fecero cambiare velocemente idea.

La proposta del presidente ricevette un immediato ed entusiastico sostegno sia da ogni forza politica sia dall'opinione pubblica, spaventata dai successi dell'astronautica sovietica. Il primo bilancio del nuovo programma spaziale denominato Apollo (il nome fu scelto da [Abe Silverstein](#) allora direttore dei voli umani) fu votato all'unanimità dal [Senato](#). I fondi disponibili per la NASA passarono da 500 milioni di [dollari](#) nel [1960](#) a 5,2 miliardi nel 1965. La capacità di mantenere pressoché costanti i finanziamenti per tutta la durata del programma fu anche merito del direttore della NASA James Webb, veterano della politica, che riuscì a fornire un sostegno particolarmente forte al presidente [Lyndon Johnson](#), succeduto a Kennedy [assassinato nel 1963](#), e forte sostenitore del programma spaziale.

Scelta del tipo di missione

[John Houbolt](#) illustra lo scenario del LOR, riuscirà a farlo accettare non senza difficoltà.

Essendosi posti come obiettivo la Luna, i pianificatori della missione Apollo dovettero affrontare il difficile compito imposto da Kennedy, cercando di minimizzare il rischio per la vita umana considerando il livello tecnologico dell'epoca e le abilità dell'[astronauta](#).

Vennero considerati tre diversi scenari possibili per la missione:

- **Ascesa diretta:** Prevedeva un lancio diretto verso la Luna. Ciò avrebbe richiesto lo sviluppo di razzi molto più potenti di quelli dell'epoca, denominati [Nova](#) in sede di progetto. Questa soluzione prevedeva che l'intera [navicella](#) atterrasse sulla Luna e poi ripartisse verso la Terra.
- **[Rendezvous in orbita terrestre:](#)** La seconda, nota come EOR (*Earth orbit rendezvous*), prevedeva il lancio di due razzi [Saturn V](#), uno contenente la navicella, l'altro destinato interamente al propellente. La navicella sarebbe entrata in orbita terrestre e lì rifornita del [propellente](#) necessario a raggiungere la Luna e tornare indietro. Anche in questo caso sarebbe atterrata l'intera navicella^{[15][16]}.

- **Rendezvous in orbita lunare (LOR):** Fu lo scenario che venne effettivamente
- realizzato. Fu ideato da [John Houbolt](#) ed è chiamato tecnicamente LOR (*Lunar orbit rendezvous*). La navicella era composta da due moduli: il CSM ([modulo di comando-servizio](#)) e LM ([modulo lunare](#)) o anche LEM (*Lunar Excursion Module*, il suo nome iniziale). Il CSM era costituito da una [capsula](#) per la sopravvivenza dei tre astronauti munita di [scudo termico](#) per il rientro nell'[atmosfera](#) terrestre (modulo di comando) e dalla parte elettronica e di sostentamento energetico per il modulo di comando, cosiddetta modulo di servizio. Il modulo lunare, una volta separato dal CSM, doveva garantire la sopravvivenza ai due astronauti che sarebbero scesi sulla superficie lunare^[17].

Separazione dell'interstadio del [Saturn V](#), durante la missione [Apollo 6](#).

Il modulo lunare doveva svolgere una funzione di ascesa e di discesa sul suolo lunare. Terminata questa fase avrebbe dovuto riagganciarsi al modulo di comando-servizio, in orbita lunare, per il ritorno sulla Terra. Il vantaggio offerto da questa soluzione era che il LEM, dopo essersi staccato dal modulo di comando-servizio, era molto leggero e quindi più manovrabile. Inoltre sarebbe stato possibile utilizzare un solo razzo Saturn V per il lancio della missione. Ciononostante, non tutti i tecnici furono concordi sull'adozione del rendezvous in orbita lunare, specialmente per le difficoltà che presentavano i numerosi agganci e sganci che avrebbero dovuto affrontare i moduli.

Anche [Wernher von Braun](#), che dirigeva il team del *Marshall Space Flight Center*, incaricato di sviluppare il lanciatore ed era un sostenitore della tecnica del rendezvous in orbita terrestre, finì per convincersi che il LOR fosse l'unico scenario che avrebbe potuto far rispettare la scadenza fissata dal presidente Kennedy^[18].

All'inizio dell'estate 1962, i principali funzionari della NASA si erano ormai tutti convinti della necessità dell'adozione del rendezvous in orbita lunare, tuttavia sorse il [veto](#) di Jerome B. Wiesner, consigliere scientifico del presidente Kennedy, che fu però superato nei mesi seguenti. L'architettura della missione fu approvata definitivamente il [7 novembre 1962](#). Entro luglio, 11 aziende aerospaziali statunitensi furono invitate alla progettazione del modulo lunare sulla base di queste specifiche

Un cambio di scala



La poderosa struttura del [Vehicle Assembly Building](#), presso il [John F. Kennedy Space Center](#).



Il primo stadio del [Saturn V](#) viene ultimato nel centro di produzione.

Il 5 maggio 1961, pochi giorni prima dell'avvio del programma Apollo, [Alan Shepard](#) diventò il primo astronauta statunitense a volare nello spazio (missione [Mercury-Redstone 3](#)). In realtà, si trattò solo di un [volo suborbitale](#) ed il razzo utilizzato non era in grado di mandare in orbita una [capsula spaziale](#) di peso maggiore ad una [tonnellata](#)^[20]. Per realizzare il programma lunare risultava invece necessario portare in orbita bassa terrestre almeno 120 tonnellate. Già questo dato può far capire quale sia stato il cambiamento di scala richiesto ai progettisti della NASA che dovettero sviluppare un razzo vettore dalle potenze mai raggiunte fino ad allora. Per centrare l'obiettivo fu necessario sviluppare pertanto nuove e complesse tecnologie, tra cui l'utilizzo dell'[idrogeno](#) liquido come [combustibile](#).

Il personale impiegato nel programma spaziale civile crebbe in proporzione. Tra il 1960 e il 1963, il numero dei dipendenti della NASA passò da 10.000 a 36.000 addetti. Per accogliere il nuovo personale e per sviluppare le adeguate attrezzature dedicate al programma Apollo, la NASA istituì tre nuovi centri:

- Il [Manned Spacecraft Center](#) (MSC), costruito nel 1962 nei pressi di [Houston](#), in [Texas](#). Esso fu dedicato alla progettazione e alla verifica del veicolo spaziale (modulo di comando-servizio e modulo lunare), alla formazione degli astronauti e al monitoraggio e gestione del volo. Tra i servizi presenti: il centro di controllo missione, [simulatori di volo](#) e svariate attrezzature destinate a simulare le condizioni nello spazio. Il centro era diretto da Robert Gilruth, un ex ingegnere presso la [NACA](#), che svolse un ruolo di primo piano riguardo alla gestione delle attività correlate al volo spaziale. Questa struttura era già stata allestita per il programma Gemini. Nel [1964](#) erano qui impiegate 15.000 persone, compresi 10.000 dipendenti di varie società aerospaziali^[22] . ^[23]
- Il [Marshall Space Flight Center](#) (MSFC) situato in un vecchio impianto dell'esercito (un arsenale di razzi [Redstone](#)) vicino a [Huntsville](#) in [Alabama](#). Esso fu assegnato alla NASA a partire dal 1960

insieme alla maggior parte degli specialisti che qui vi lavoravano. In particolare vi era presente la squadra [tedesca](#) dirett



a da [Wernher von Braun](#) specializzata in missili balistici. Von Braun rimarrà in carica fino al [1970](#). Il centro era dedicato alla progettazione e alla validazione della famiglia di veicoli di lancio Saturn. Erano presenti banchi di prova, uffici di progettazione e impianti di assemblaggio. Qui vennero impiegate fino a 20.000 persone^{[22][24]}

- Il [Kennedy Space Center](#) (KSC), situato presso [Merritt Island](#) in [Florida](#), da cui verranno lanciati i giganteschi razzi del programma Apollo. La NASA costruì la sua base di lancio a [Cape Canaveral](#), vicino a quella utilizzata dall'aeronautica militare. Il centro si occupava dell'assemblaggio e controllo finale del razzo vettore nonché delle operazioni di relative al suo lancio. Qui, nel [1956](#), vi erano impiegate 20.000 persone. Il cuore del centro spaziale era costituito dal *Launch Complex 39* dotato di due [rampe di lancio](#) e di un enorme edificio di assemblaggio: il [Vehicle Assembly Building](#) (altezza 140 metri), in cui potevano essere assemblati più razzi Saturn V contemporaneamente. Il primo lancio da questo centro è avvenuto per l'[Apollo 4](#) nel [1967](#)^{[22][25]}.

Altri centri della NASA ebbero un ruolo marginale o temporaneo sul lavoro svolto per il programma Apollo. Nel [Centro Spaziale John C. Stennis](#), allestito nel 1961 nello stato del [Mississippi](#), furono predisposti nuovi banchi di prova utilizzati per testare motori a razzo sviluppati per il programma. Il Centro di ricerca Ames, risalente al [1939](#) e situato in [California](#), era dotato di [gallerie del vento](#) utilizzate per studiare il rientro nell'atmosfera della navicella Apollo e perfezionarne la forma. Il [Langley Research Center](#) ([1914](#)), con sede a [Hampton](#) ([Virginia](#)), disponeva anch'esso di ulteriori gallerie del vento. Presso il [Jet Propulsion Laboratory](#) ([1936](#)), a [Pasadena](#), vicino [Los Angeles](#), specializzato nello sviluppo di sonde spaziali, furono progettate le famiglie di veicoli spaziali automatici che produssero le mappe lunari ed acquisirono le conoscenze sull'ambiente lunare indispensabili per rendere possibile il programma Apollo.

Il ruolo dell'industria aeronautica

Il razzo SaturnO V pronto sulla [rampa di lancio](#) 39-A per la missione [Apollo 17](#).

La realizzazione di un programma così ambizioso rese necessaria una decisiva crescita del settore dell'industria aeronautica, sia per quanto riguarda il personale addetto (la NASA passò da 36.500 addetti a 376.500) sia nella realizzazione d'impianti di grandi dimensioni.

La società californiana [North American Aviation](#), produttrice del famoso [B-25 Mitchell](#) protagonista dei combattimenti aerei della [seconda guerra mondiale](#), distintisi già nel [programma X-15](#), assunse un ruolo di primaria importanza. Dopo aver visto fallire i suoi progetti per il trasporto aereo civile, dedicò tutte le sue risorse al programma Apollo fornendo in pratica tutti i componenti principali del progetto, ad eccezione del [modulo lunare](#) che venne progettato e realizzato dalla [Grumman](#).

La North American realizzò, tramite la sua divisione *Rocketdyne*, i motori principali del [razzo](#) principale J-2 e F-1 presso l'impianto a [Canoga Park](#), mentre il [Saturn V](#) era prodotto a [Seal Beach](#) e il modulo di comando e di servizio a [Downey](#). In seguito all'incendio di [Apollo 1](#) e ad alcuni problemi incontrati nello sviluppo, si fonderà con la [Rockwell International](#) nel [1967](#). Il nuovo gruppo svilupperà poi, negli [anni 1970-1980](#) lo [space shuttle](#).

L'azienda [McDonnell Douglas](#) si occupò invece di produrre il terzo stadio del SaturnO V presso i suoi stabilimenti di [Huntington Beach](#) in California, mentre il primo stadio era costruito nello stabilimento [Michoud \(Louisiana\)](#) dalla [Chrysler Corporation](#). Tra i principali fornitori di strumenti di laboratorio e di bordo si deve annoverare il [Massachusetts Institute of Technology](#) (MIT) che progettò i sistemi di navigazione.

Le risorse organizzative e economiche [\[modifica\]](#)



[George Carruthers](#), al centro, discute della *Lunar Surface Ultraviolet Camera* con il comandante dell'[Apollo 16](#) [John Young](#), a destra. Da sinistra, il pilota del modulo lunare [Charles Duke](#) e [Rocco Petrone](#), direttore del programma Apollo.

Il programma Apollo rappresentò una sfida senza precedenti in termini di tecnologia e capacità organizzative. Una delle parti del progetto che richiese più impegno fu quella relativa allo sviluppo del razzo vettore. Le specifiche della missione richiesero infatti lo sviluppo di motori in grado di fornire una grande potenza per il primo stadio (motori [F-1](#)) e di garantire più accensioni (motori [J-2](#)) per il secondo e terzo stadio, caratteristica mai implementata fino ad allora^[29]. Ad aumentare le difficoltà nella progettazione va aggiunta la richiesta di un alto livello di [affidabilità](#) (fu imposta una [probabilità](#) di perdita dell'equipaggio di meno dello 0,1%) e il relativo poco tempo a disposizione (8 anni, tra l'avvio del programma e la scadenza fissata dal presidente Kennedy per il primo allunaggio di una missione con equipaggio).

Nonostante alcune battute di arresto durante le fasi dello sviluppo, grazie anche alle ingenti risorse finanziarie messe a disposizione (con un picco nel [1966](#), con il 5,5% del budget federale assegnato alla NASA), si riuscì a far fronte alle numerose problematiche insorte e mai affrontate precedentemente. Lo sviluppo di tecniche organizzative per la gestione del progetto (pianificazione, gestione delle crisi, [project management](#)) hanno fatto più tardi scuola nel mondo del [business](#).