

Introduzione al corso

Quando alziamo gli occhi al cielo in una notte senza nuvole e da un posto lontano dalle luci delle città, possiamo osservare una miriade di punti luminosi (Figura 1), le stelle (ma non solo) e in alcuni periodi dell'anno anche delle nebulosità. Le stelle che in teoria sono visibili ad occhio nudo dalla Terra sono poco più di 7000, anche se oggi, con l'inquinamento luminoso, al massimo se ne possono distinguere 2000-2500. Oggi sappiamo che le nebulosità possono anche essere agglomerati di miliardi di stelle che fanno parte della nostra galassia, la Via Lattea, oppure altre galassie, o ancora nubi di gas nelle quali stanno nascendo nuove stelle, o resti di stelle "morte",

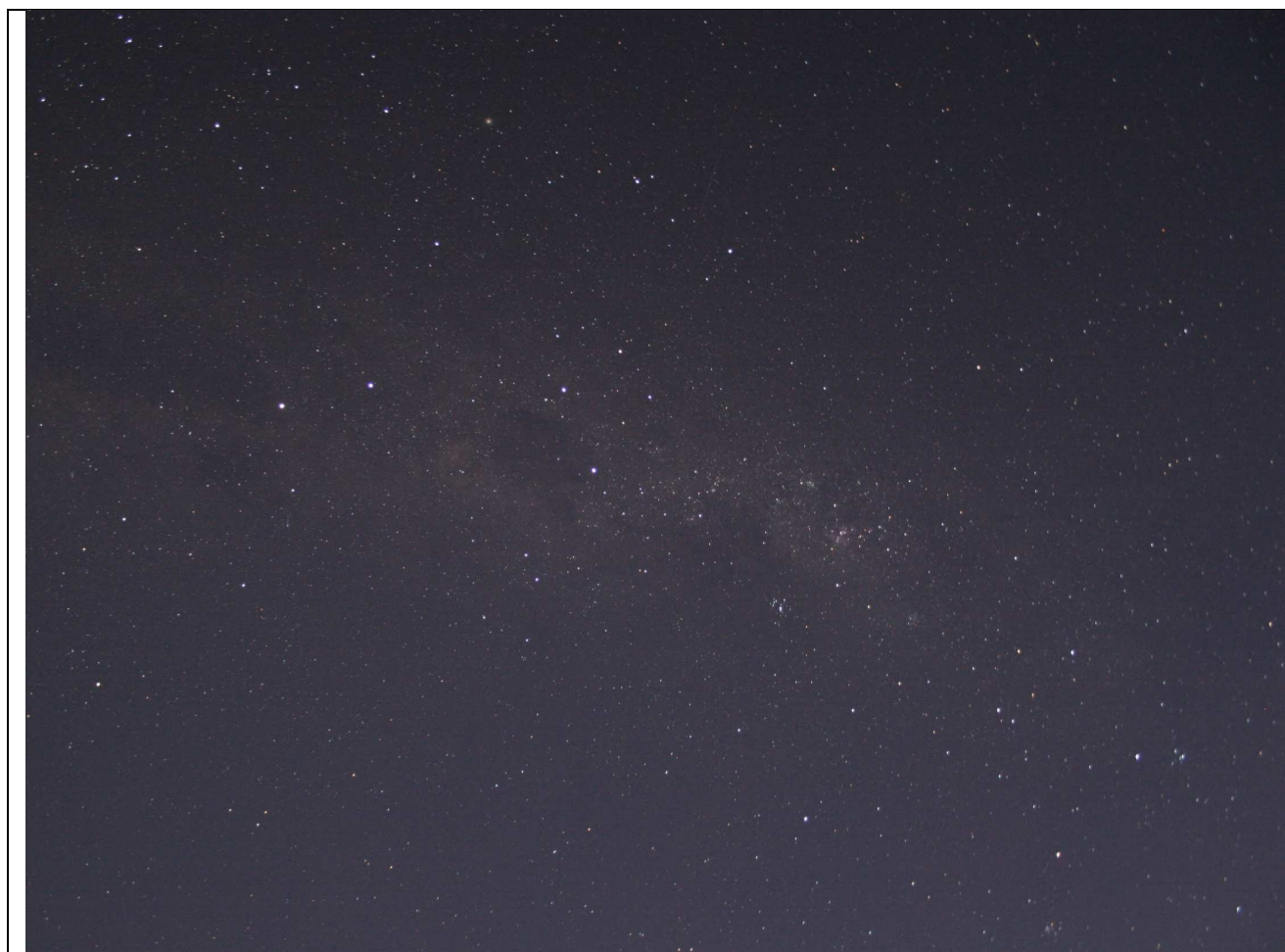


Figura 1 – Il cielo a occhio nudo.

Giacomo Leopardi nella sua opera giovanile *“Storia dell’astronomia dalla sua origine fino all’anno MDCCCXIII”*. Scrive « *Dacché la terra ebbe degli uomini, il cielo ebbe degli ammiratori.* » e chi non è rimasto stupefatto guardando un cielo stellato lontano dalla luce delle città? Il nostro poeta scrive anche: « *La più sublime, la più nobile tra le Fisiche scienze ella è senza dubbio l’Astronomia. L’uomo s’innalza per mezzo di essa come al di sopra di se medesimo, e giunge a conoscere la causa dei fenomeni più straordinari. Una così utile scienza dopo essere stata per molto tempo soggetta alle tenebre dell’errore ed alle follie degli antichi filosofi, venne finalmente ne’ posteriori secoli illustrata a segno, che meritamente può dirsi, poche esser quelle scienze, che ad un tal grado di perfezione sieno ancor giunte. L’uomo può certamente vantarsi di aver superati i maggiori ostacoli,*

che la natura oppor potesse al prepotente suo ingegno, e d'esser quasi giunto all'apice della sapienza. Gli uomini han fatto mai sempre grande stima della scienza degli astri. » Eravamo agli inizi del 1800 e in duecento anni di strada se n'è fatta, ma molta ancora c'è da farne!!!

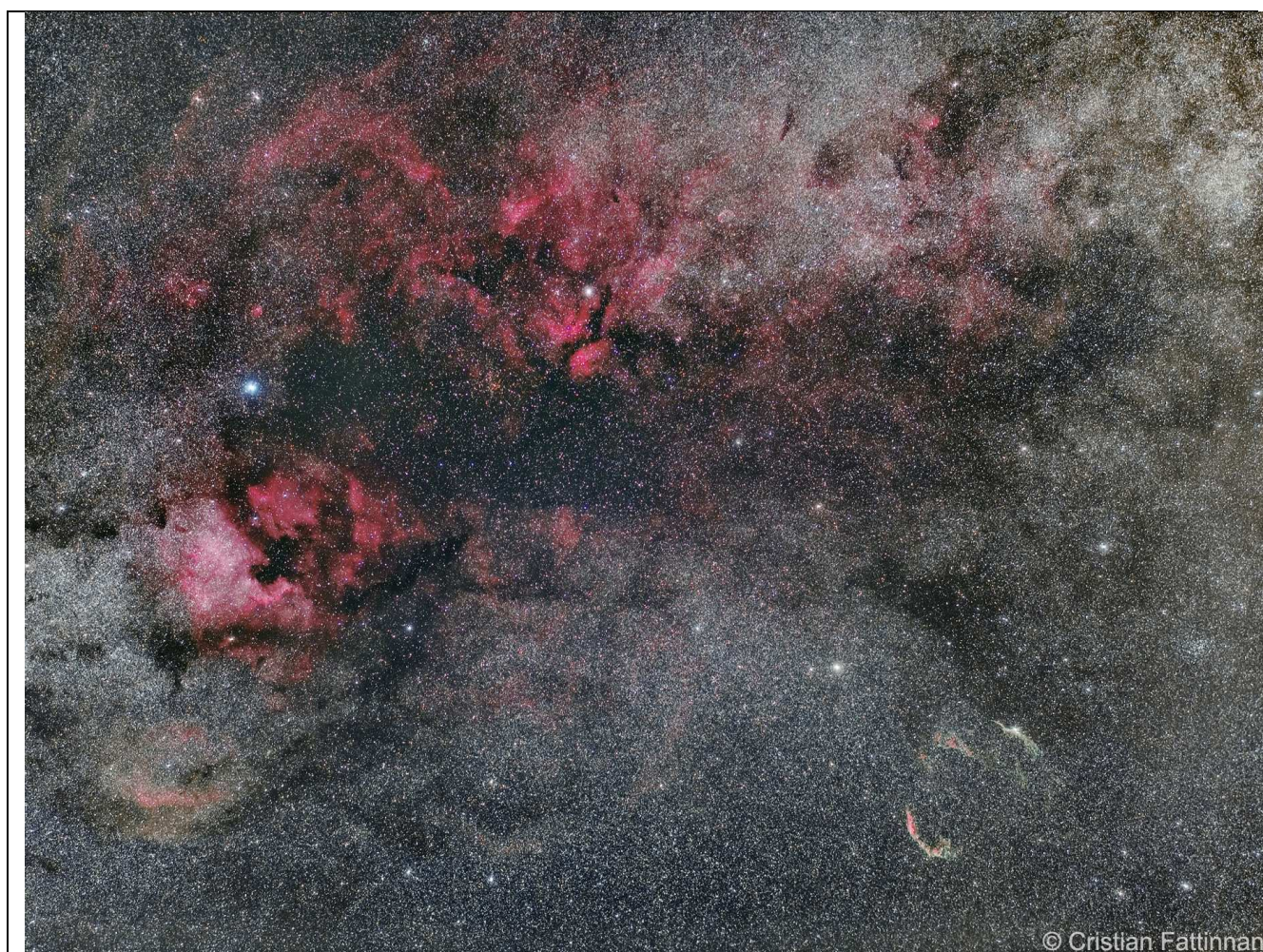


Figura 2 – Una ripresa fotografica della regione del Cigno.

Ma basta poco, una fotocamera e un minimo di attrezzatura fotografica per ottenere immagini del cielo in cui possiamo osservare nebulose e miriadi di stelle (con le tecniche fotografiche possiamo immortalare milioni e milioni di stelle) e mettere in evidenza nubi di gas e polveri sparse per l'universo vicino e lontano. In Figura 2 la regione della costellazione del cigno in cui i puntini bianchi sono stelle, le zone rosse sono nubi di gas illuminato dalle stelle, mentre le zone scure sono sempre nubi di gas, ma freddo e basso a destra quelle stirature sono i gas espulsi circa 50000 anni fa dall'esplosione di una stella al termine della sua "vita".

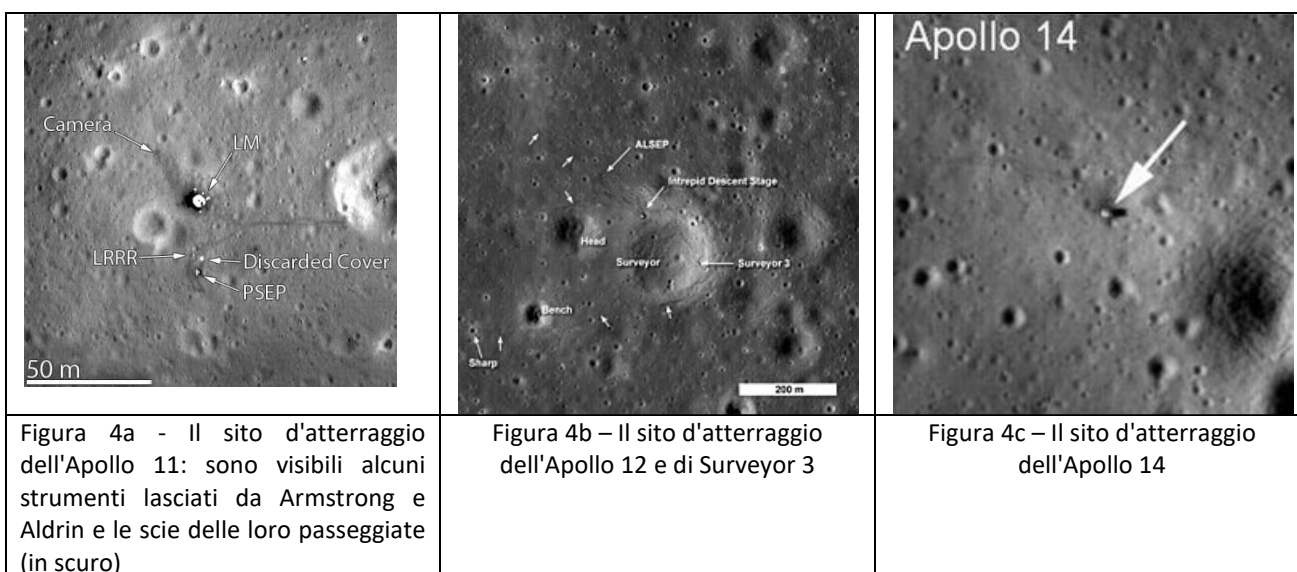
Con i telescopi di ultima generazione, posti a terra o nello spazio, è possibile riprendere delle piccolissime zone di cielo contenenti piccole nubi dove si stanno originando nuove stelle o milioni di galassie lontanissime, ai confini dell'universo conosciuto. La Figura 3 è una immagine rilasciata il giugno 2025 dall'Osservatorio Vera Rubin^[1]. È composta da oltre 1100 immagini e contiene un'immensa varietà di oggetti tra cui circa 10 milioni di galassie.

^[1] Il Telescopio Vera Rubin ha un diametro dello specchio primario di 8,4 metri, combinato con un'enorme camera digitale da 3200 megapixel, che gli consente di avere un ampio campo visivo (circa 9,6 gradi quadrati, equivalente a 40 lune piene) per mappare vastissime porzioni di cielo in modo estremamente dettagliato, il migliore oggi a disposizione degli astronomi.



Figura 3 – Una immagine dell’Ammasso di galassie della Vergine

Per lo studio del nostro “vicinato cosmico”, cioè il nostro Sistema Solare, da oltre 60 anni vengono lanciate sonde automatiche. All’inizio con sorvoli ravvicinati dei pianeti si è potuto conoscerne la struttura superficiale, poi con l’inserimento in orbita e quindi con permanenze attive anche di decenni è stato possibile mapparne completamente la superficie (si veda Mercurio, Venere, la Luna e Marte) con un elevato grado di precisione.



Per esempio la sonda Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) della NASA^[2], lanciata il 18 giugno 2009 e ancora attiva, ha mappato completamente la Luna a vari livelli di dettaglio, ci sono le mappe geologiche globali in scala 1:5.000.000, ma anche un mosaico più grande e dettagliato che copre l'intera Luna con oltre 1.300 immagini, raggiungendo dettagli fino a circa 145 metri per pixel e per aree di particolare interesse, come ad esempio i siti di allunaggio delle missioni Apollo, con una risoluzione di qualche decina di centimetri per pixel (figure 4a, 4b e 4c) .

^[2] NASA = National Aeronautics and Space Administration è l’ente spaziale americano, l’agenzia governativa civile responsabile del programma spaziale e della ricerca aerospaziale degli Stati Uniti d’America.

Con le sonde si sono esplorati quasi tutti i pianeti del Sistema Solare, anche se i più lontani Urano e Nettuno sono stati solo sorvolati solo dalla sonda Voyager 2 che ha sorvolato Urano a una distanza minima di circa 81.500 km (il 24 gennaio 1986) e Nettuno a circa 4.950 km dal suo polo (il 25 agosto 1989), fornendo dati cruciali su entrambi i giganti ghiacciati. Il programma Voyager è un programma scientifico statunitense che ha condotto al lancio nel 1977 di due sonde spaziali, la Voyager 1 e la Voyager 2, per l'esplorazione del sistema solare esterno. Furono lanciate da Cape Canaveral: la Voyager 1 il 5 settembre 1977, pochi giorni dopo della Voyager 2 che era stata lanciata il 20 agosto dello stesso anno. Nella fase iniziale del programma entrambe le sonde hanno sorvolato Giove e Saturno. La sonda Voyager 2 è stata in grado di osservare anche i pianeti Urano e Nettuno sfruttando un allineamento planetario vantaggioso che si verificò alla fine degli anni settanta. Le sonde, alimentate da una pila atomica (ormai in esaurimento!!!), sono ancora in grado di comunicare con la Terra e attualmente stanno fornendo dati utili a caratterizzare l'eliopausa, la regione in cui la pressione esercitata dalle particelle del vento solare diminuisce fino diventare pari a quella delle particelle provenienti dall'esterno del sistema solare. Ad oggi, fine 2025, la Voyager 1 si trova a circa 25 miliardi di chilometri dalla Terra e si sta allontanando nello spazio interstellare. È l'oggetto umano più lontano: i segnali impiegano circa 23 ore e 9 minuti per raggiungerci. La Voyager 2 si trova a oltre 21 miliardi di chilometri dalla Terra e anch'essa si sta allontanando nello spazio interstellare. Ci vogliono circa 19 ore e 27 minuti perché i suoi segnali raggiungano il nostro pianeta.

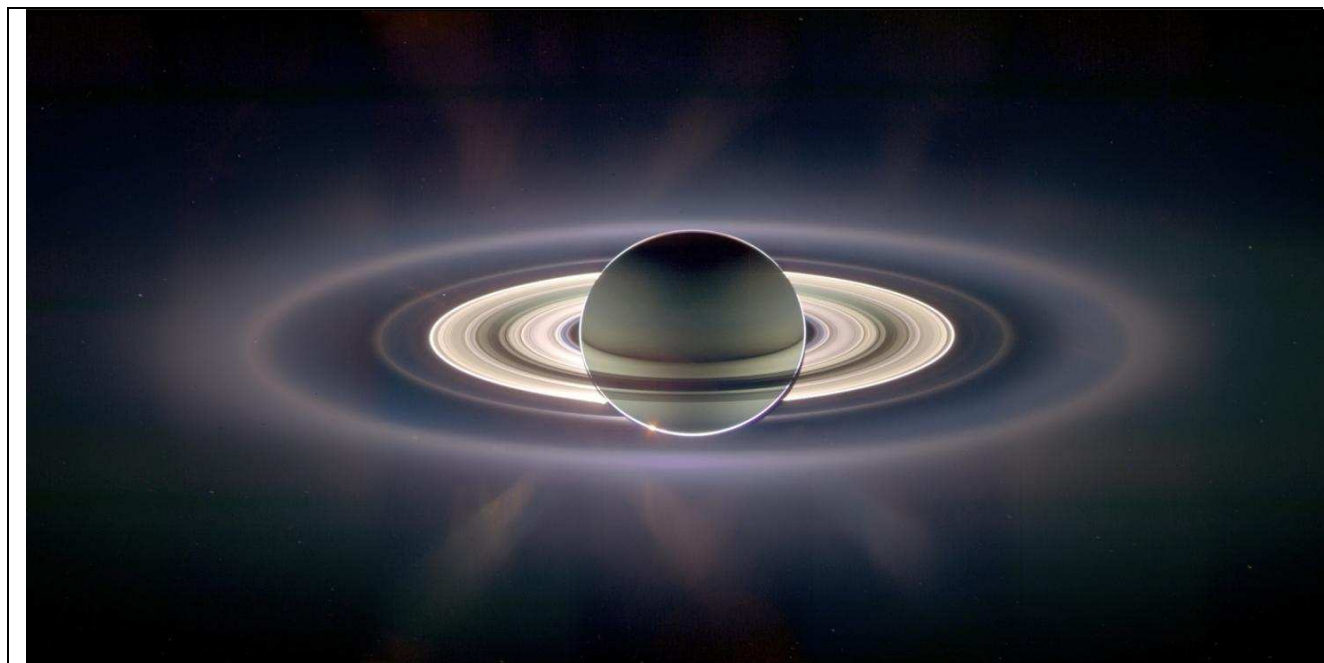


Figura 5 – Saturno in controluce visto dalla sonda Cassini

Nella Figura 5 una spettacolare immagine in contro luce ripresa dalla sonda Cassini, in altre parole il sole si trova dietro Saturno. La Cassini-Huygens è stata una missione robotica interplanetaria congiunta NASA/ESA^[3]/ASI^[4], lanciata il 15 ottobre 1997 con il compito di studiare il sistema di Saturno, comprese le sue lune e i suoi anelli. La sonda si componeva di due elementi: l'orbiter Cassini della NASA e il lander Huygens dell'ESA che doveva scendere su Titano, la principale luna di Saturno. L'inserimento nell'orbita di Saturno è avvenuto il 1 luglio 2004 e la missione è terminata il 15 settembre 2017 quando la sonda è stata inviata nell'atmosfera superiore di Saturno ed è stata distrutta per evitare ogni rischio di contaminazione delle lune di Saturno da parte di microrganismi terrestri eventualmente presenti sulla sonda.

^[3] ESA = European Space Agency è l'agenzia spaziale europea

^[4] ASI = Agenzia Spaziale Italiana

Su alcuni corpi celesti l'uomo ha fatto scendere delle sonde e addirittura dei rover che potessero muoversi autonomamente e esplorare il pianeta. Prima sulla Luna, poi su Venere e Marte, su alcune comete e asteroidi e sul citato Titano. In Figura 6 alcune delle migliaia di immagini riprese dal rover Curiosity della NASA della superficie di Marte. Il nome ufficiale della missione è Mars Science Laboratory (MSL) e è sostanzialmente costituita dal suddetto rover, lanciato il 26 novembre 2011 e atterrato su Marte il 6 agosto 2012. La durata della missione era prevista in almeno un anno marziano (circa 2 anni terrestri) ma è tuttora in corso (4759 Sol^[5], 13 anni terrestri) con lo scopo di investigare sulla passata e presente capacità di Marte di sostenere la vita.

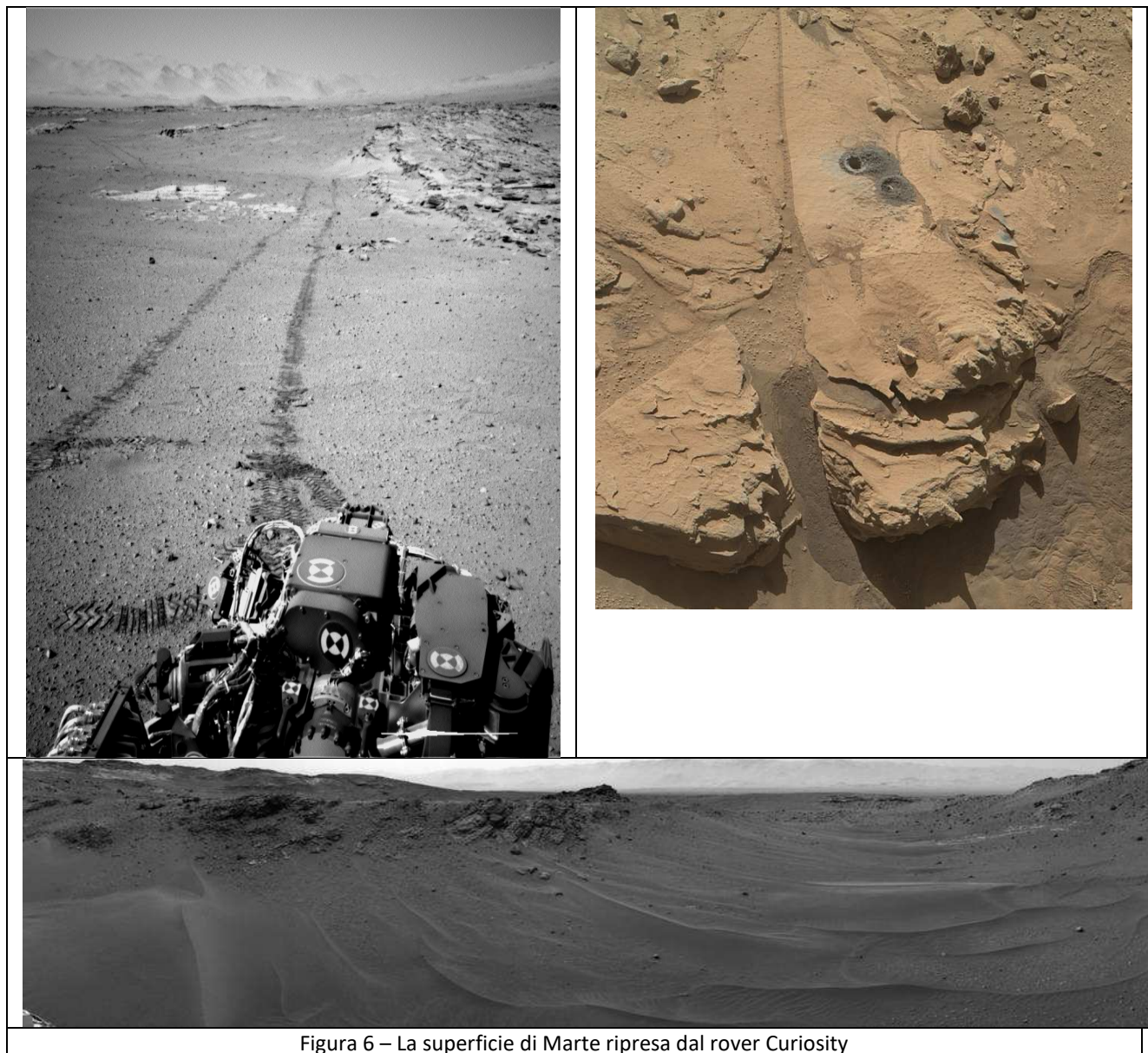


Figura 6 – La superficie di Marte ripresa dal rover Curiosity

Infine tra il luglio del 1969 e il dicembre del 1972 sono scese sulla Luna sei missioni con equipaggio umano a bordo. Le missioni Apollo 11, 12, 14, 15, 16, 17 hanno portato sul suolo lunare 12 uomini in rappresentanza dell'umanità. In Figura 7 la foto dell'astronauta James Irwin dell'Apollo 15.

[⁵] Il termine Sol è utilizzato dagli astronomi per indicare la durata del giorno solare medio sul pianeta Marte, cioè la durata del ciclo giorno-notte (24 ore 39 minuti e 35,244 secondi, contro le 24 ore terrestri).

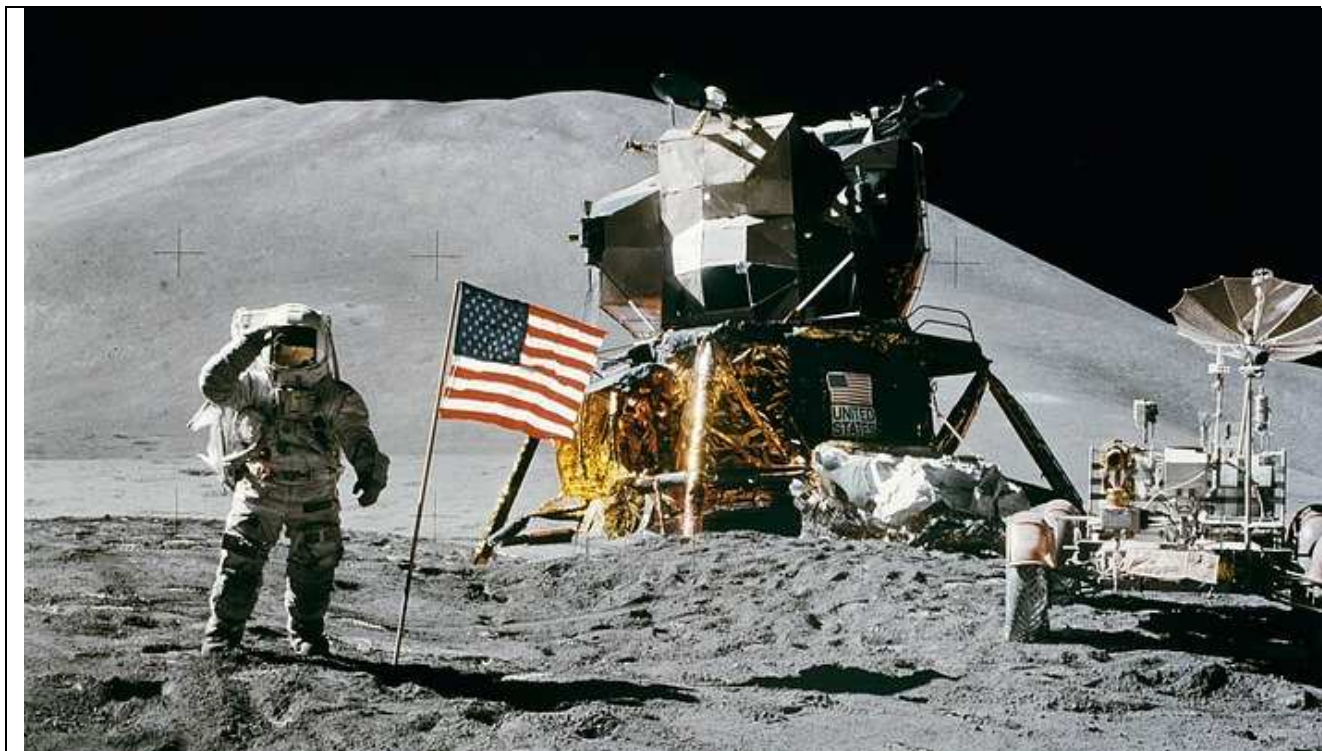


Figura 7 – Il pilota del modulo Apollo 15, James Irwin, inaugura il suolo lunare con la bandiera degli USA, posizionata sul monte Apenninus. La foto è stata scattata dall'astronauta David R. Scott comandante della missione.

Dopo questa introduzione passiamo al programma del corso. Sono previste 6 lezioni di un'ora ciascuna con i seguenti titoli:

- Lez. 1 – Introduzione. La sfera celeste e le costellazioni.
- Lez. 2 – I moti della sfera celeste
- Lez. 3 – Il Sistema Solare parte 1
- Lez. 4 – Il Sistema Solare parte 2
- Lez. 5 – Le stelle
- Lez. 6 – Le galassie e l'Universo

Nelle prime due ci limiteremo a descrivere i fenomeni legati alle più semplici osservazioni a occhio nudo in modo da comprendere la volta celeste e i suoi movimenti anche facendo uso di software di simulazione che ne permetteranno di accelerare il moto.

Nelle lezioni 3 e 4 descriveremo il Sistema Solare alla luce delle più moderne conoscenze basate sui risultati delle sonde spaziali che hanno operato o che stanno ancora operando attorno ai pianeti.

Nella lezione 5, senza entrare nei dettagli fisici e matematici descriveremo la struttura e l'evoluzione delle stelle.

Infine nell'ultima lezione, anche in questo caso in modo estremamente semplice, cercheremo di dare un quadro di cosa sappiamo della struttura e dell'evoluzione dell'Universo nel suo insieme.

Con questo corso ci si prefigge di dare le idee basilari dell'astronomia, senza la pretesa di spiegare tutto, sia perché, come diceva l'astronomo S. Powell: « ***L'Universo ha impiegato miliardi di anni a scrivere la storia della creazione. L'uomo, senza dubbio, dovrà continuare a cercare di imparare a leggerla ancora per molto tempo.*** », sia perché per entrare a fondo dei problemi sono necessarie delle conoscenze di Matematica, Fisica e Chimica che non fanno parte di questo corso.

In un futuro corso cercheremo di andare un po' più a fondo!