

8. ASTROFISICA VIRTUALE

Le risorse di rete in astrofisica

Introduzione

In rete è possibile reperire numerosissime risorse per uso astrofisico: cataloghi, database, immagini, software. E' però importante avere un'idea di quali sono le più importanti e utili in funzione delle proprie esigenze, e sapere dove trovarle.

Nel seguito sono riportate una serie d'indicazioni di massima, che, data la vastità del campo, non hanno la pretesa di essere complete, ma possono fornire un buon punto di partenza.

8.1 Cataloghi

Un catalogo astronomico è una lista o una tabulazione degli oggetti astronomici, raggruppati tipicamente insieme in quanto dividono un tipo comune, la morfologia, l'origine, i mezzi di rilevazione, il metodo di scoperta o l'autore. I cataloghi sono spesso il risultato di una *survey* astronomica di qualche tipo.

Un catalogo contiene sempre la posizione degli oggetti (con uno specificato sistema di coordinate, es. EQ2000) e il loro tipo (es. star, galaxy, open cluster, etc.). A seconda dei casi sono poi specificate altre grandezze, come le velocità radiali, il tipo spettrale, la magnitudine in una o più bande e sono riportati i link ad altri dati, come spettri, referenze bibliografiche, etc.

Esistono alcuni cataloghi di esclusivo interesse storico. Il primo catalogo moderno, attualmente ancora usato, è quello **M** di **Messier** (Charles Messier, 1730 - 1817) che contiene 110 oggetti. Alcuni degli oggetti più noti del cielo, come la nebulosa di Orione (M42), le Pleiadi (M45), la galassia di Andromeda (M31) rientrano in questo catalogo.

Un altro popolare catalogo è l'**NGC**.

Il **New General Catalogue** (*Nuovo Catalogo Generale*, in genere usato col suo nome originale inglese o con l'abbreviazione NGC) è il più famoso e usato catalogo di oggetti del profondo cielo nell'astronomia amatoriale. Contiene circa 8.000 oggetti, ed è uno dei cataloghi più completi, cioè contiene tutti i tipi di oggetti, e non si specializza per esempio in galassie.

L'NGC fu compilato negli anni 1880 da John Dreyer, sulla base di osservazioni condotte per la maggior parte da William Herschel, e fu successivamente espanso con due **Index Catalogues (IC)**, che aggiunsero quasi 5.000 oggetti.

Gli oggetti del cielo australe sono meno rappresentati, ma molti furono osservati da John Herschel. L'NGC originale conteneva molti errori, che furono quasi del tutto eliminati dal Revised NGC.

Il catalogo NGC include il catalogo Messier, per cui gli oggetti Messier hanno anche un numero di catalogo NGC (es.: M1, la nebulosa del granchio, è NGC 1952, M31 è NGC 224, etc.)

L'**Henry Draper Catalog**, pubblicato tra il 1918 e il 1924, elenca più di 225,000 delle stelle più brillanti, nominate usando **HD** seguito da un numero di 6 cifre.

Alcuni altri importanti cataloghi stellari sono:

il catalogo **Hipparcos** (Hipparcos Catalogue)– che contiene i dati di circa 118,000 stelle.

Il catalogo **Tycho-2**, che contiene dati di circa 2.500.000 stelle.

Il **Guide Star Catalog (GSC)**, conosciuto anche come **Hubble Space Telescope Guide Catalog (HSTGC)** è un catalogo stellare originariamente compilato per aiutare il puntamento del Telescopio Spaziale Hubble. Nella sua versione originale conteneva informazioni su circa 20 milioni di stelle e galassie, con una magnitudine apparente compresa tra la 6 e la 15.

La versione corrente, il **Guide Star Catalog II**, è un gigantesco catalogo di 998.402.801 oggetti celesti distinti, e per quasi la metà di questi (455.851.237) fornisce posizioni, classificazione e magnitudini.

Il GSC è il catalogo di default usato dall'applicazione astrometrica PinPoint (utilizzata da maximDL per l'astrometria).

I cataloghi **USNO (United States Naval Observatory)**, di cui il più recente è l'**USNO B1.0**, un catalogo di circa 80 Gbytes, che contiene 1,042,618,261 stelle/galassie.

(<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/usno-b1.0>)

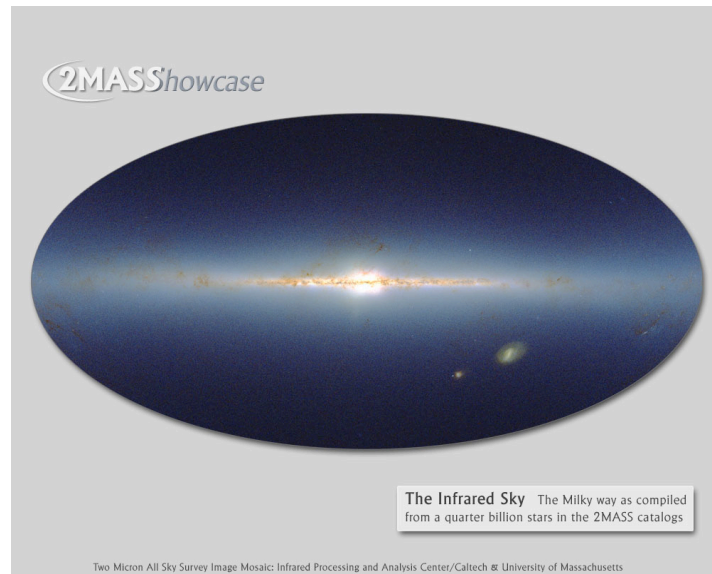
Un altro catalogo molto completo è il **NOMAD (Naval Observatory Merged Astrometric Dataset)**. NOMAD è la sovrapposizione di dati dai cataloghi Hipparcos, Tycho-2, UCAC-2 and USNO-B1, supplementato da informazioni fotometriche dal catalogo 2MASS. Lo scopo primario di NOMAD è consentire agli utilizzatori di reperire i migliori dati astrometrici attualmente disponibili per tutte le stelle nel cielo raggruppando questi dati in un unico catalogo.

(<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/nomad>)

Il **2MASS (2 Micron All-Sky Survey)** è un catalogo che copre l'intero cielo nell'infrarosso in tre bande fotometriche attorno ai 2 μm : J (1,25 μm), H (1,65 μm), e Ks (2.17 μm)¹.

Iniziato nel 1997 è stato completato nel 2001 da due telescopi situati nei due emisferi Nord e Sud (Monte Hopkins in Arizona e Cerro Tololo / CTIO Cile, rispettivamente) per assicurare la copertura di tutto il cielo. Si tratta del progetto più ambizioso fin'ora realizzato di mappare il cielo notturno. L'immagine che segue mostra un mosaico di immagini infrarosse della nostra Galassia ottenuto a partire dalle immagini di 2MASS.

¹ Poichè i classici CCD al Silicio non sono sensibili in queste bande spettrali sono stati usati come rivelatori degli array (da 256×256 pixel) di HgCdTe.



Il catalogo comprende circa 470 milioni di sorgenti puntiformi e 1.6 milioni di sorgenti estese, fino a una magnitudine limite media di 14.

(<http://www.ipac.caltech.edu/2mass/>)

Un'altra importante *survey* ancora in corso (con relativo catalogo) è la **Sloan Digital Sky Survey (SDSS)**.

<http://www.sdss.org/>

Si tratta di un altro ambizioso progetto per la creazione di un database di immagini e dati di oggetti extragalattici. Dal 2000 al 2008 ha ottenuto immagini profonde a più colori che coprono più di un quarto del cielo e ha creato mappe in 3 dimensioni contenenti più di 930.000 galassie e più di 120.000 quasar. Un'ulteriore fase della survey (SDSS-III) è iniziata nel 2008 e si concluderà nel 2014.

La SDSS ha utilizzato un telescopio dedicato da 2,5 metri (Apache Point Observatory, New Messico) dotato di due potenti strumenti speciali. Un array di CCD da 120 megapixel, in grado di riprendere 1,5 gradi quadrati di cielo (circa otto volte l'area della Luna piena) in una singola posa e due spettrografi in grado di acquisire gli spettri di più di 600 galassie e quasar in un'unica osservazione. A seguire una foto della Whirlpool galaxy (M51 o NGC5194) ottenuta da SDSS.



E' bene tenere presente che non tutti i cataloghi sono della stessa qualità, e pertanto i dati non vanno utilizzati alla cieca. E' bene, in caso di dubbi, confrontare più cataloghi tra loro, osservare il numero di cifre decimali con cui è fornita una misura e valutare, dalla quantità di bibliografia, quanto l'oggetto è stato studiato.

I cataloghi più datati sono ottenuti dalla scansione di lastre fotografiche e ciò comporta in genere una minore precisione nei dati e un maggiore rischio di produzione di artefatti (come stelle fuori posizione o stelle inesistenti). Inoltre la precisione dei dati di uno stesso catalogo – a esempio le magnitudini o le velocità radiali – può variare da un oggetto all'altro, in funzione della qualità e della quantità di dati disponibili per quel dato oggetto.

8.2 Database

Importanti portali per l'accesso alle informazioni (database) ai cataloghi e alle immagini:

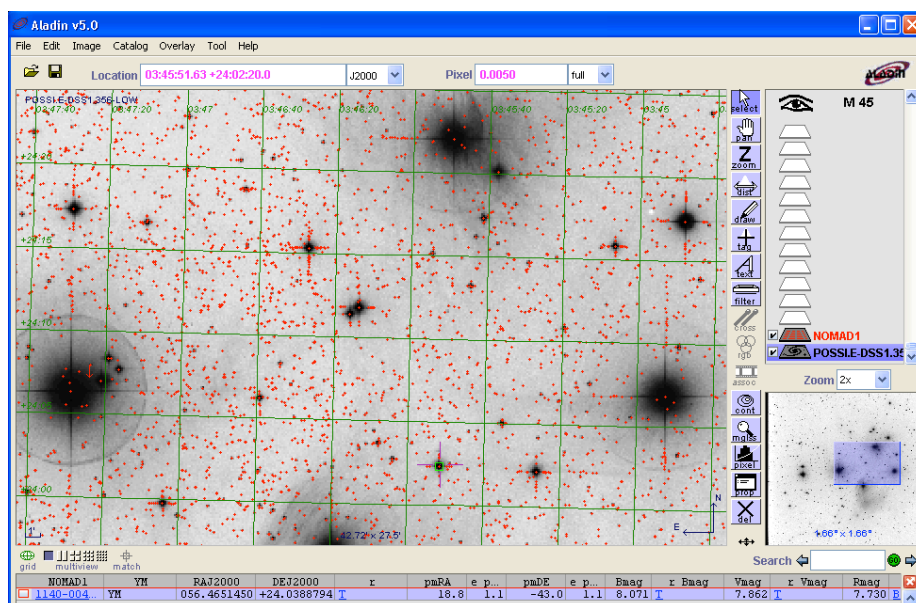
CDS, Centre de Données astronomiques de Strasbourg

<http://cds.u-strasbg.fr/>

Da questo sito è possibile scaricare liberamente il software Aladin che è un atlante celeste (sky atlas) interattivo che permette di scaricare e visualizzare immagini astronomiche digitali, sovrapporre su di esse cataloghi astronomici e database, accedere interattivamente a dati e informazioni per tutte le sorgenti note del campo dal database Simbad, dal service Vizier e da altri archivi.

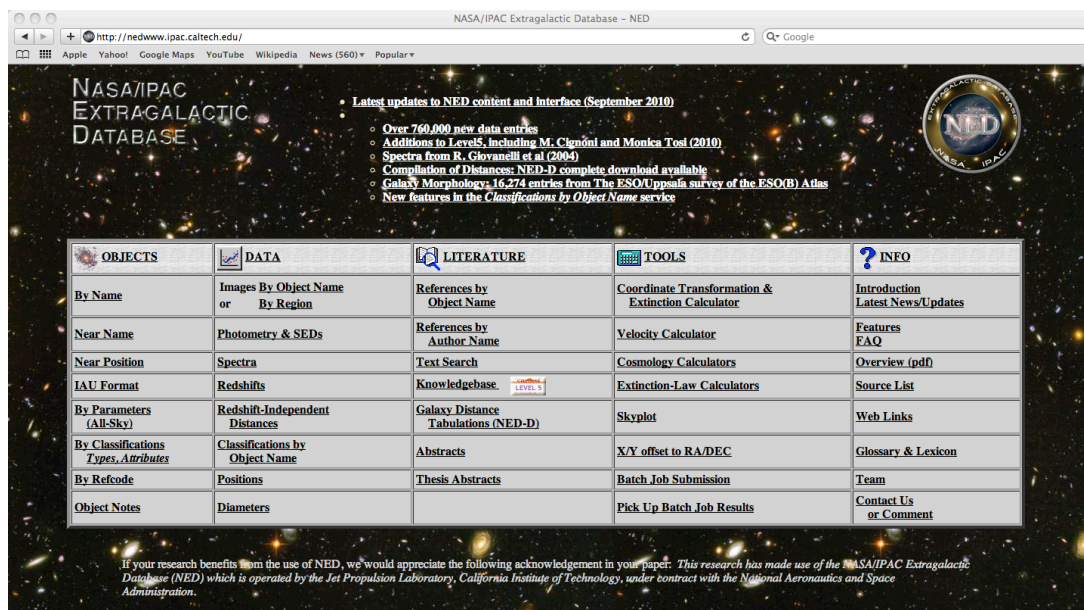
Su Aladin è possibile anche caricare una propria immagine fits (vedi dopo per lo standard fits), astrometrizzata, e quindi sovrapporre un opportuno catalogo per individuare gli oggetti e/o le loro caratteristiche.

Nell'immagine che segue è mostrata una schermata di Aladin con l'immagine delle Pleiadi su cui è sovrapposto il catalogo Nomad. Dell'oggetto selezionato dal quadratino verde (una stella), la linea in basso riporta alcuni dati di catalogo, tra cui le magnitudini in banda B e V. Sulla linea è attivo un link che si collega ai dati del database Sinbad per l'oggetto in questione.



Un altro importante portale, la cui front-page è mostrata qui sotto, è il **NED, NASA/IPAC Extragalactic Database**, specializzato soprattutto in sorgenti extragalattiche.

<http://nedwww.ipac.caltech.edu/>



Un altro utile sito della NASA è l'**High Energy Astrophysics Science Archive Research Center, HEASARC**, <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/>) che è l'archivio primario delle missioni NASA riguardanti l'astrofisica delle alte energie. Recentemente collegato all'archivio dei dati relativi alla radiazione cosmica di fondo (**Legacy Archive for Microwave Background Data Analysis, LAMBDA**, <http://lambda.gsfc.nasa.gov/>), include dati ottenuti dalle missioni di astronomia delle alte energie della NASA, dall'estremo ultravioletto fino alla banda dei raggi gamma.

Da questo sito è anche possibile scaricare numerosi software, utili sia all'analisi dei dati di specifiche missioni, sia alla visualizzazione e al trattamento di immagini e tabelle scritte in formato fits.

Una notevole libreria digitale – libri e articoli – sempre sviluppata dalla Nasa è l'**ADS, Astrophysics Data System**

<http://adswww.harvard.edu/>

Anche se non si tratta di un sito dedicato specificamente all'astrofisica è opportuno citare anche il principale sito - della Cornell University Library - che ospita quasi tutta la letteratura scientifica recente (articoli pubblicati e preprint), che contiene sottosezioni relative all'astrofisica e che è un utile strumento di lavoro per cercare articoli e tenersi aggiornati sulle novità e l'evoluzione di un particolare settore cui si è interessati:

<http://arxiv.org/>

Un utile database dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) è l'**ASDC, ASI Science Data Center**

<http://www.asdc.asi.it/>

Numerose missioni hanno un loro sito in cui è presente una descrizione della missione ed è spesso possibile accedere ai dati.

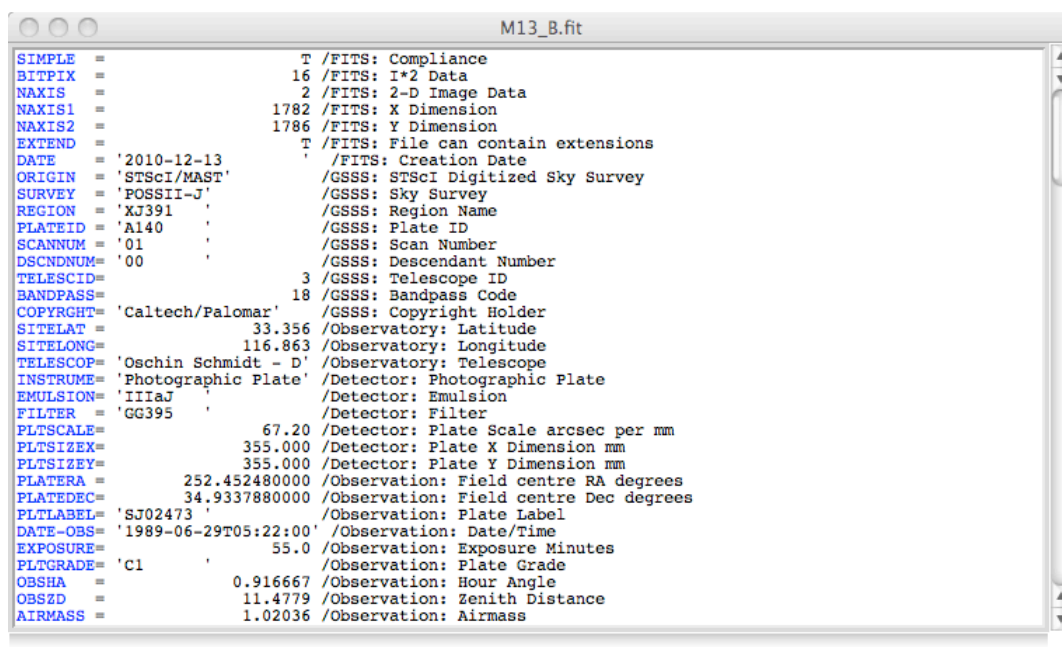
Di particolare rilievo (e molto ben fatti!) gli specifici siti della NASA, relativi alle varie missioni. A esempio il sito del satellite gamma FERMI/GLAST: <http://fermi.gsfc.nasa.gov/>, dove è possibile accedere ai dati e scaricare i software per l'analisi degli stessi.

8.3 Software per la visualizzazione e l'analisi dati

Il formato di file più comunemente usato in astronomia per l'archiviazione di immagini, ma anche di dati, è lo standard **FITS** (Flexible Image Transport System), che in genere compare come estensione .fit (es.: Nomefile.fit).

Una delle caratteristiche principali del formato FITS è che i metadati dell'immagine sono memorizzati nell'*header* (intestazione) del file in un formato ASCII facilmente leggibile in maniera da ottenere tutta una serie di informazioni utili come la data, l'ora, lo strumento usato, le coordinate astronomiche del frame, il numero di pixel, il tipo di rivelatore, etc. Nell'header vengono registrate anche tutte le operazioni successive effettuate sull'immagine (calibrazione astrometrica, messa a registro, etc.) e si possono inserire ulteriori righe con informazioni ritenute utili.

Esempio di parte di un header FITS relativo a una immagine fotografica di M13 (successivamente scansionata) ottenuta con il telescopio Oschin-Schmidt di Monte Palomar, facente parte della sky survey POSS2-J:



```

M13_B.fit
SIMPLE = T /FITS: Compliance
BITPIX = 16 /FITS: I*2 Data
NAXIS = 2 /FITS: 2-D Image Data
NAXIS1 = 1782 /FITS: X Dimension
NAXIS2 = 1786 /FITS: Y Dimension
EXTEND = T /FITS: File can contain extensions
DATE = '2010-12-13' /FITS: Creation Date
ORIGIN = 'STScI/MAST' /GSSS: STScI Digitized Sky Survey
SURVEY = 'POSS2-J' /GSSS: Sky Survey
REGION = 'XJ391' /GSSS: Region Name
PLATEID = 'A140' /GSSS: Plate ID
SCANNUM = '01' /GSSS: Scan Number
DSCNDNUM = '00' /GSSS: Descendant Number
TELESCID = 3 /GSSS: Telescope ID
BANDPASS = 18 /GSSS: Bandpass Code
COPYRIGHT = 'Caltech/Palomar' /GSSS: Copyright Holder
SITELAT = 33.356 /Observatory: Latitude
SITELONG = 116.863 /Observatory: Longitude
TELESCOP = 'Oschin Schmidt - D' /Observatory: Telescope
INSTRUME = 'Photographic Plate' /Detector: Photographic Plate
EMULSION = 'IIIaJ' /Detector: Emulsion
FILTER = 'GG395' /Detector: Filter
PLTSCALE = 67.20 /Detector: Plate Scale arcsec per mm
PLTPIXEL = 355.000 /Detector: Plate X Dimension mm
PLTPIXEL = 355.000 /Detector: Plate Y Dimension mm
PLATEX = 252.452480000 /Observation: Field centre RA degrees
PLATEDEC = 34.9337880000 /Observation: Field centre Dec degrees
PLATELABEL = 'SJ02473' /Observation: Plate Label
DATE-OBS = '1989-06-29T05:22:00' /Observation: Date/Time
EXPOSURE = 55.0 /Observation: Exposure Minutes
PLTGRADE = 'C1' /Observation: Plate Grade
OBSHA = 0.916667 /Observation: Hour Angle
OBSZD = 11.4779 /Observation: Zenith Distance
AIRMASS = 1.02036 /Observation: Airmass

```

Il formato FITS viene spesso utilizzato anche per memorizzare dati non-immagine, come spettri, liste di fotoni, dati, etc. Un file FITS può contenere diverse proroghe, e ciascuno di esse può contenere un oggetto dati. Per esempio, è possibile memorizzare una immagine a raggi X e una infrarossa nello stesso file.

La maggior parte dei software di controllo delle camere CCD producono direttamente file FITS e i software di elaborazione e analisi delle immagini dei principali package di analisi lavorano su file FITS

Al di fuori dei package specializzati (open source o commerciali) il formato FITS può essere letto solo da opportuni software o tramite opportuni plug-in inseriti nei software.

Un programma (liberamente scaricabile) che consente la visualizzazione delle immagini FITS e una parziale elaborazione delle stesse è **DS9**, scaricabile da:

<http://hea-www.harvard.edu/RD/ds9/>

Un altro programma molto utile che consente la visualizzazione sia delle immagini sia delle tavole di dati è **fv** (fitsviewer), scaricabile da:

<http://heasarc.nasa.gov/fv/>

L'utilizzo di base di entrambi i software è abbastanza intuitivo e comunque nei loro help sono contenuti dei manuali di riferimento. Come per tutti i software, la pratica è la migliore maestra.

E' possibile visualizzare immagini FITS anche con Photoshop, scaricando un opportuno plug-in:

http://www.spacetelescope.org/projects/fits_liberator/

8.4 Software planetari

Un'altra risorsa molto utile sono i software planetari.

Un software planetario, impostando il luogo di osservazione e l'epoca (data e ora), ricostruisce la porzione di cielo voluta sullo schermo del computer, fornisce le coordinate degli oggetti, il loro tipo, il numero di catalogo e numerose altre informazioni.

Alcuni software planetari consentono anche il puntamento diretto del telescopio, tramite il controllo della montatura.

A livello base, un software planetario è uno strumento prezioso per vedere il cielo che si andrà osservare o che si sta osservando e quindi per pianificare una osservazione.

Consente di verificare rapidamente le condizioni di visibilità di un oggetto da un certo luogo e a una certa data, di valutare, a esempio, la sua altezza sull'orizzonte, la magnitudine, etc.

Alcuni software planetari consentono di scaricare (e aggiornare) i database più usati e pertanto di accedere, direttamente dallo schermo, a una quantità enorme di oggetti (stelle, galassie, nebulose, ammassi, etc.) e alle informazioni relative.

In alcuni casi è possibile proiettare sullo schermo il FOV del proprio strumento (a esempio, accoppiata telescopio-CCD) in maniera da visualizzare il campo inquadrato.

I software planetari, a seconda del livello, possono essere sia un divertente passatempo, sia una risorsa didattica, sia uno strumento professionale di lavoro.

Anche in questo caso, solo l'uso consente di apprezzare tutte le potenzialità di un software planetario.

In rete è possibile trovare un certo numero di software planetari, liberamente scaricabili.

Qui sotto un elenco parziale di alcuni planetari liberi e commerciali:

Chartes du Ciel (Sky Charts)

<http://www.stargazing.net/astropc/index.html>

Francese, Inglese, + altre lingue, dovrebbe esistere un tool per l'italiano. Windows 95/98/NT/2000/XP

Stellarium

<http://www.stellarium.org/it/>

anche in italiano, anche per Mac e Linux

Hallo northern sky

<http://www.hnsky.org/software.htm>

in inglese per windows

The Sky

<http://www.bisque.com/sc/>

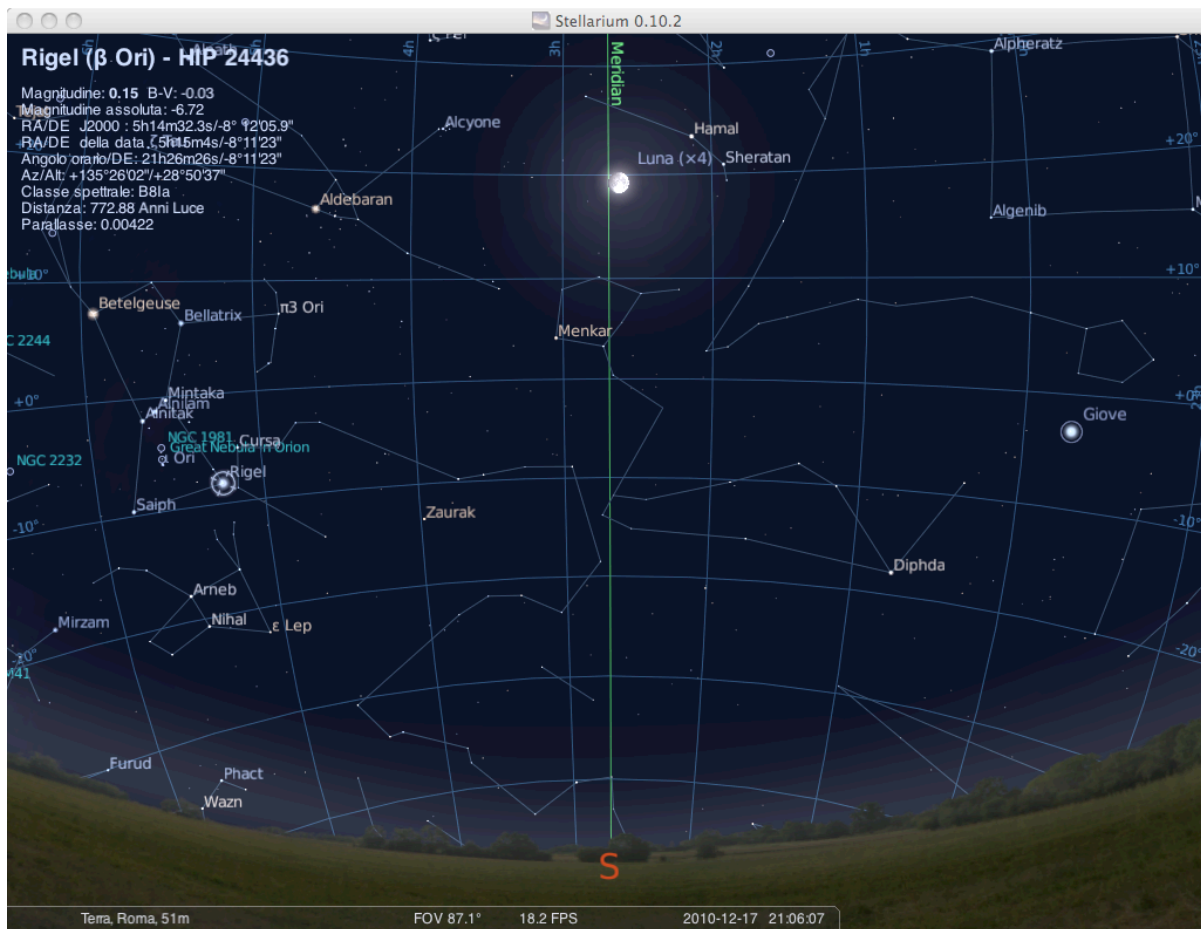
in inglese, anche per Mac (\$ 279)

Perseus

<http://www.perseus.it/it/>

windows, in italiano (da 29 (light edition) a 149 € (edizione professionale))

Tra questi, un planetario consigliabile da scaricare e di facile utilizzo è Stellarium una cui schermata è mostrata nel seguito:



Schermata di Stellarium che mostra una porzione di cielo in direzione Sud, vista da Roma alle ore 21 del 17 dicembre 2010.

Sul cielo sono sovrapposte la griglia di coordinate equatoriali, il meridiano locale, le linee delle costellazioni e i nomi delle principali stelle e di alcuni oggetti del catalogo NGC (è possibile selezionare le soglie di visualizzazione in maniera da visualizzare più o meno stelle e/o oggetti non stellari). Si può notare che a quell'ora è visibile anche Giove.

Sullo schermo è stata selezionata la stella Rigel (β di Orione, 24436 nel catalogo Hipparcos - HIP) in maniera da ottenere le informazioni disponibili, tra cui la magnitudine, l'indice di colore, la distanza, etc. (in alto a sinistra).