

Astronomia del futuro

nuove visioni dell'Universo restando con i
piedi per Terra



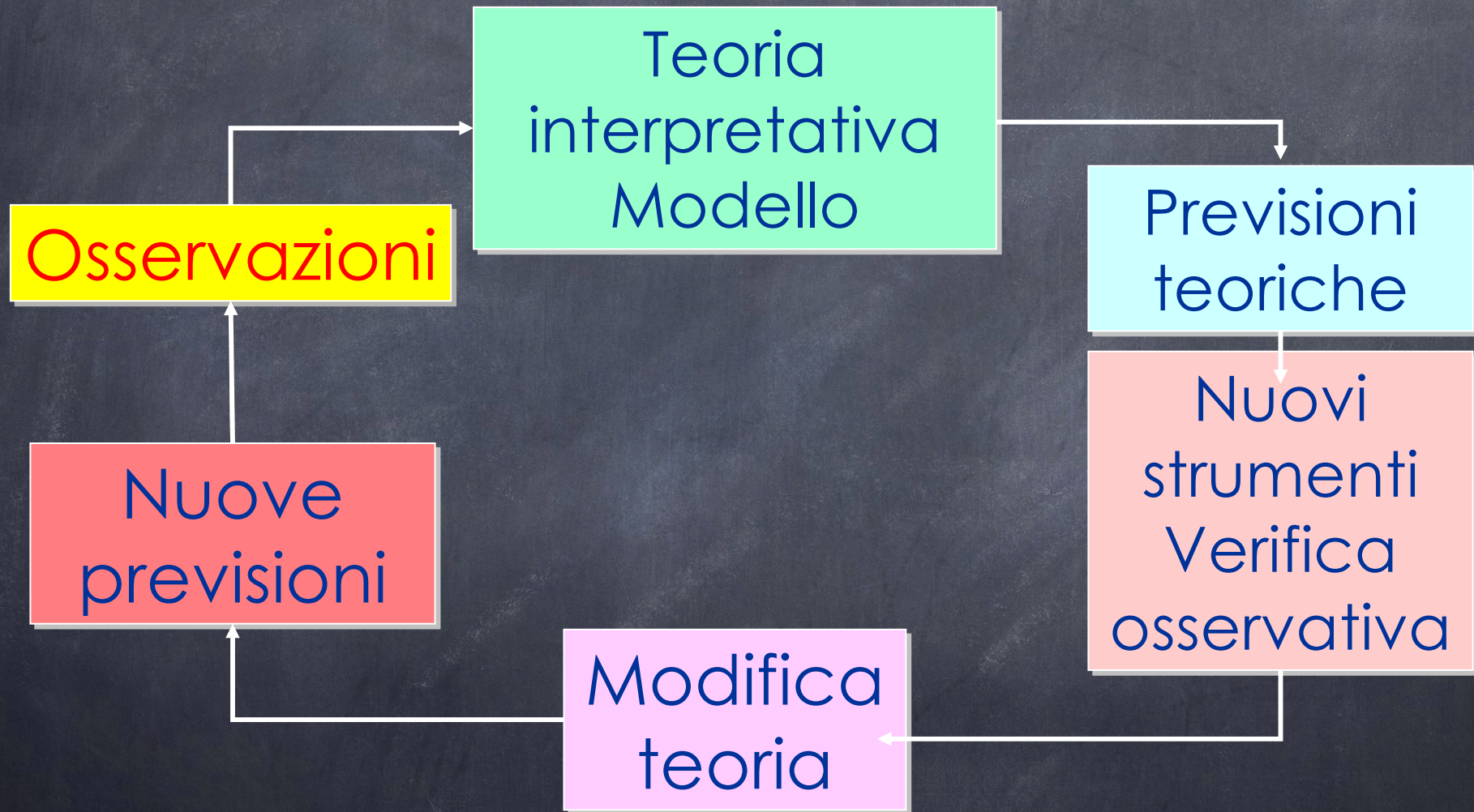
Anna Wolter
INAF-OABrera
ESO Science Outreach Network

Pavia 23 ottobre 2019

Scaletta della presentazione

1. Innovazione perchè – come osserviamo?
2. Astronomia Ottica – ELT e l'ESO
3. RadioAstronomia - SKA
4. Astronomia delle Altissime energie - CTA
5. Conclusioni

Il ciclo della conoscenza



Innovazione - come e perchè?

L'innovazione tecnologica può essere definita come l'attività deliberata delle imprese e delle istituzioni tesa a introdurre nuovi prodotti e nuovi servizi, nonché nuovi metodi per produrli, distribuirli e usarli.

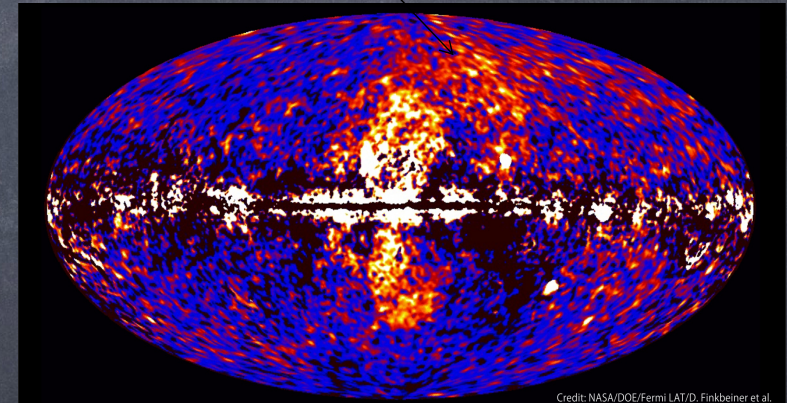
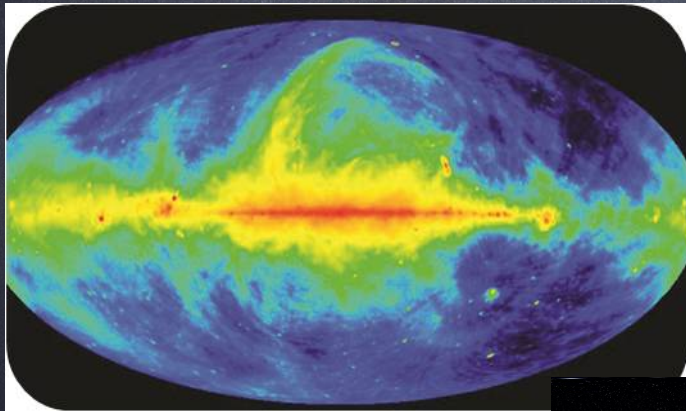
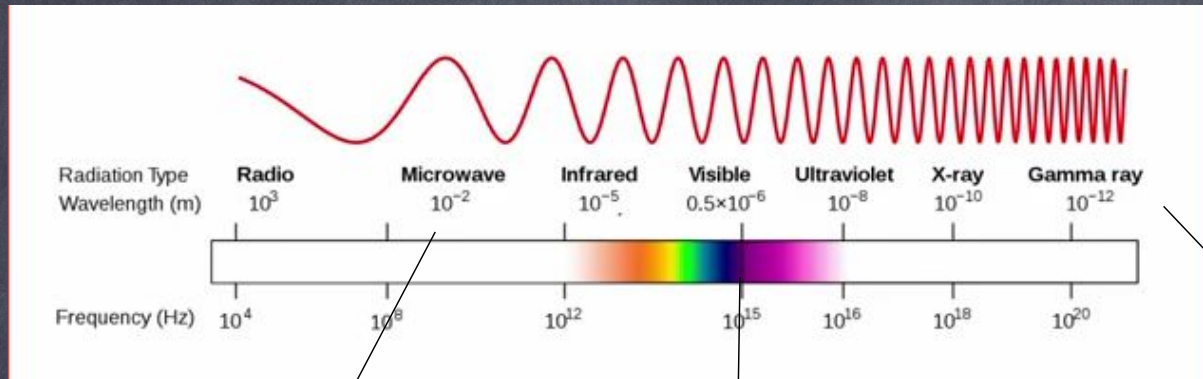
- Need technology shift to progress !





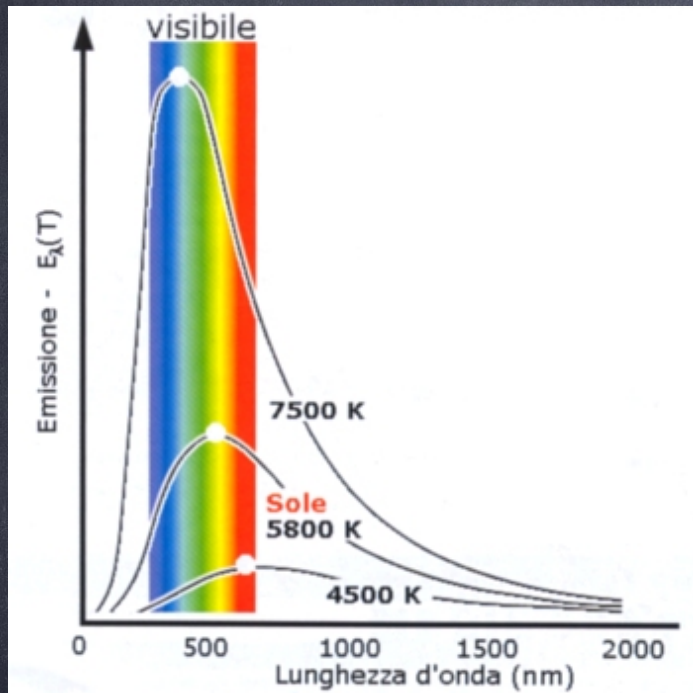


Il cielo nel canale delle onde EM



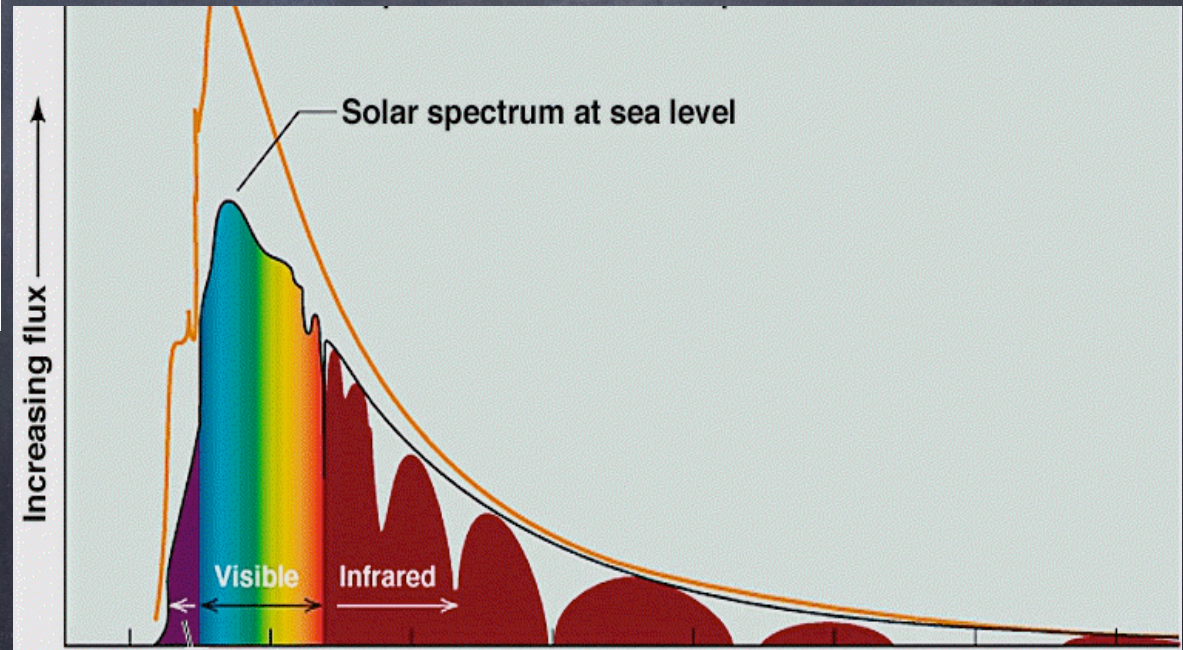
Legame tra colore (frequenza) e temperatura

Formula di Planck della radiazione di corpo nero



$$\langle E \rangle = \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Emissione del Sole a "colori"



Rivelatori

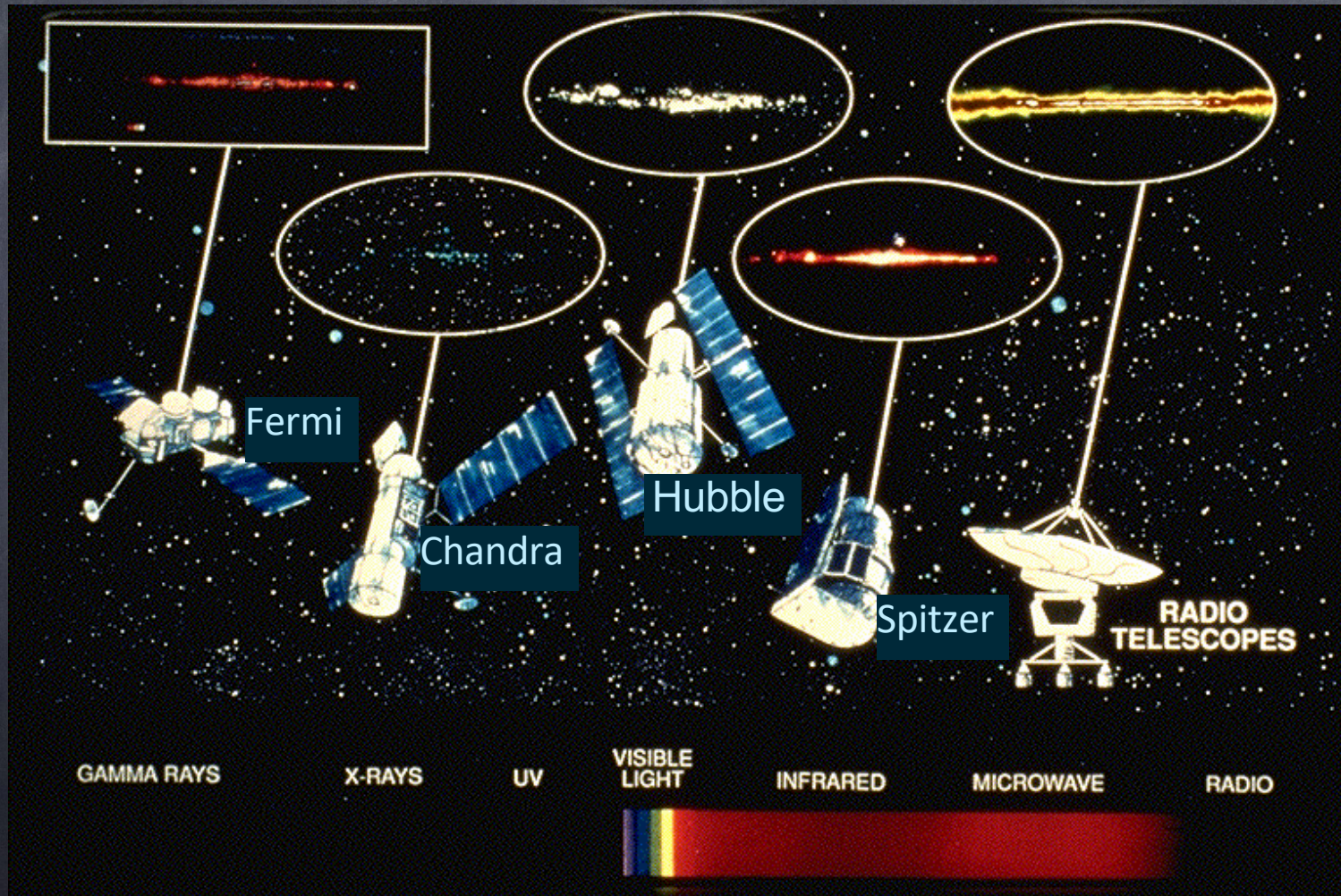
Usiamo rivelatori diversi per ogni tipo di radiazione perchè sfruttiamo diversi tipi di fenomeni fisici per individuarle.

RADIO: onde che fanno vibrare un'antenna

OTTICO: focalizzazione su uno specchio

GAMMA: produzione di sciami

Diversi occhi



Telescopi per onde radio

VLA (Stati Uniti)

Medicina (Bologna)

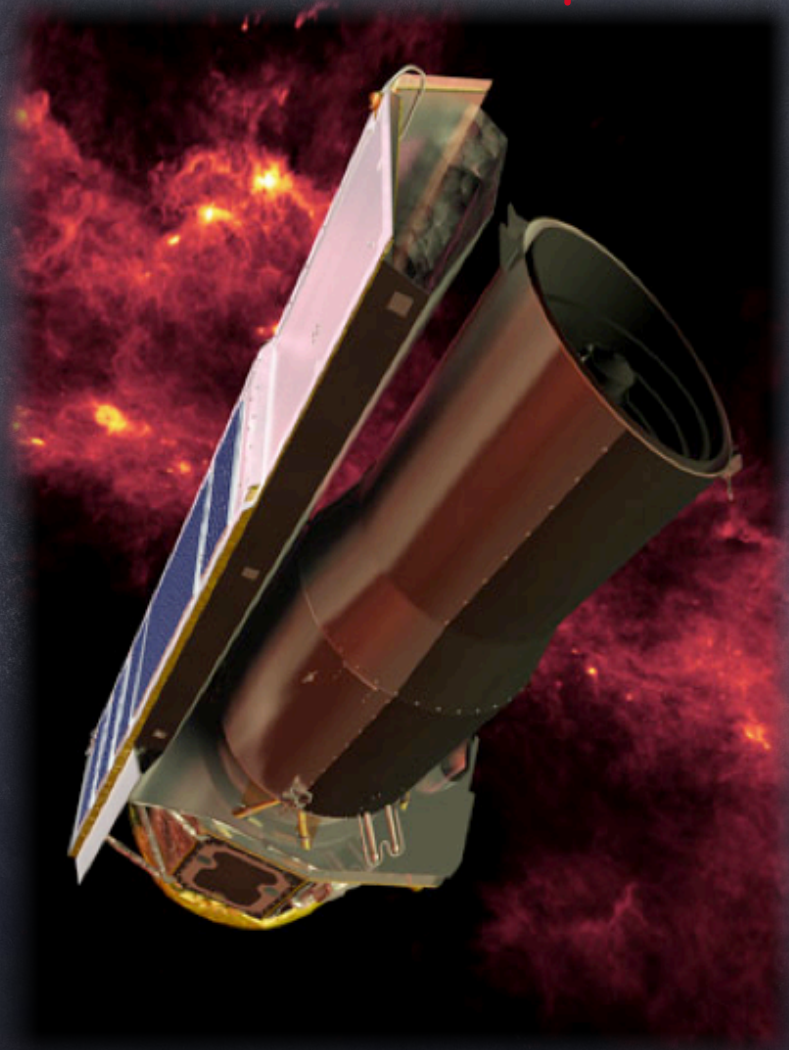


GMRT (India)

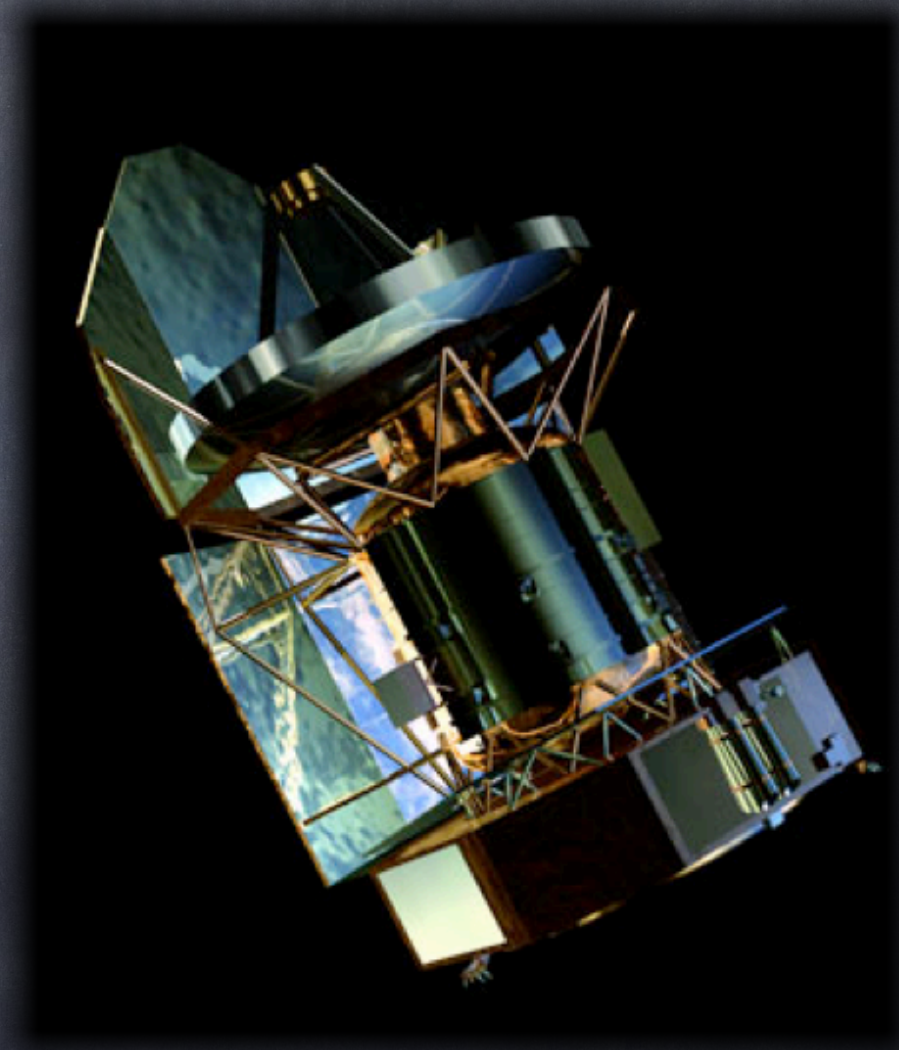


Telescopi per radiazione infrarossa

Spitzer



Herschel



Telescopi per radiazione ottica



Hubble Space Telescope

La Silla (Cile)



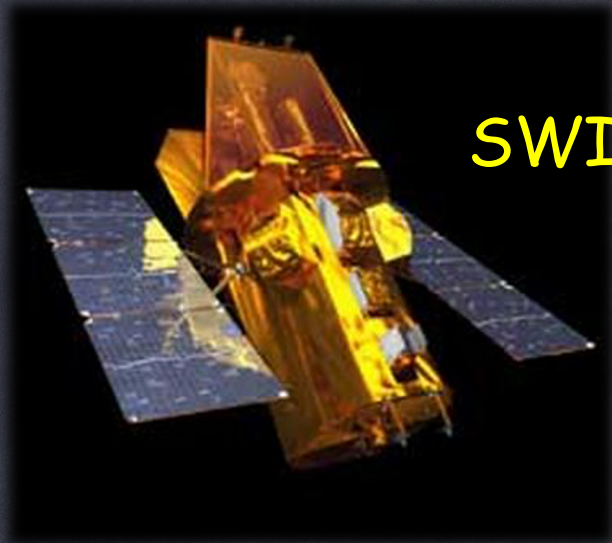
Keck (Hawaii, Stati Uniti)



Very Large Telescope (Cile)



Telescopi per raggi Gamma



SWIFT

Telescopi per raggi X



XMM-Newton



FERMI



Chandra

ASTRONOMIA OTTICA ELT E ESO

L'ESO in uno sguardo

Austria, Belgio, Brasile,
Danimarca, Finlandia,
Francia, Germania, Gran
Bretagna, Italia, Olanda,
Polonia, Portogallo,
Repubblica Ceca, Spagna,
Svezia e Svizzera.

Cile: paese ospite

ESO = European Southern Observatory

5 ottobre 1962 — La fondazione: gli stati membri sono

Belgio, Francia, Germania, I Paesi Bassi e la Svezia. Viene firmata la Convenzione dell'ESO.

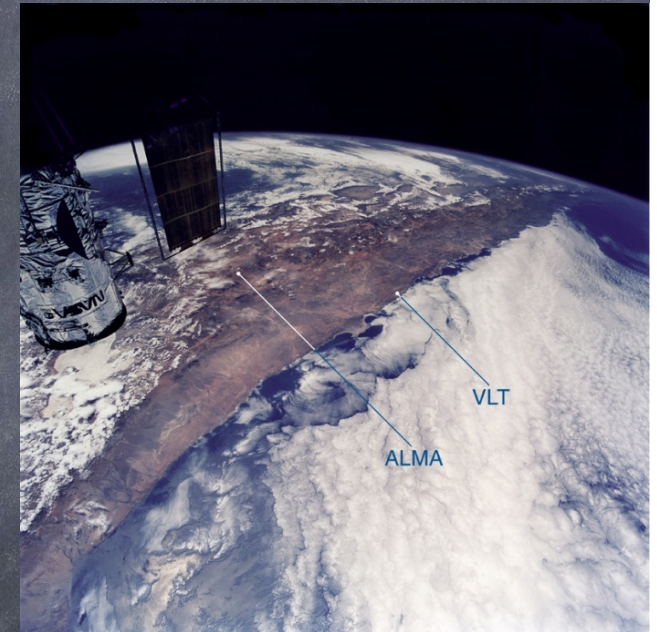


7 novembre 1963

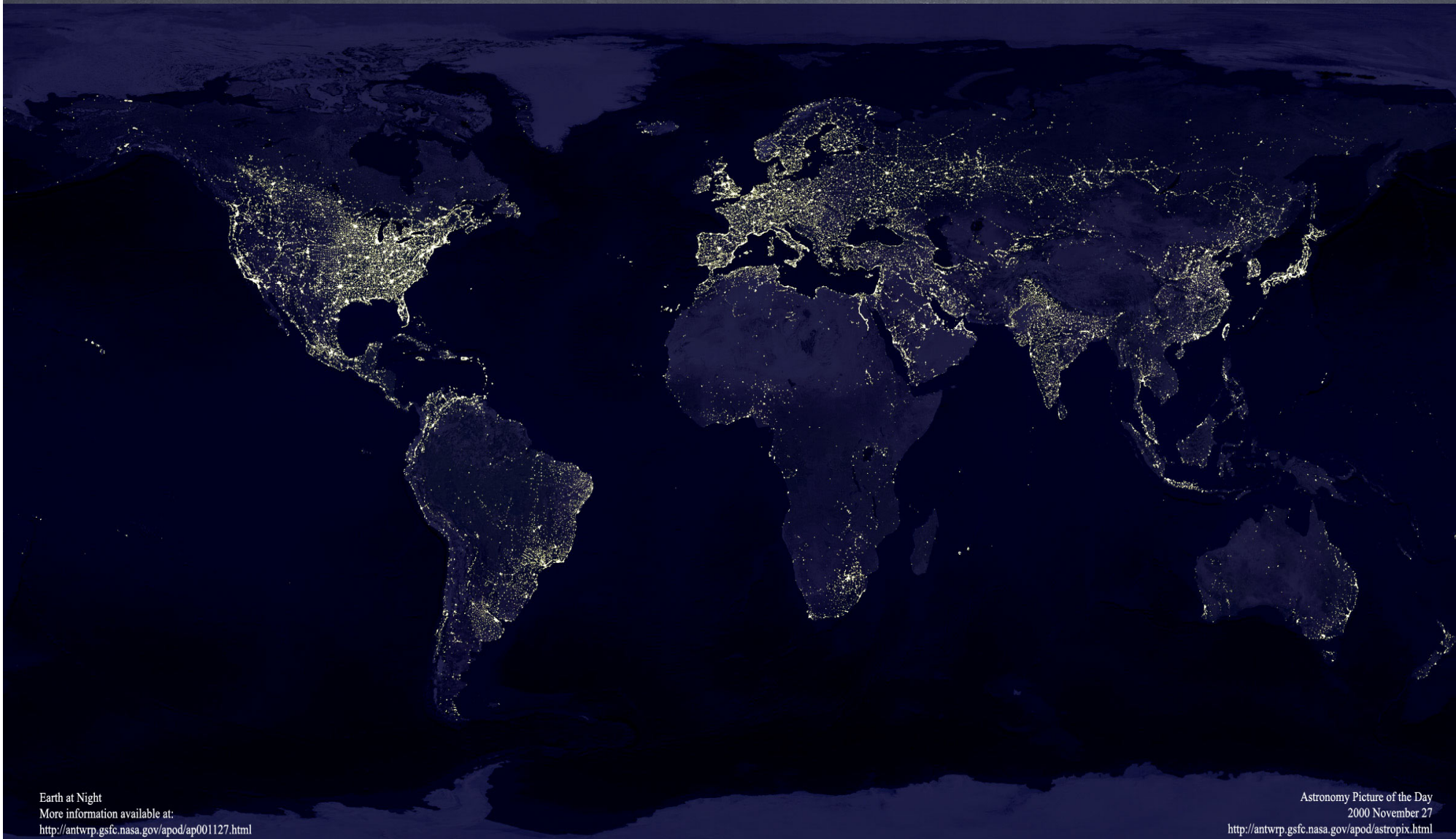
Il Cile viene scelto come sito osservativo dell'ESO e viene firmato il *Convenio* (noto anche come *Acuerdo*), l'accordo tra Cile e ESO, che dà il via all'avventura

Sito per telescopi: un luogo alto e asciutto

- Le osservazioni sono limitate dalla turbolenza dell'atmosfera
- È la stessa causa del "brillio" delle stelle che, su lunghe esposizioni, distorce l'immagine delle stelle da punti a macchie offuscate
- La scelta del sito è fondamentale per un telescopio tanto più quanto più è grande lo specchio primario
- Tipicamente un sito elevato e secco con condizioni atmosferiche (buone e) stabili



e buio...

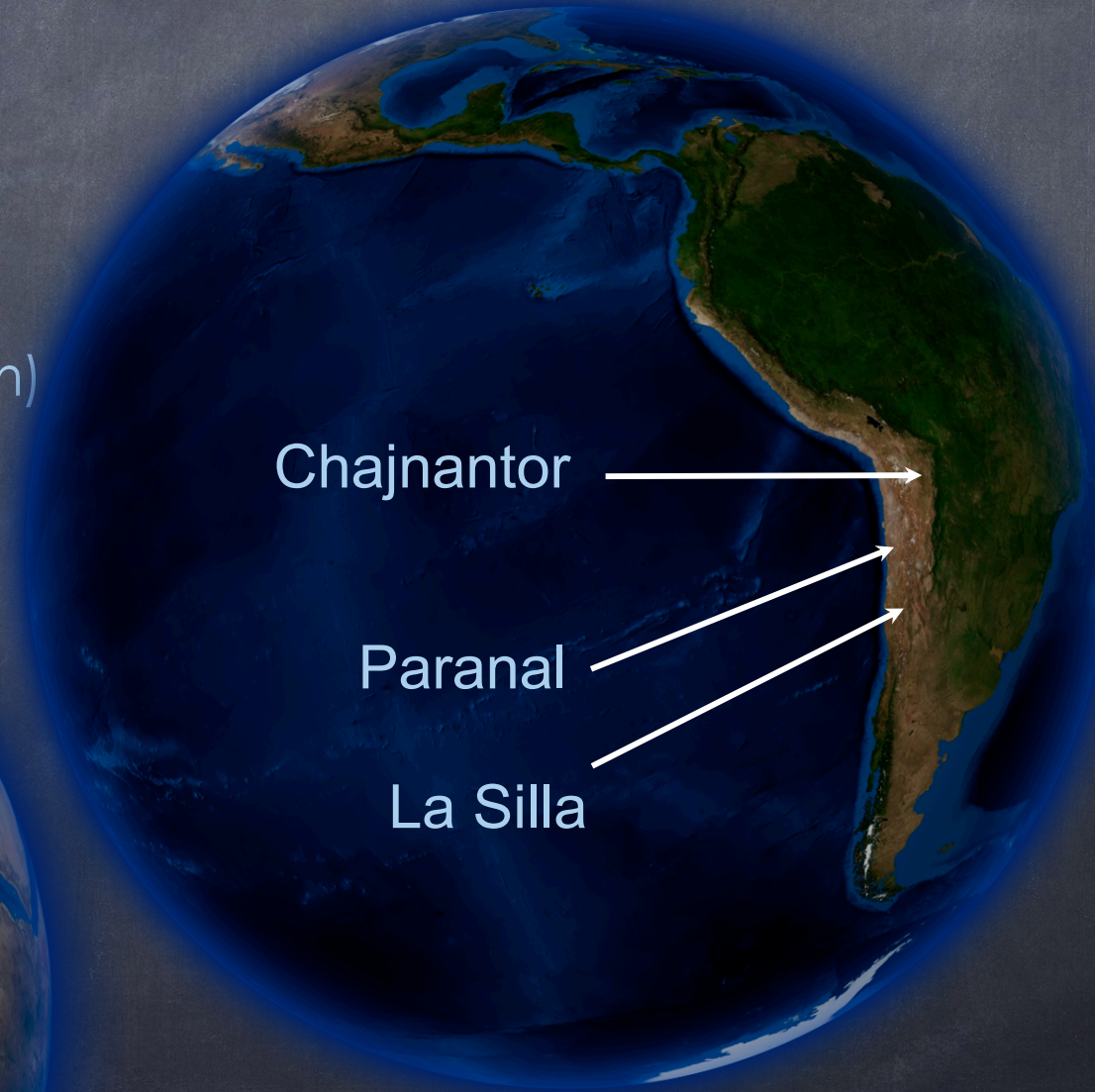
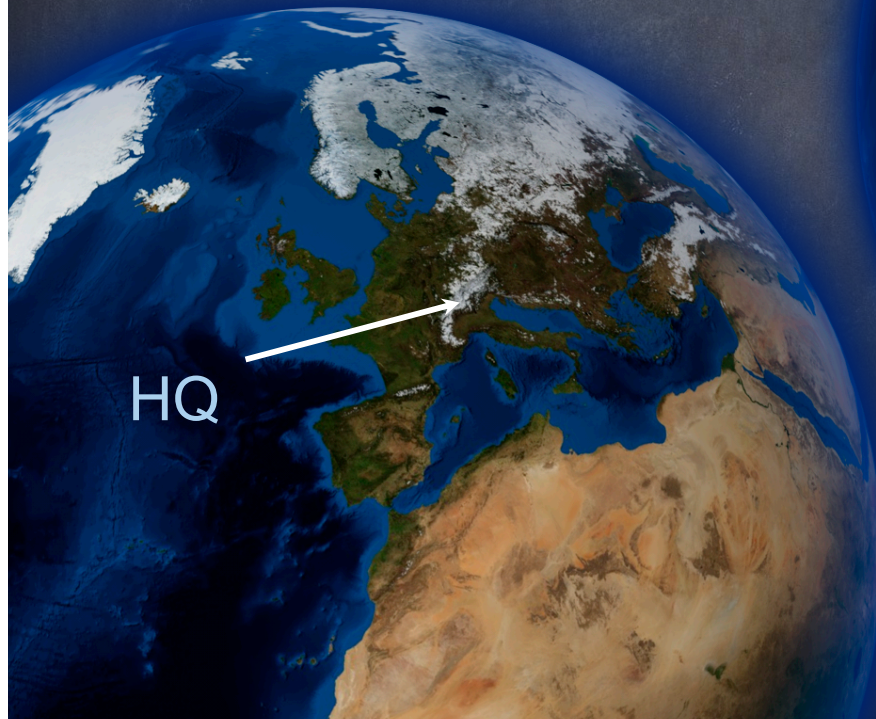


Earth at Night
More information available at:
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap001127.html>

Astronomy Picture of the Day
2000 November 27
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>

Siti osservativi dell'ESO in Cile

- Paranal (2600 m)
- La Silla (2400 m)
- Chajnantor (5000 m)



<http://www.eso.org/public/videos/about-eso-esofly/>



Supernova



Lo strumento per osservare



Dove ho messo gli occhiali?

Seneca: boccia
piena d'acqua
ingrandisce gli
oggetti

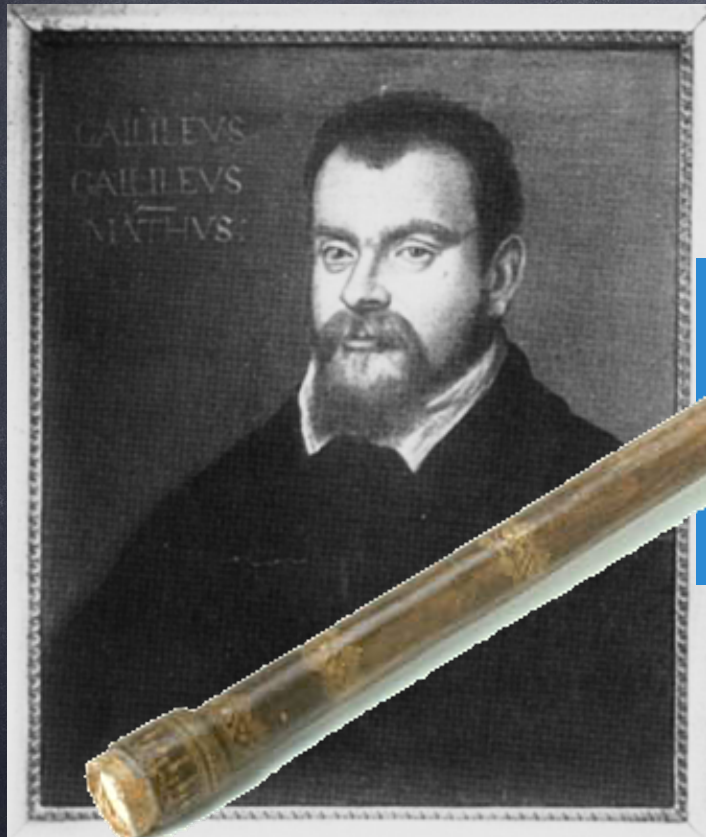
Monaci usano lenti
convesse
appoggiate sui
manoscritti

1352: Tommaso da
Modena dipinge
40 predicatori illustri



Conrad von Soest (1403)

Galileo Galilei (1564-1642)



La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto davanti agli occhi (io dico l'Universo) e non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua,

Agosto-ottobre 1609

« perspicillum exactissimum »

parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

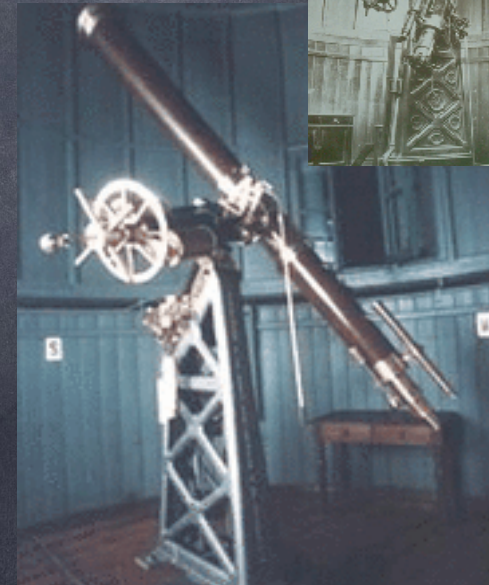
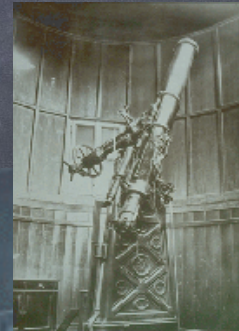
Il saggiaiore, 1623

Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910)

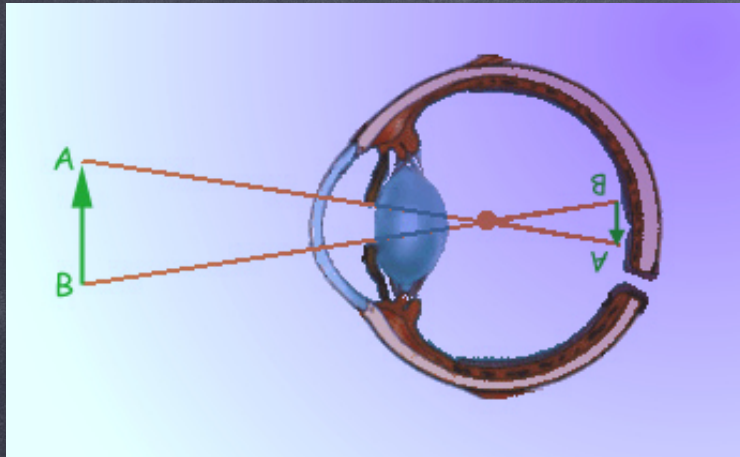


IL GRANDE ASTRONOMO SCHIAPARELLI NELL'OSSERVATORIO DI BRERA.
(Disegno di A. Beltrame, da *Il vero*).

STELLE DOPPIE,
COMETE, MARTE



Un grande occhio

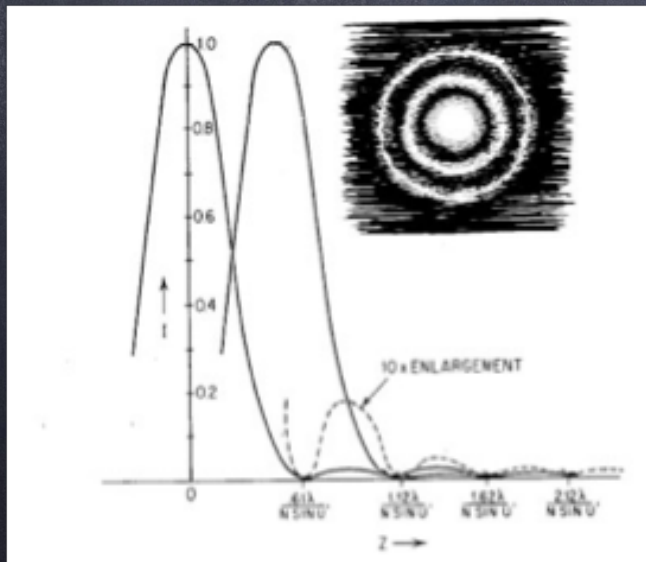
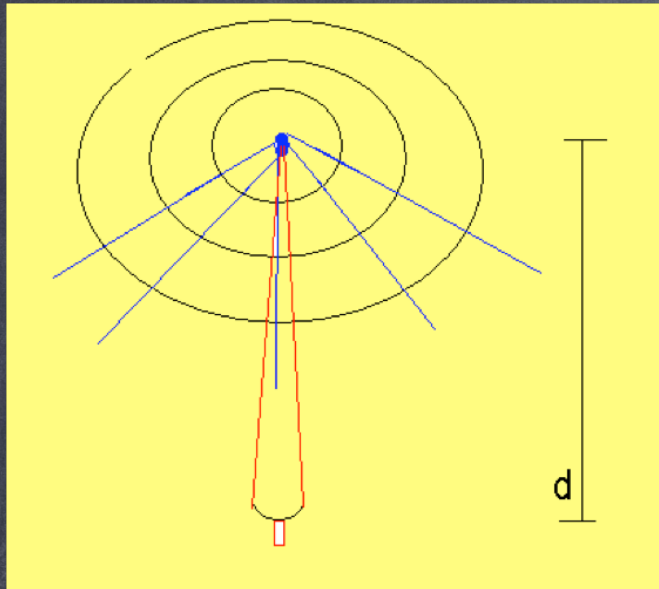


*Dall'occhio umano (1cm) a
due grandi occhi artificiali
di 10 m*

*The
twin
Keck*



Risoluzione Spaziale



- Quanta “informazione” viene raccolta?
- Una sorgente puntiforme non viene rivelata come tale ma con una dimensione (in assenza di altri fattori) determinata dalla diffrazione

$$\varepsilon = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

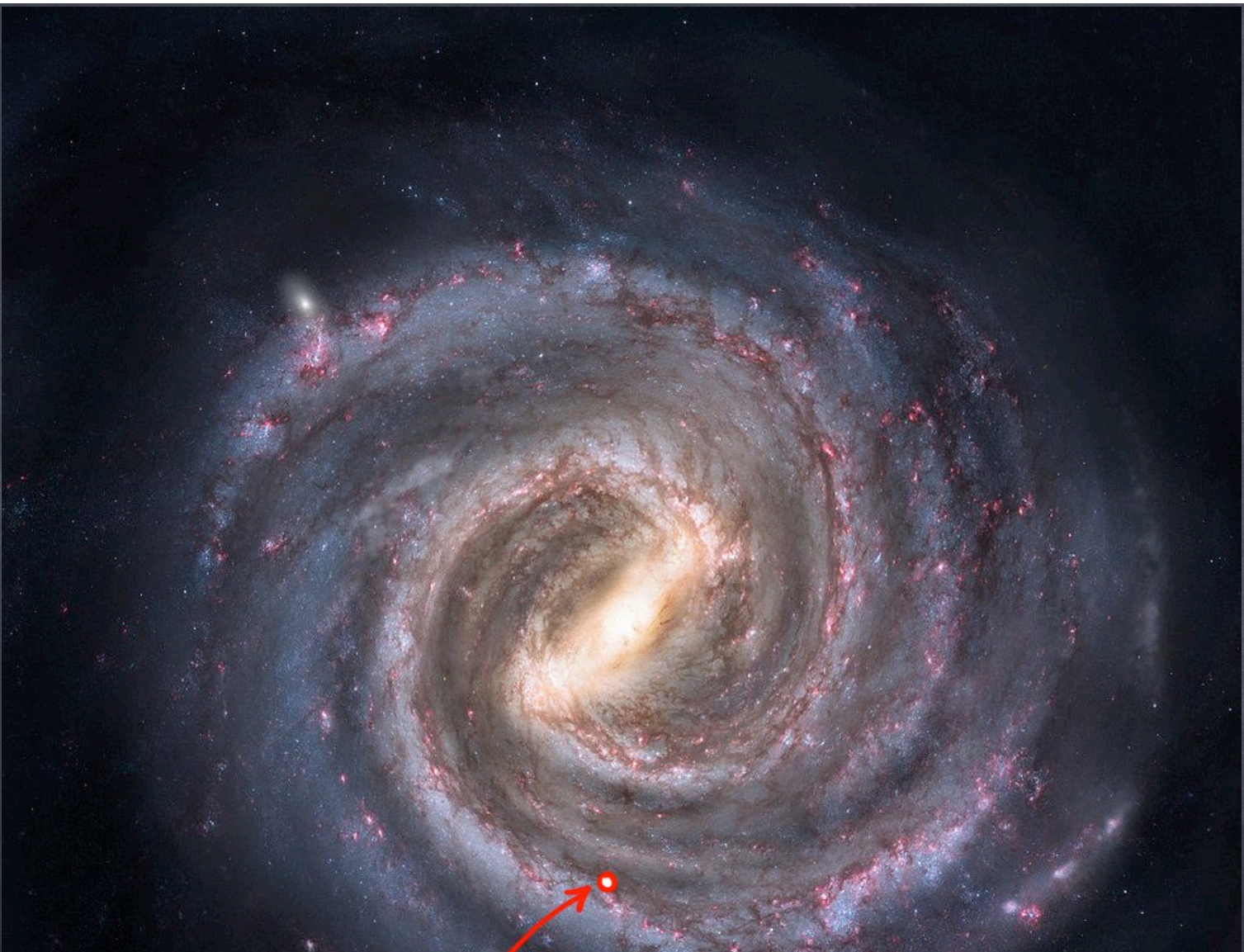
- Energia Raccolta e Risoluzione Spaziale determinano la “bontà” di un sistema ottico per Astronomia.

L'occhio è l'unico strumento..



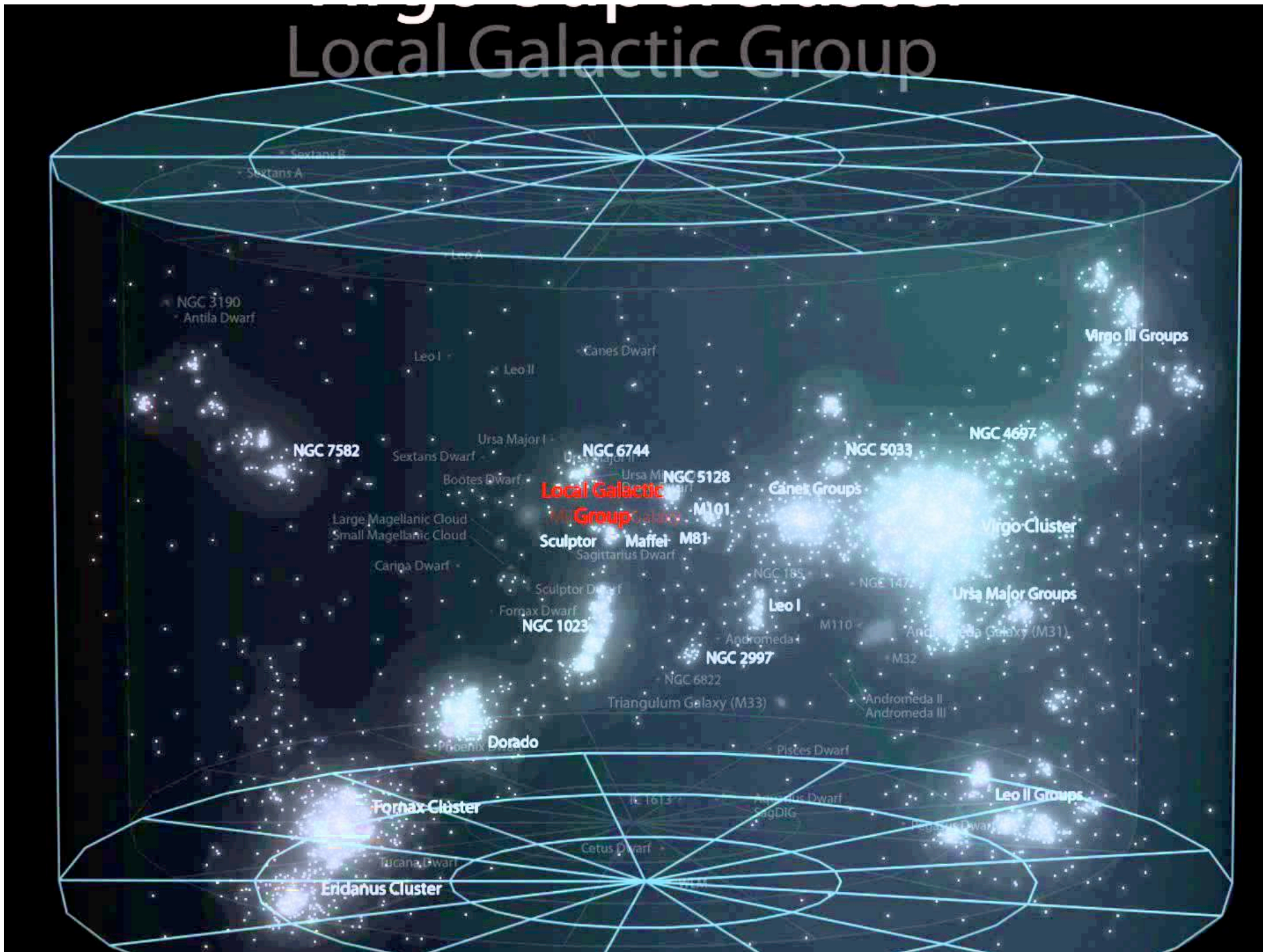
...fino al 1609

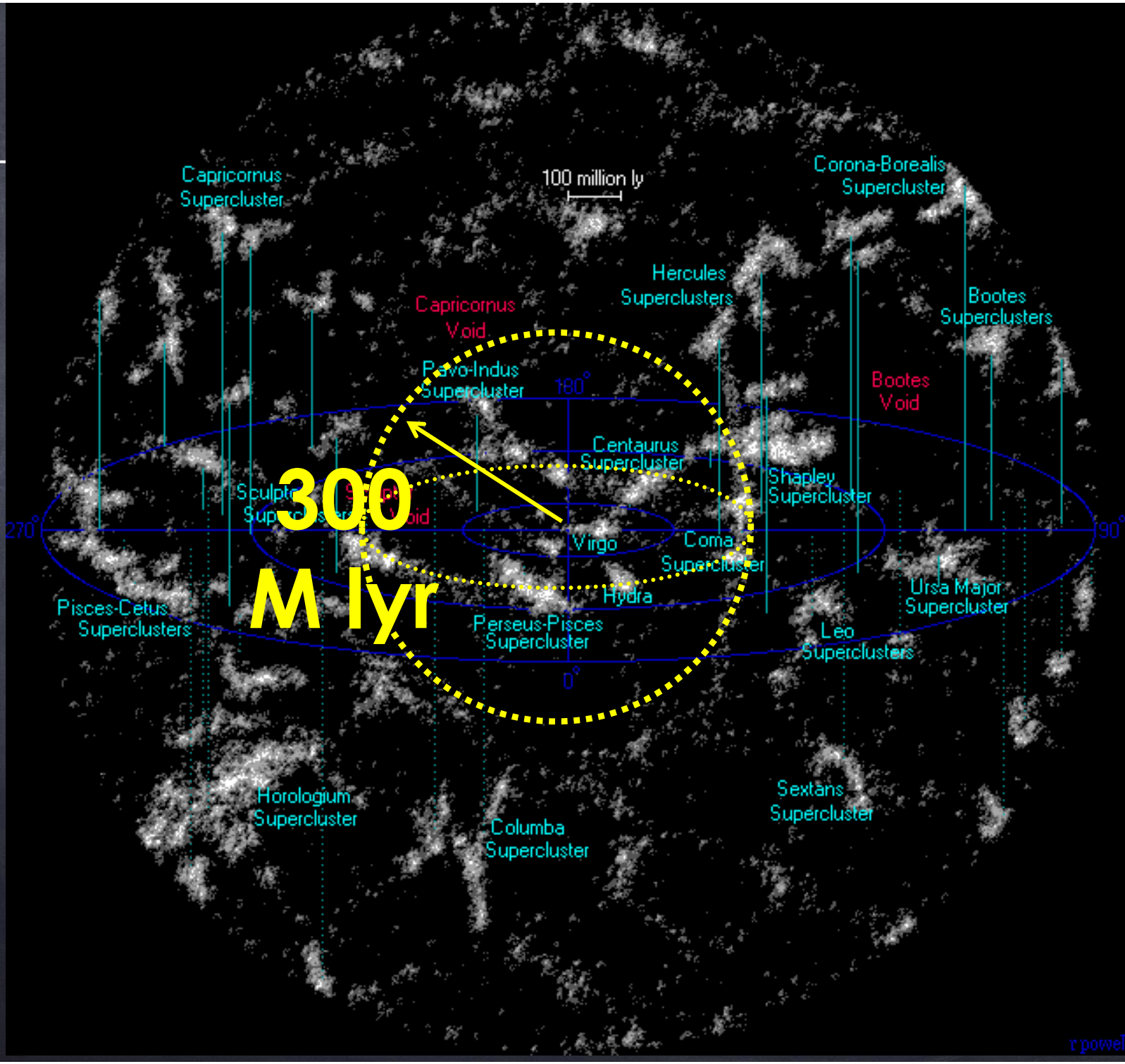


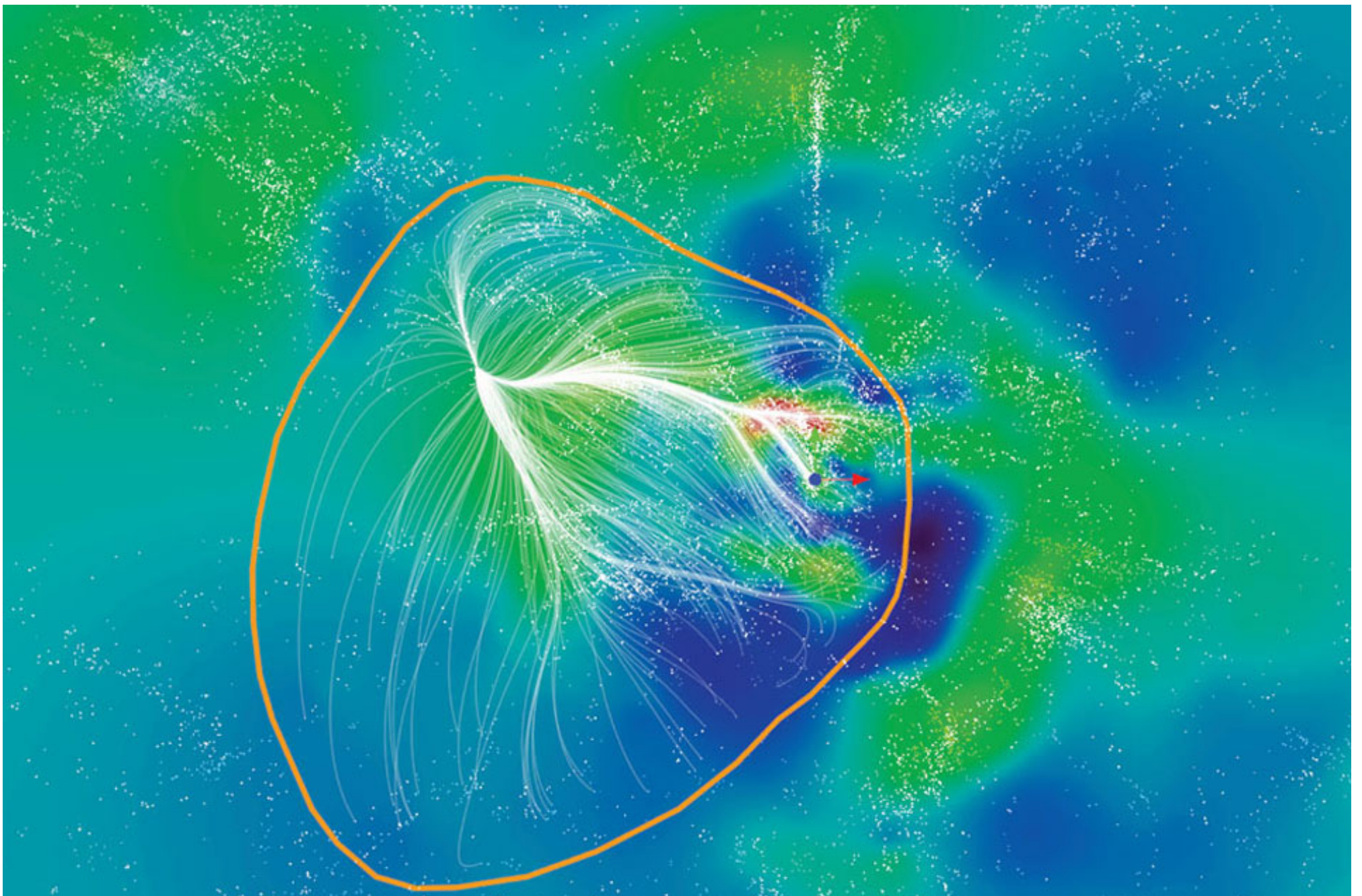


Il nostro cielo notturno è solo una piccola selezione delle stelle più brillanti e vicine, all'interno del cerchio rosso.

Local Galactic Group

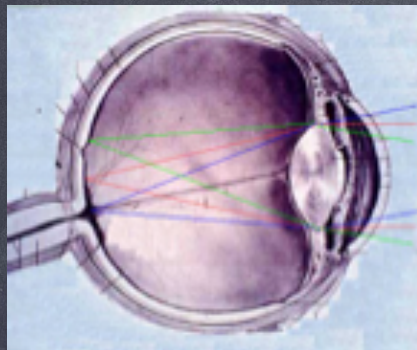






Laniakea (paradiso immenso)

Evoluzione della Specie



E=1
R=1

To-1600



E=25
R=50

1600-1940

E=23.378
R=1.525



1940-1970



E=203.574
R=4.496

1970-2000



E=1.056.202
R=10.245

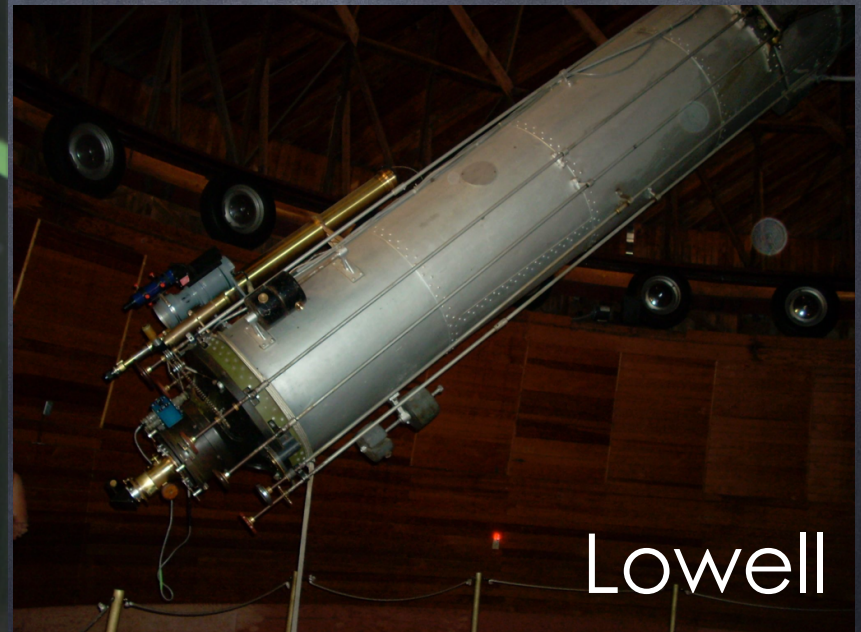
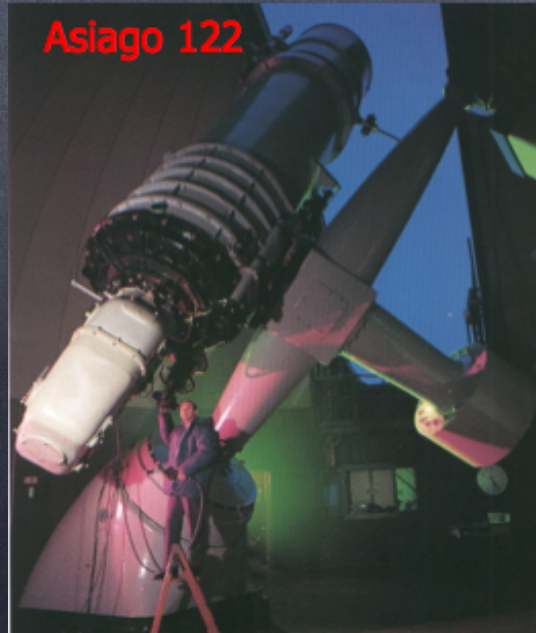
2000-2020



E=25.132.740
R=50.000

La corsa alla grande pupilla...

- Maggiore è l'area A e più luce arriva: per aumentare Energia e Risoluzione si ricorre alla "pupilla più grande"
- I limiti sono la lavorazione ottica degli specchi ed il peso delle strutture.

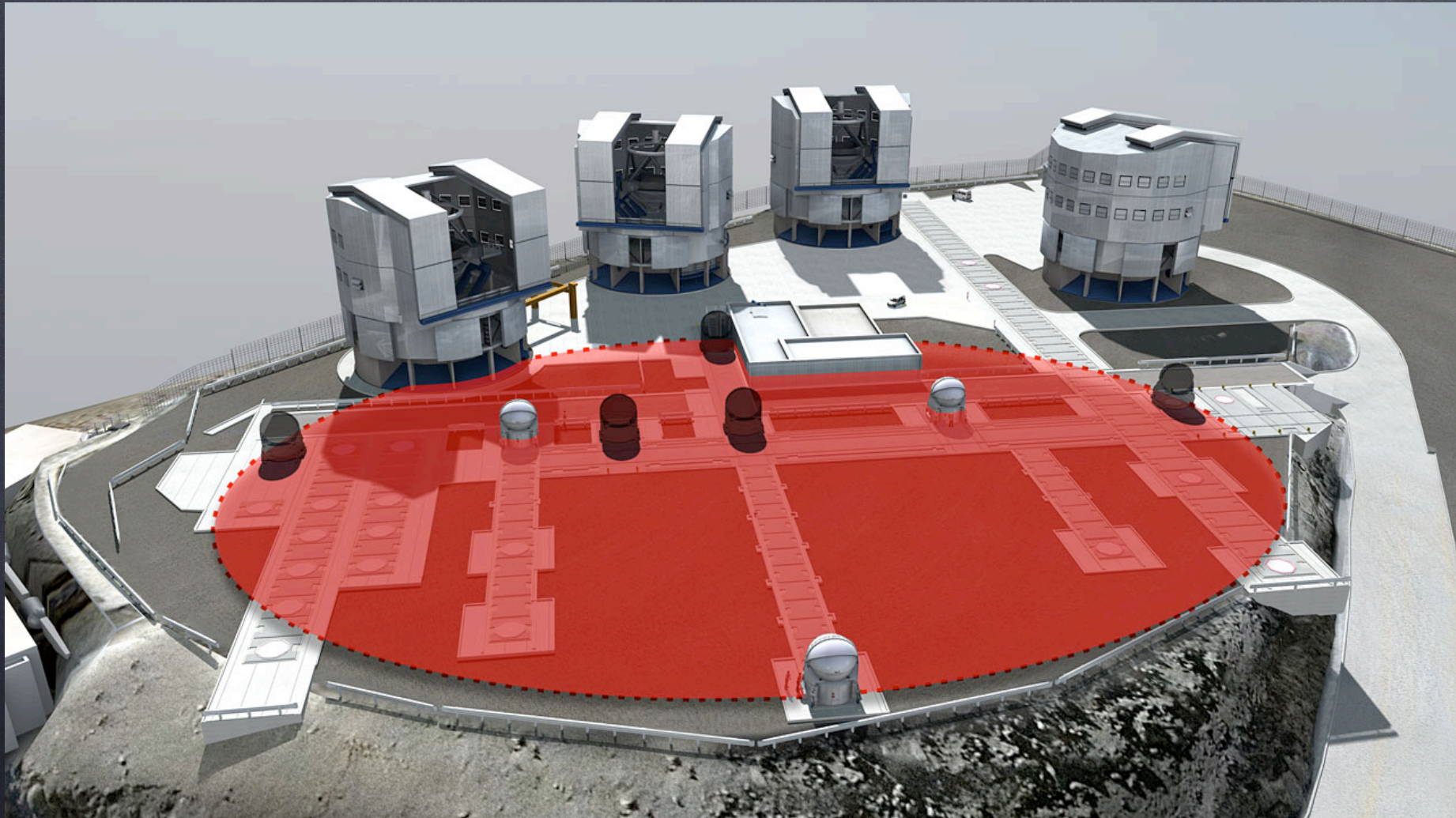


Paranal e il VLT

Quattro “Unit Telescopes” da 8,2-m:
Antu, Kueyen, Melipal, Yepun
+ quattro “ausiliari” mobili da 1,8-m



VLT-I funziona come un telescopio virtuale di 130-metri di diametro



Great Paris Exhibition Telescope
(lens at the same scale)
Paris, France (1900)

Yerkes Observatory
(40" refractor lens at the same scale)
Williams Bay, Wisconsin (1893)

Hooker (100")
Mt Wilson, California (1917)

Hale (200")
Mt Palomar, California (1948)

Multi Mirror Telescope
(1979-1998)
Mount Hopkins, Arizona

Hobby-Eberly Telescope
Davis Mountains, Texas (1996)

BTA-6 (Large Altazimuth Telescope)
Zelenchuksky, Russia (1975)

Large Zenith Telescope
British Columbia, Canada (2003)

Gaia
Earth-Sun L2 point (2014)

James Webb Space Telescope
Earth-Sun L2 point (planned 2018)

Kepler
Earth-trailing solar orbit (2009)

Hubble Space Telescope
Low Earth Orbit (1990)



Tennis court at the same scale

Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope
Hebei, China (2009)

Hobby-Eberly Telescope
Davis Mountains, Texas (1996)

Hobby-Eberly Telescope
Davis Mountains, Texas (1996)

BTA-6 (Large Altazimuth Telescope)
Zelenchuksky, Russia (1975)

Large Binocular Telescope
Mount Graham, Arizona (2005)

Very Large Telescope
Cerro Paranal, Chile (1998-2000)

Magellan Telescopes
Las Campanas, Chile (2000/2002)

Magellan Telescopes
Las Campanas, Chile (2000/2002)

Overwhelmingly Large Telescope (cancelled)

Arecibo radio telescope at the same scale

Gran Telescopio Canarias
La Palma, Canary Islands, Spain (2007)

Southern African Large Telescope
Sutherland, South Africa (2005)

Southern African Large Telescope
Sutherland, South Africa (2005)

Southern African Large Telescope
Sutherland, South Africa (2005)

Large Binocular Telescope
Mount Graham, Arizona (2005)

Large Binocular Telescope
Mount Graham, Arizona (2005)

Very Large Telescope
Cerro Paranal, Chile (1998-2000)

Very Large Telescope
Cerro Paranal, Chile (1998-2000)

Magellan Telescopes
Las Campanas, Chile (2000/2002)

Magellan Telescopes
Las Campanas, Chile (2000/2002)

Overwhelmingly Large Telescope (cancelled)

Arecibo radio telescope at the same scale

Keck Telescope
Mauna Kea, Hawaii (1993/1996)

Gemini North
Mauna Kea, Hawaii (1999)

Gemini North
Mauna Kea, Hawaii (1999)

Gemini South
Cerro Pachón, Chile (2000)

Gemini South
Cerro Pachón, Chile (2000)

Large Synoptic Survey Telescope
El Peñón, Chile (planned 2020)

Large Synoptic Survey Telescope
El Peñón, Chile (planned 2020)

Giant Magellan Telescope
Las Campanas Observatory, Chile (planned 2020)

Giant Magellan Telescope
Las Campanas Observatory, Chile (planned 2020)

Overwhelmingly Large Telescope (cancelled)

Arecibo radio telescope at the same scale

Keck Telescope
Mauna Kea, Hawaii (1993/1996)

Subaru Telescope
Mauna Kea, Hawaii (1999)

Subaru Telescope
Mauna Kea, Hawaii (1999)

Gemini South
Cerro Pachón, Chile (2000)

Large Synoptic Survey Telescope
El Peñón, Chile (planned 2020)

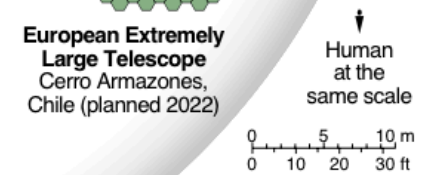
European Extremely Large Telescope
Cerro Armazones, Chile (planned 2022)

European Extremely Large Telescope
Cerro Armazones, Chile (planned 2022)

Giant Magellan Telescope
Las Campanas Observatory, Chile (planned 2020)

Overwhelmingly Large Telescope (cancelled)

Basketball court at the same scale



Human at the same scale

11 June 2012: inizia il futuro



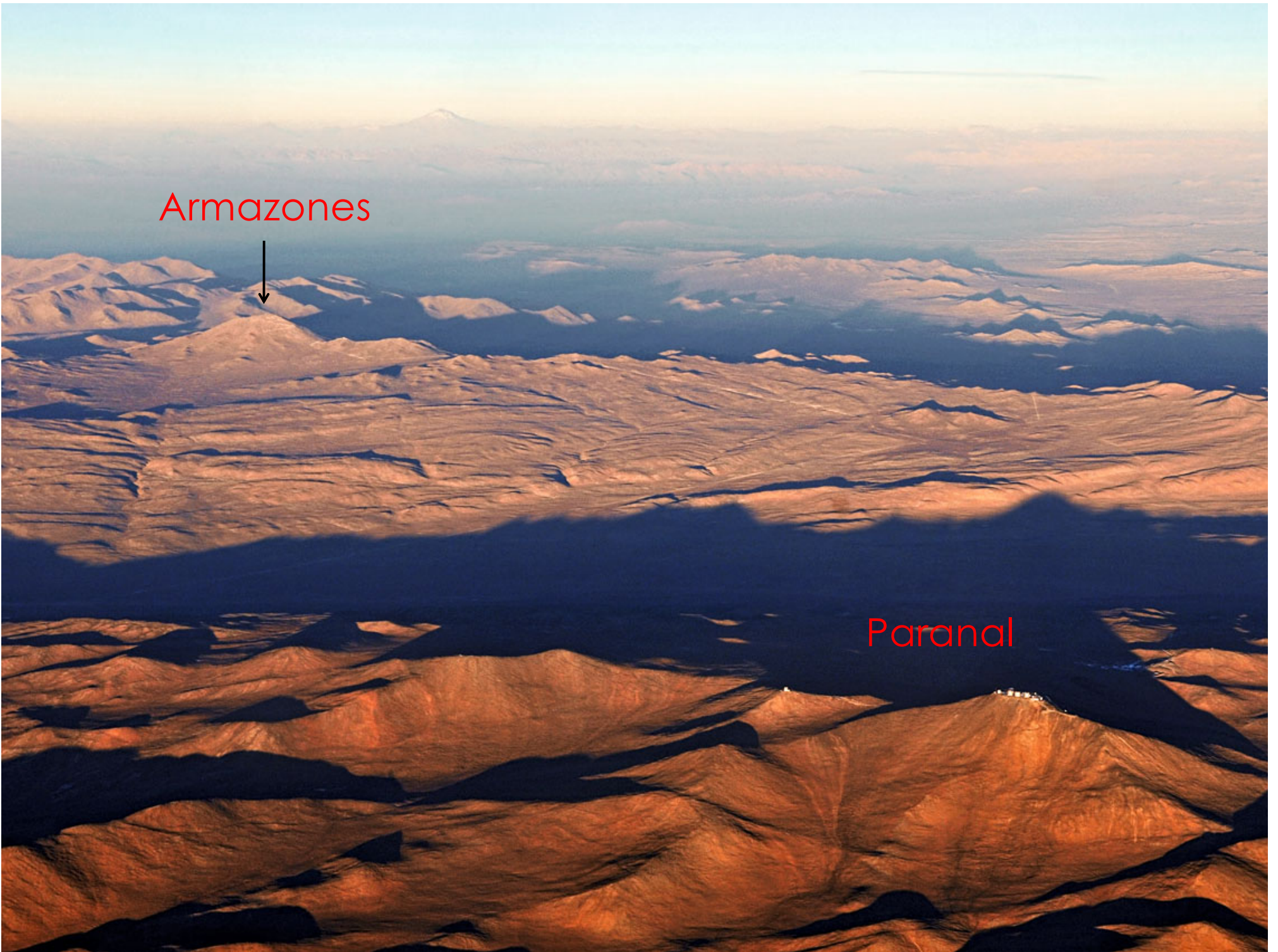
European Extremely Large Telescope



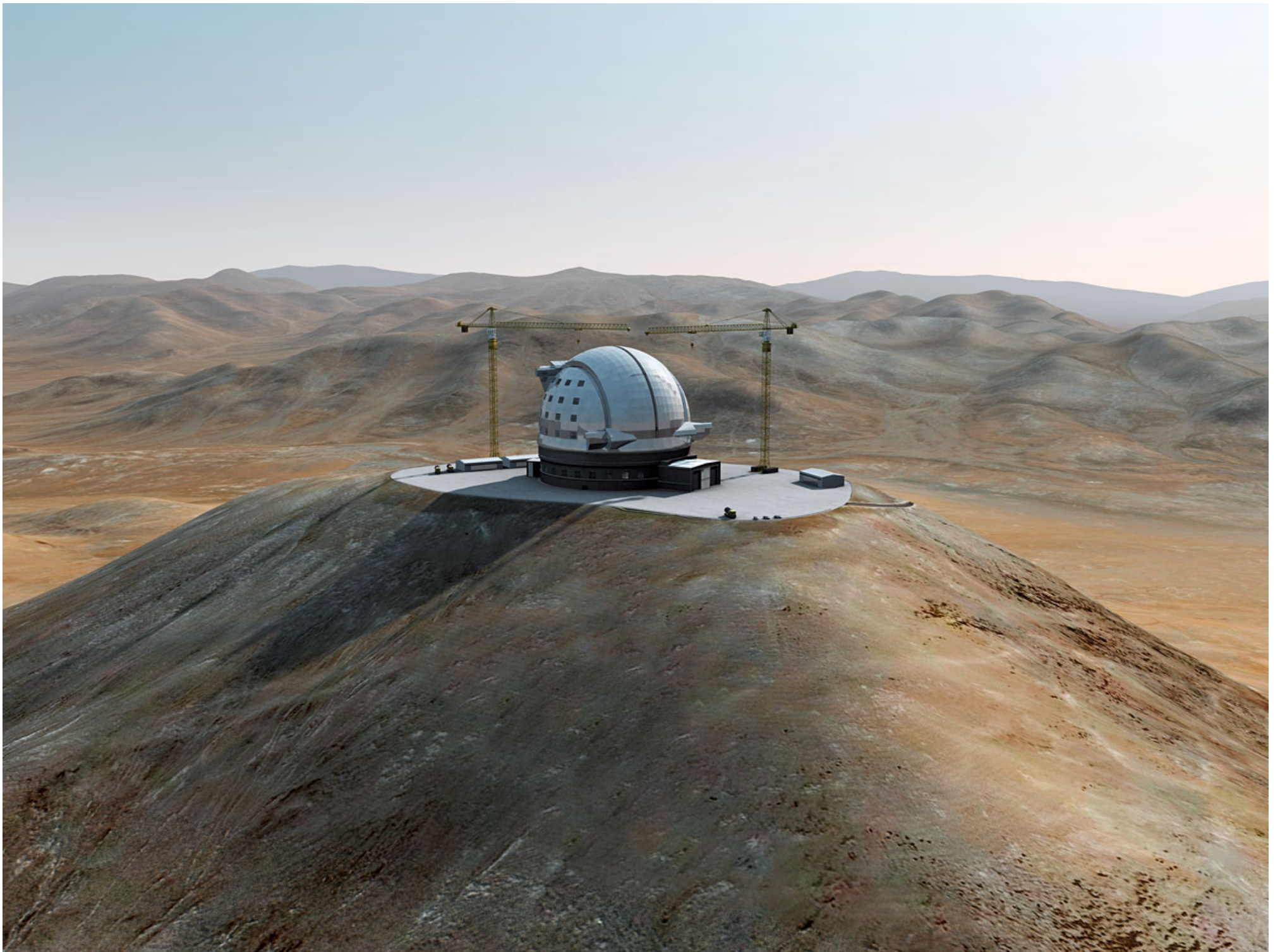
Armazones



Paranal







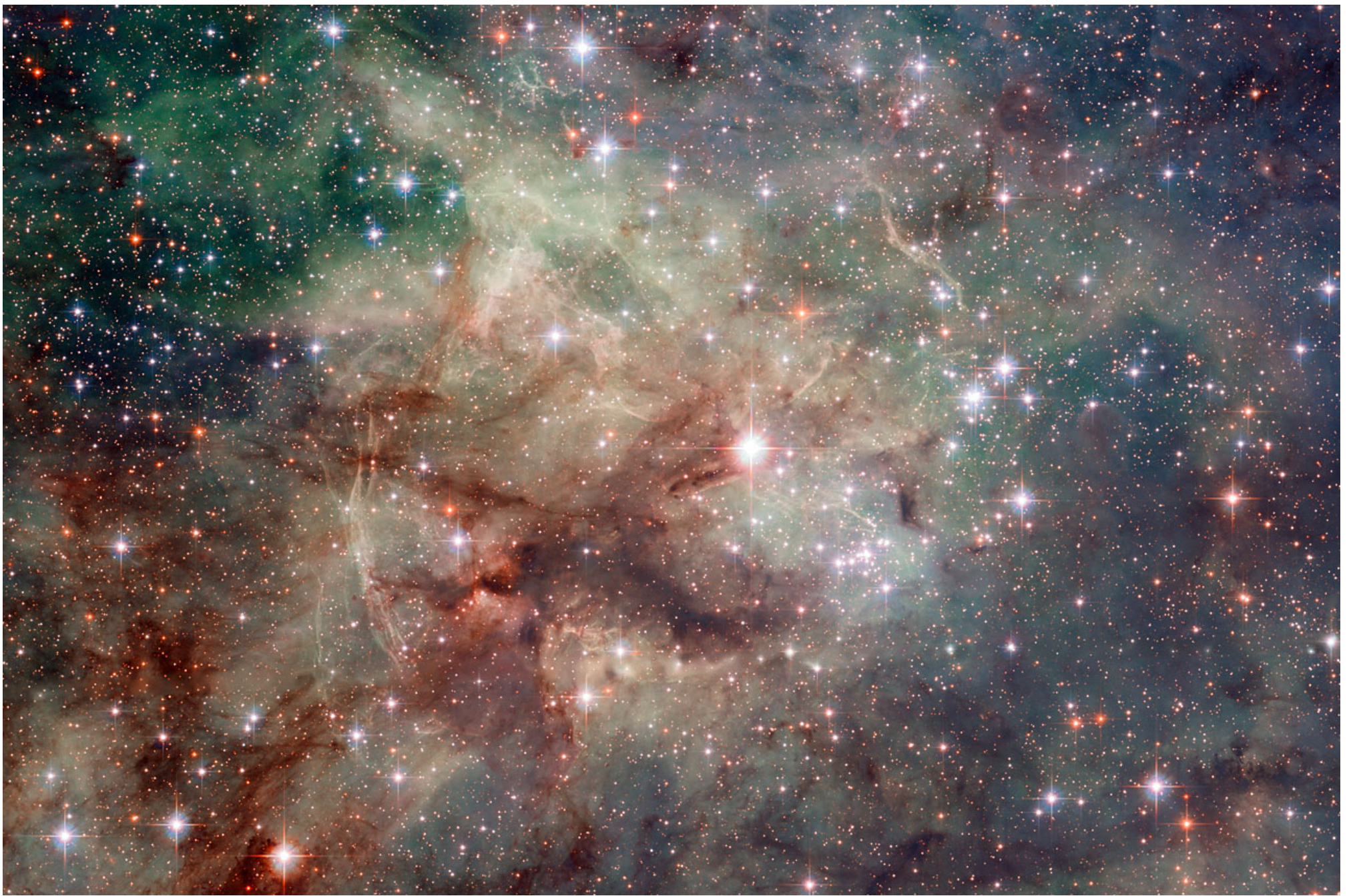




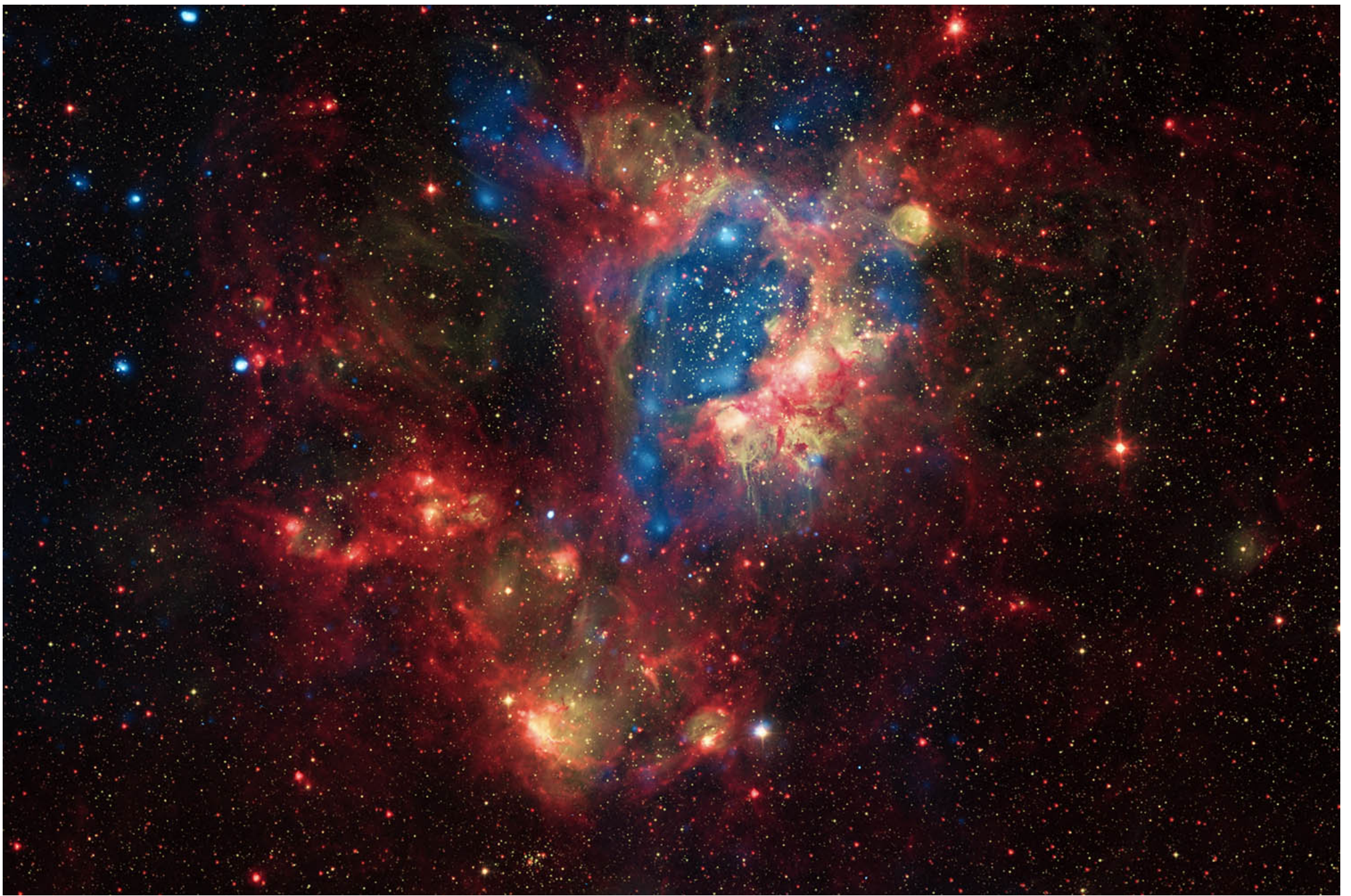
Lagoon Nebula: VLT



K61: Gemini



Tarantula Nebula: Hubble



N44: Spitzer & Chandra & MPG/ESO 2.2-m