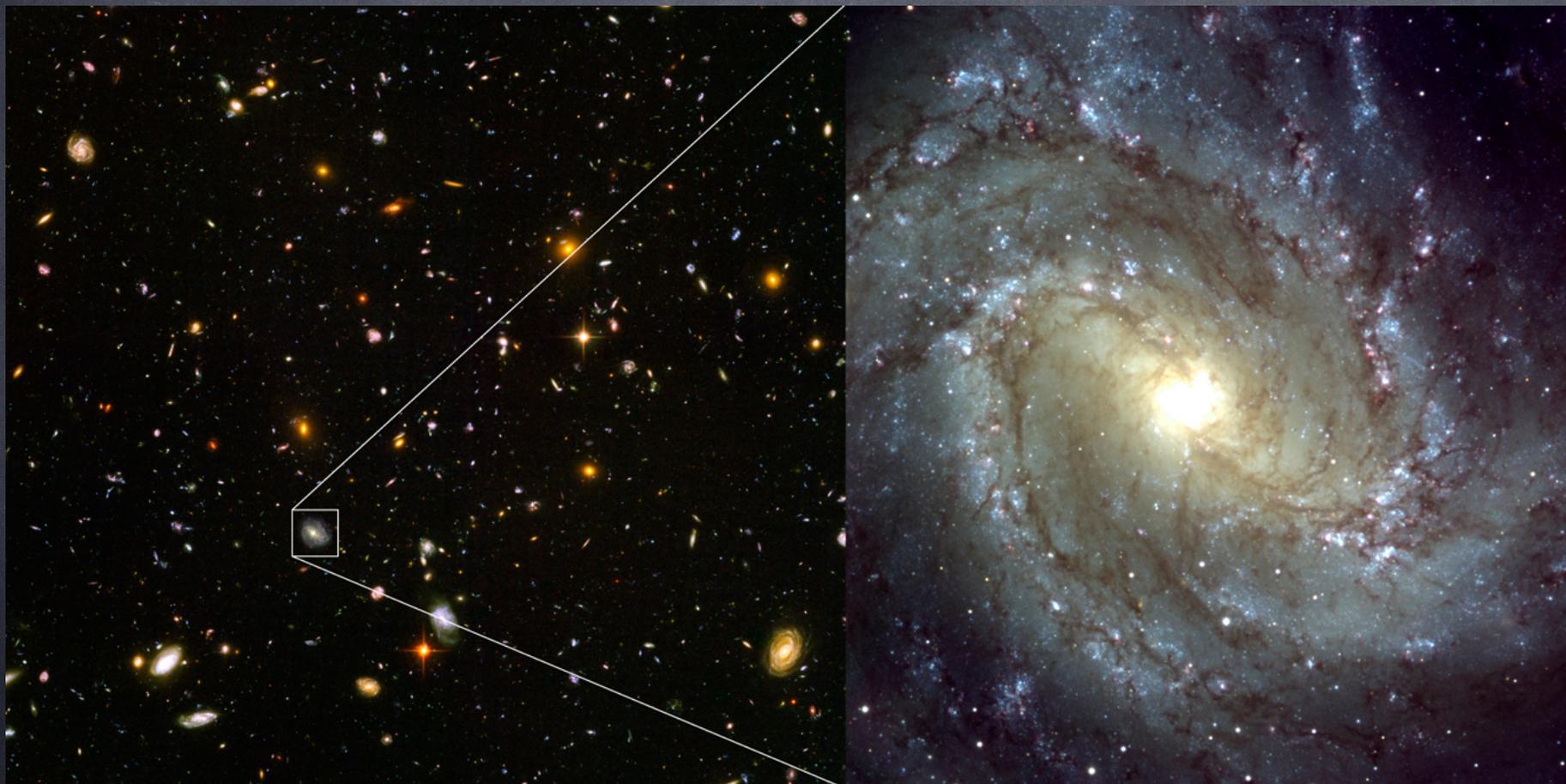


Spectacular stellar nursery
IC 2944



Cat's Paw Nebula: VISTA

Come vedrà l'E-ELT?



La scienza

Pianeti attorno a stelle vicine...



La scienza



L'espansione dell'Universo...
direttamente!!

La scienza

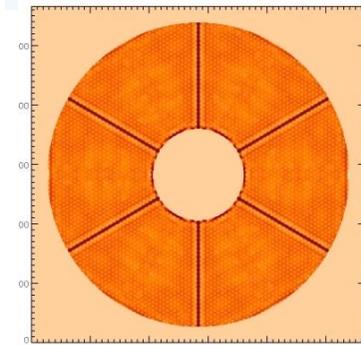
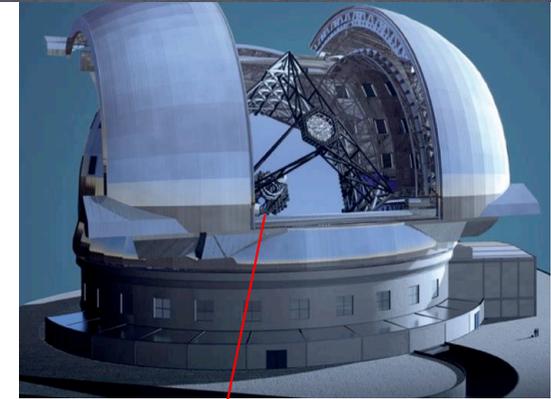
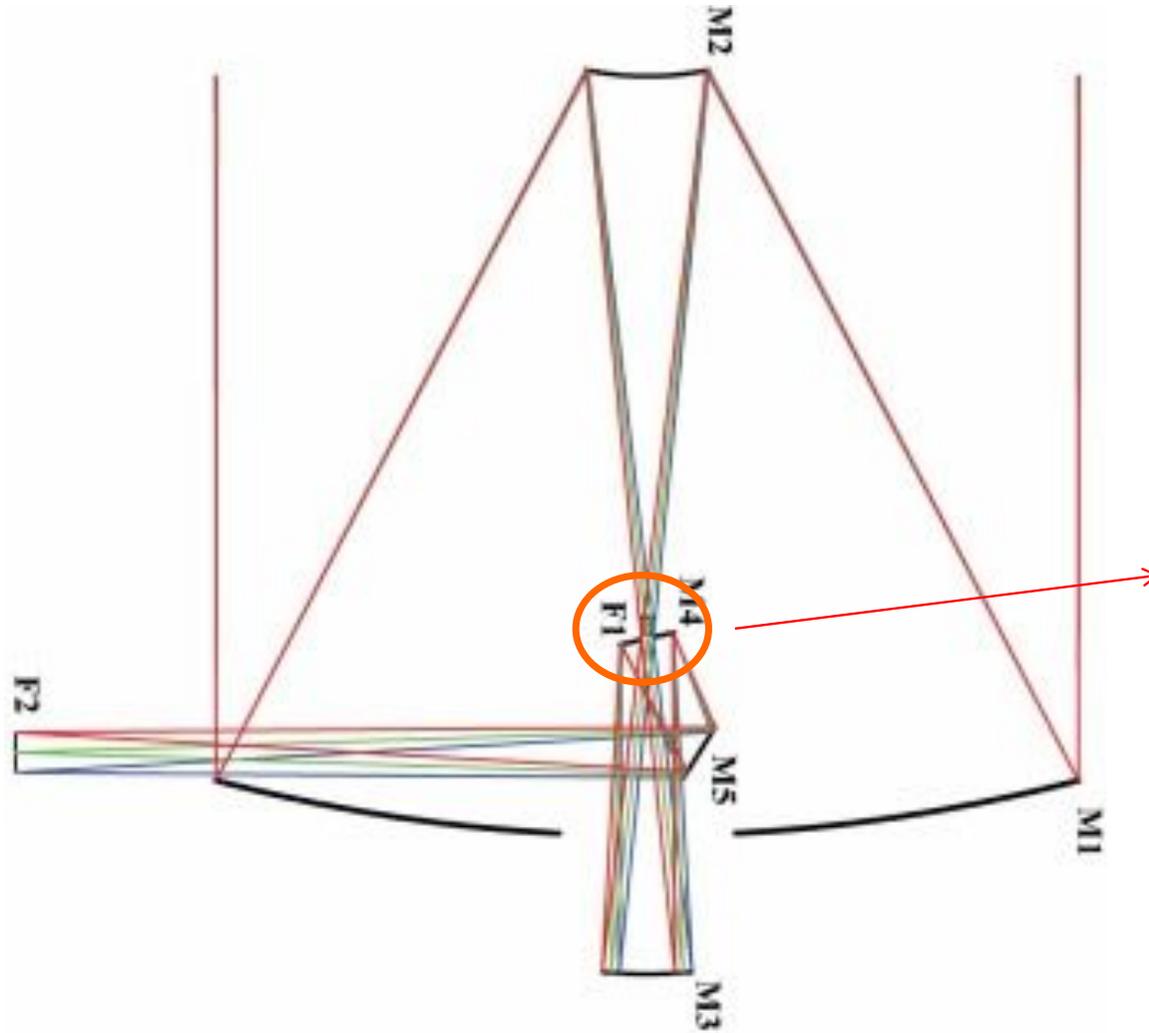
Principio antropico?

Costanti per

Forza forte	1
Elettromagnetica	1/137
Forza debole	10^{-6}
Gravita'	10^{-39}

Variazione delle costanti fondamentali

E-ELT & M4





NTT primo esempio di ottica attiva

Contratti italiani

- Maggio 2016: - ACe (Astaldi Cimolai EIE) per la cupola e la struttura del telescopio
- Giugno 2015 – AdOptica: contratto per la costruzione dell'ottica adattiva su M4 (2,4m)



L'incredibile ELT

- Extremely Large Telescope: un telescopio ottico/vicino-infrarosso da 39 metri che diventerà *"il più grande occhio del mondo rivolto al cielo"*.
- Raccoglierà 15 volte più luce di ogni altro telescopio odierno.
- La scienza che si potrà studiare è entusiasmante: pianeti e dischi extrasolari, formazione delle galassie, energia oscura e materia oscura, le frontiere della fisica.
- Grazie al suo telescopio M4, fin dall'inizio potrà correggere le distorsioni atmosferiche.

<http://www.eso.org/public/videos/eltrailer/>

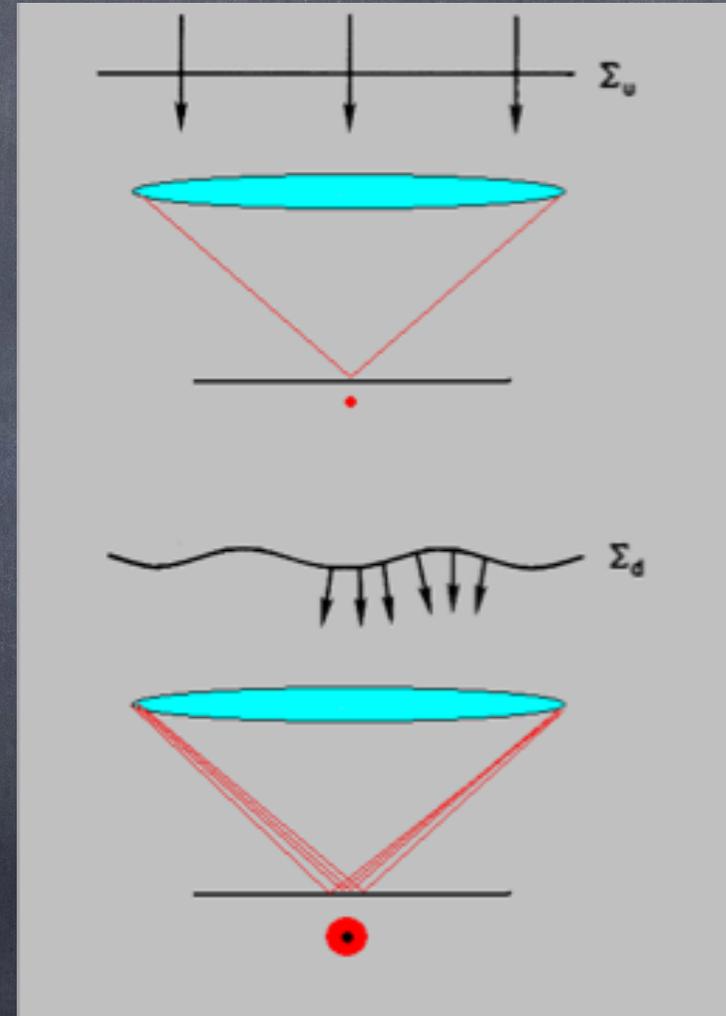


The E-ELT will have a novel five-mirror design used by no other telescope

Ottica adattiva

L'Atmosfera

- La atmosfera altera la direzione dei raggi luminosi che la attraversano
- L'immagine è diffusa su un'area più grande del limite di diffrazione (disco di seeing)
- La risoluzione è governata dall'atmosfera indipendentemente dalla dimensione del telescopio (!)
- Seeing tipico (Paranal) 0.65 as. Limite di diffrazione del VLT 0.015 as (!!)



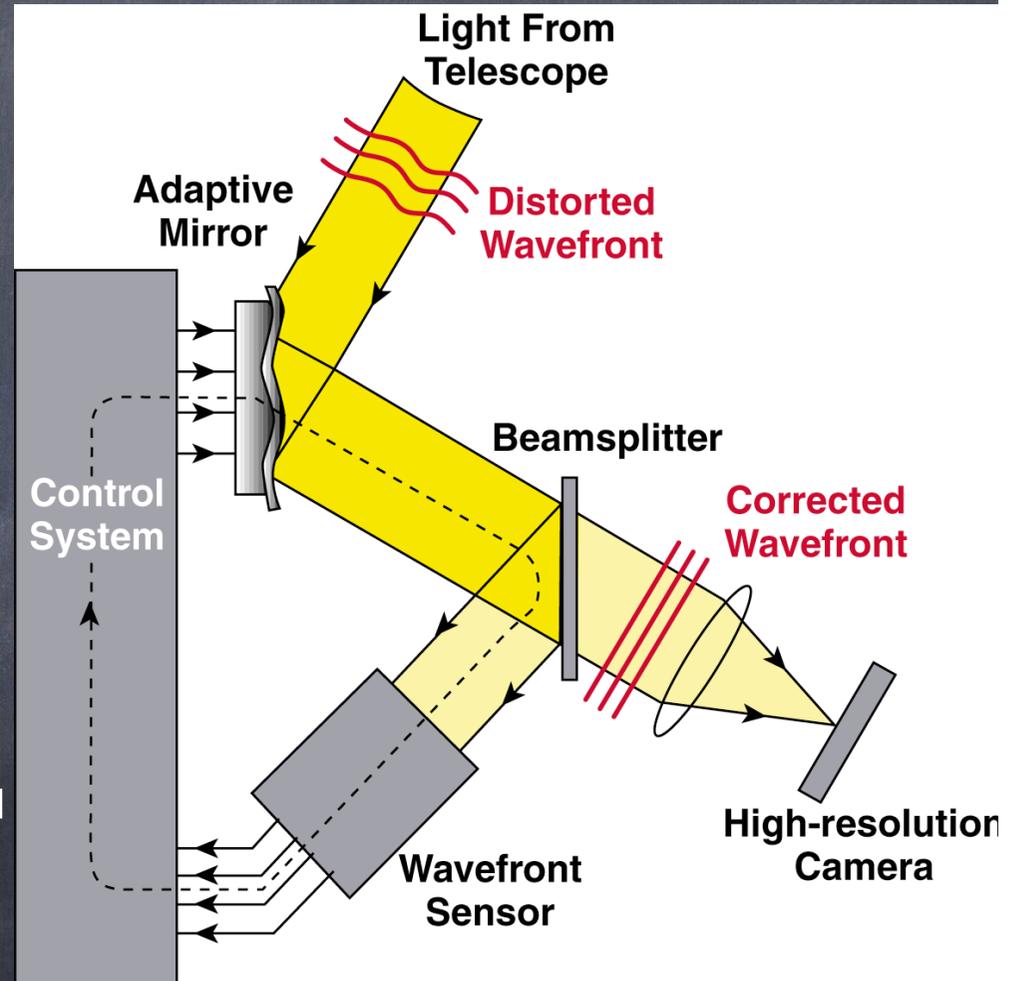
Soluzione “da terra”: Ottica adattiva

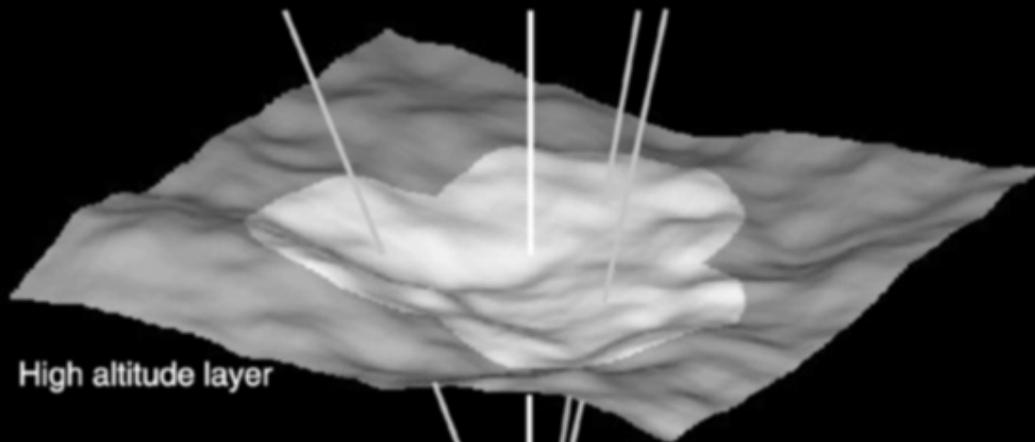
Il fronte d'onda distorto dall'atmosfera può essere corretto con uno specchio deformabile (adattivo).

Il sensore di fronte d'onda misura il fronte d'onda di una stella di riferimento.

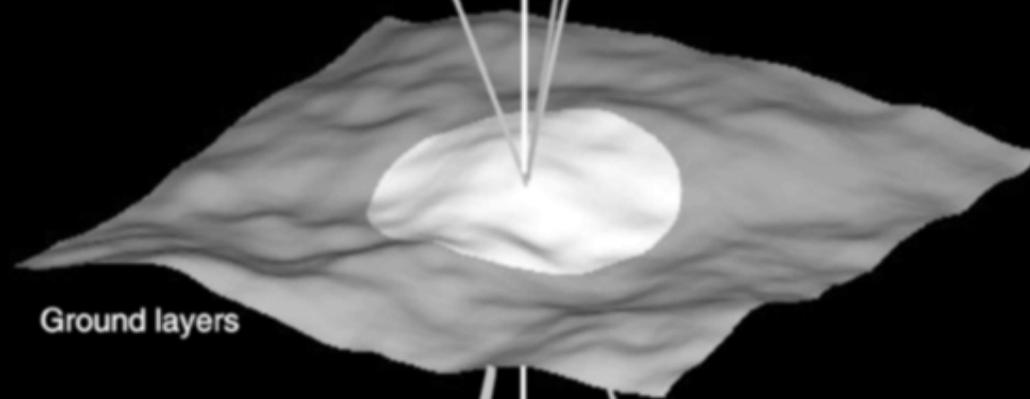
La misura è usata per indurre nello specchio una deformazione opposta a quella del fronte d'onda.

Una nuova misura di fronte d'onda serve per continuare ad applicare la correzione differenziale con un loop chiuso.



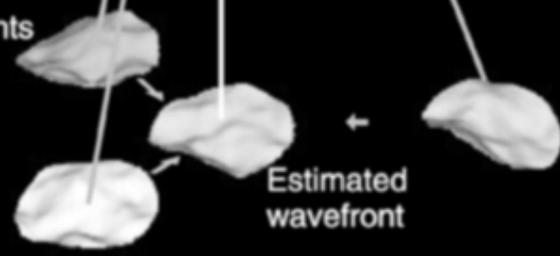


High altitude layer

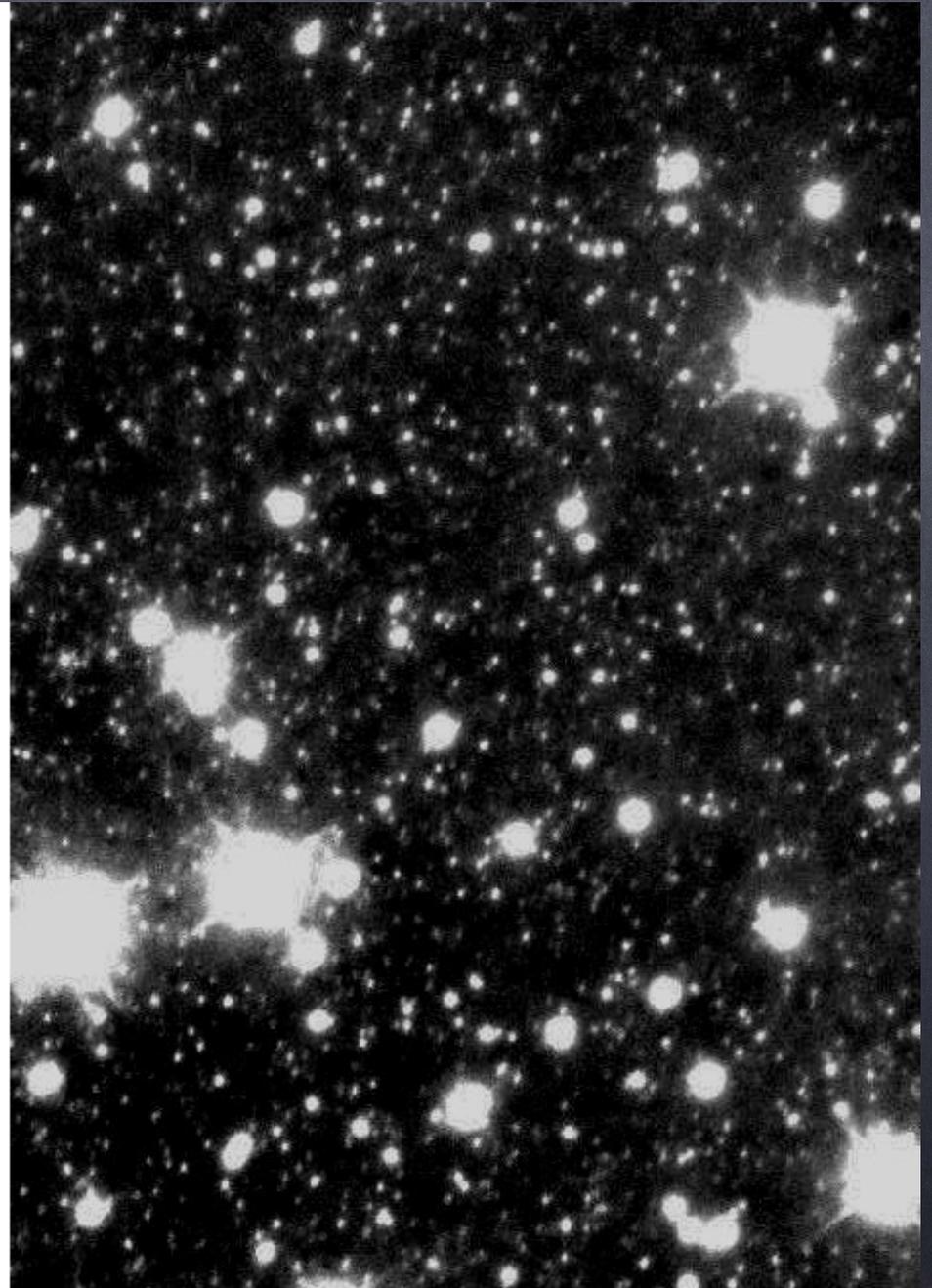
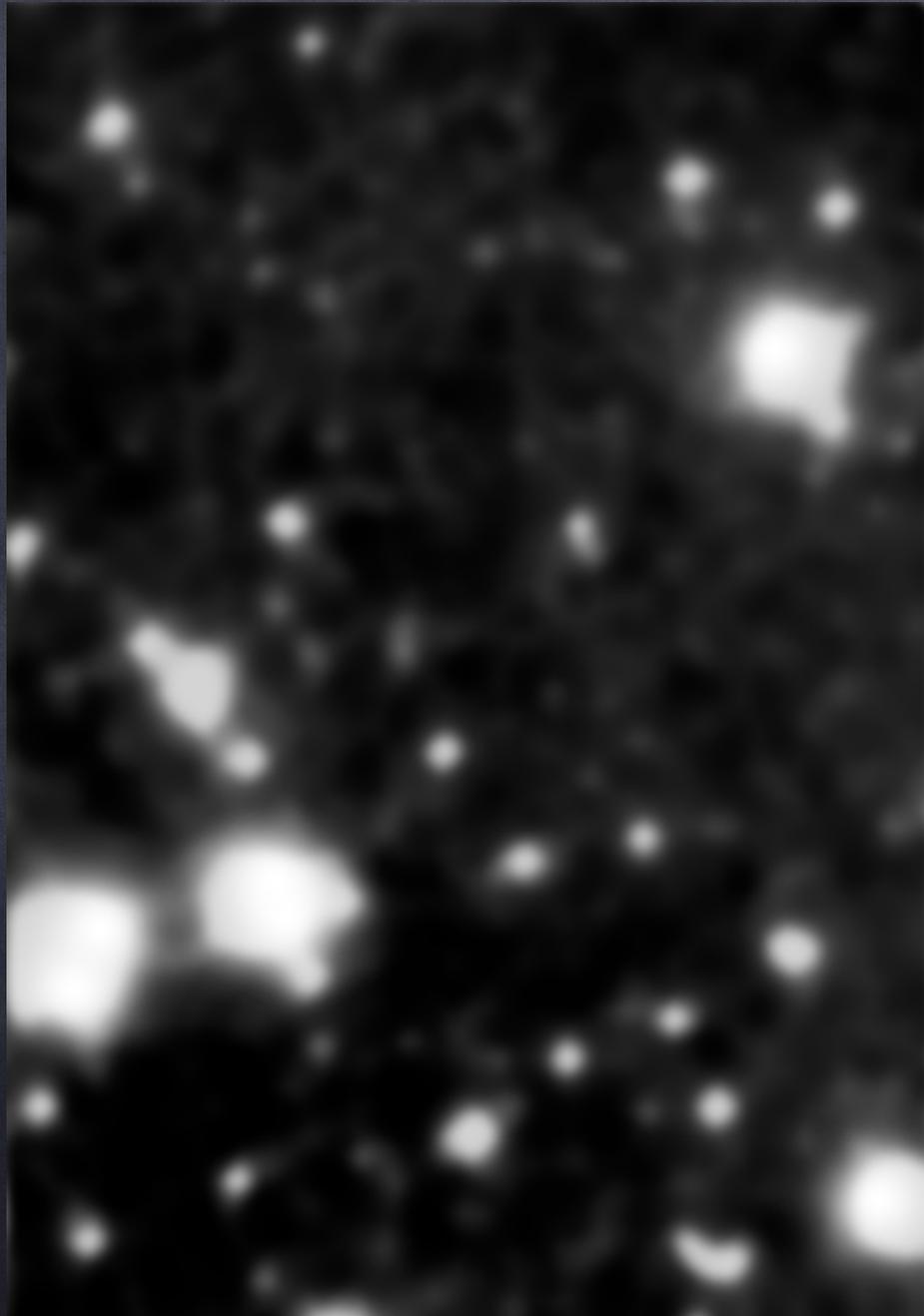


Ground layers

Measured wavefronts

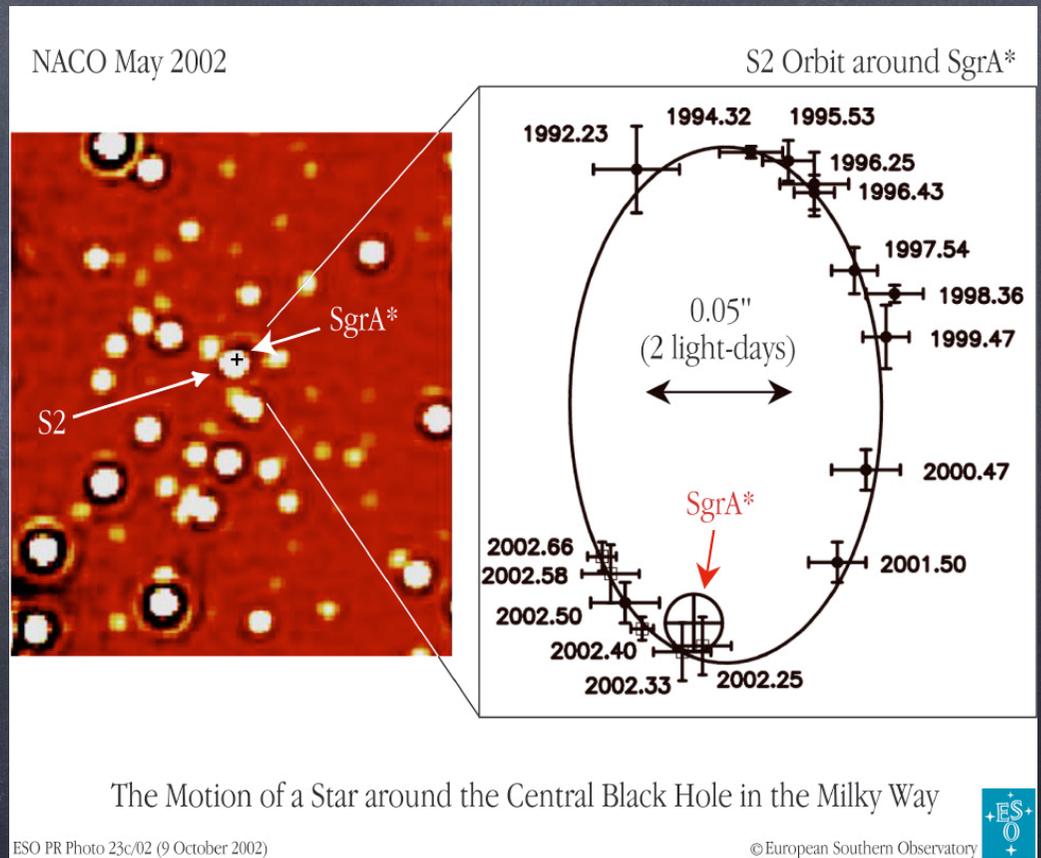
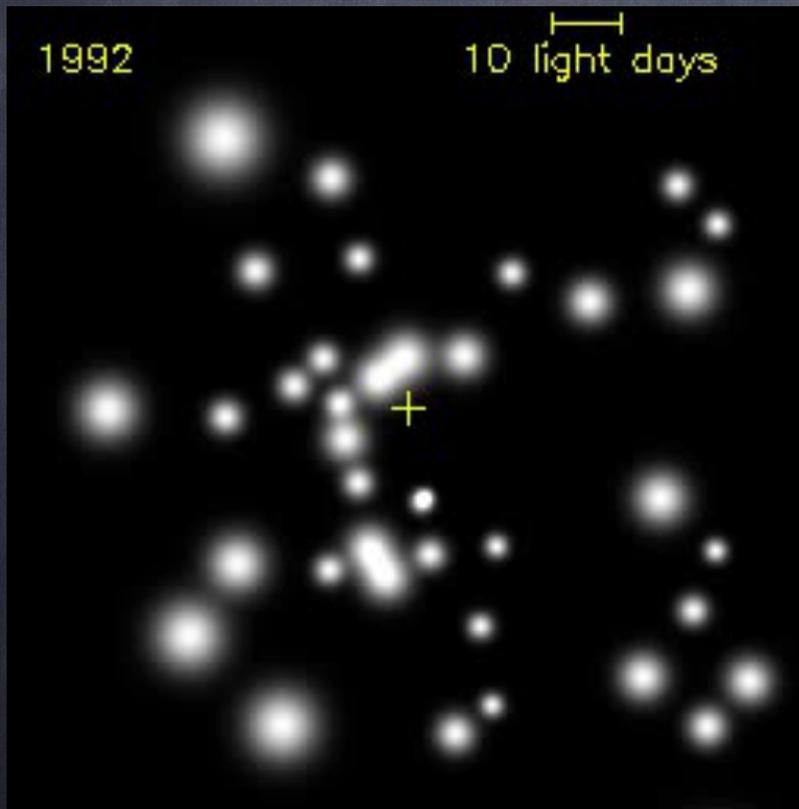


Estimated wavefront



Ottica Adattiva con il VLT

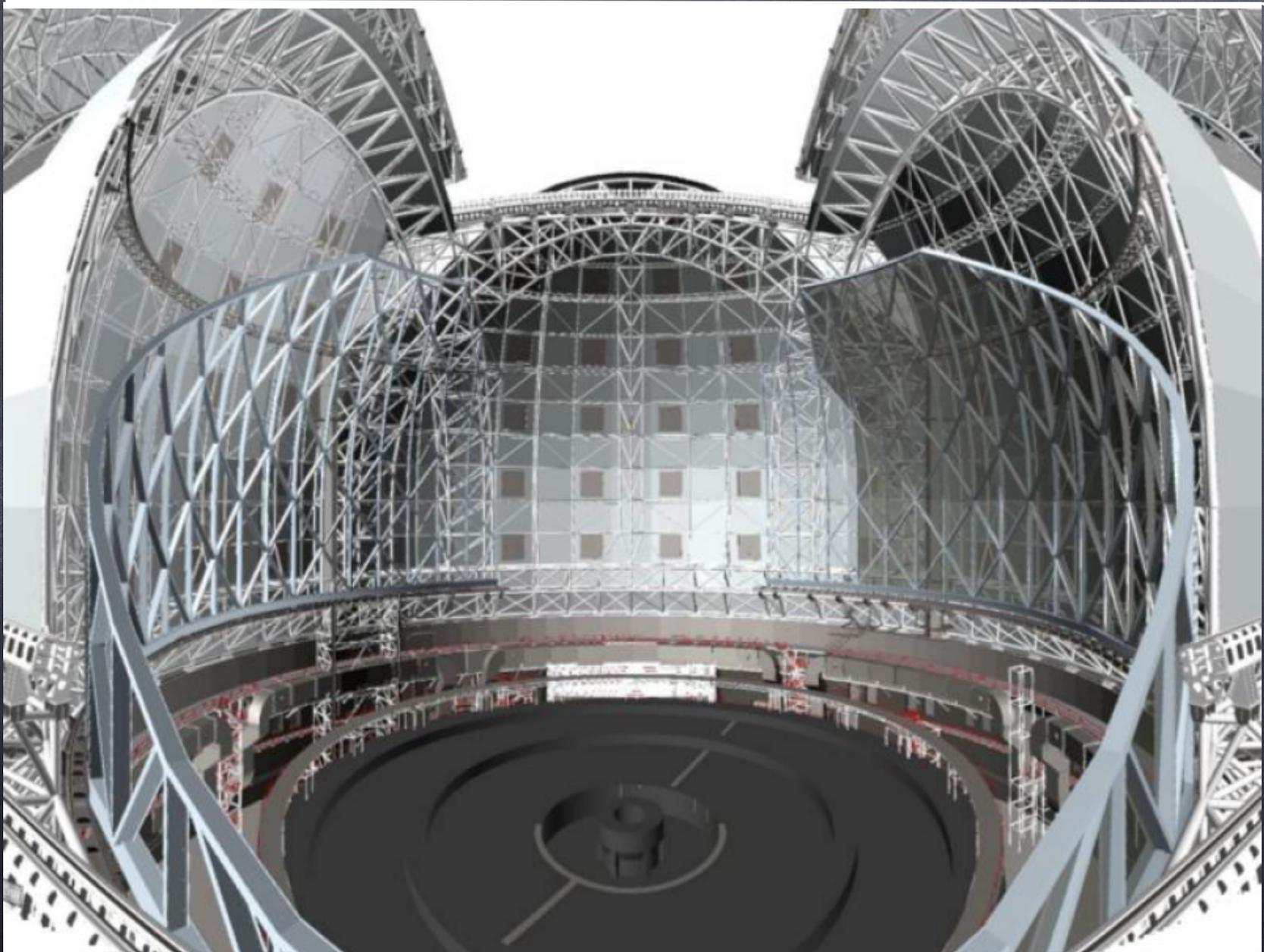
Quando si osserva a scala molto piccola molte cose che prima richiedevano anni per manifestare uno spostamento apparente ora richiedono settimane!



Quando non ci sono le stelle vere...

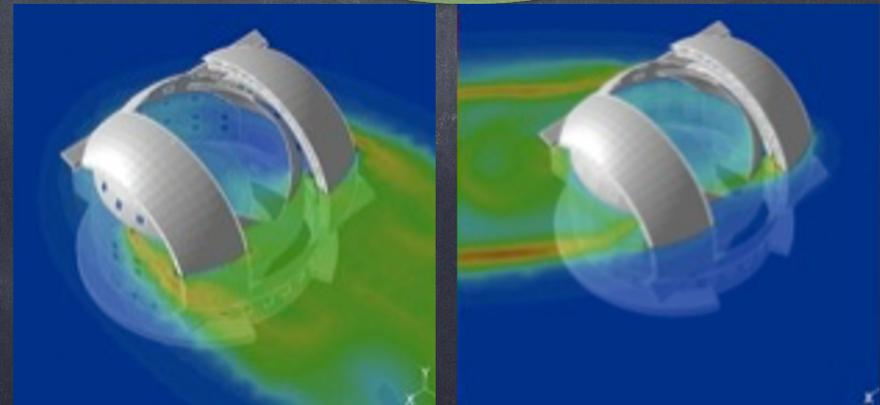
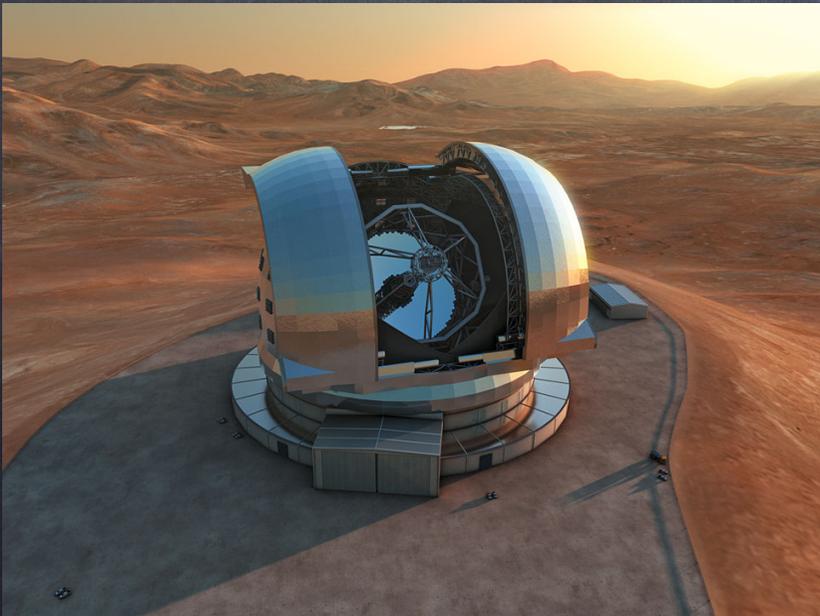
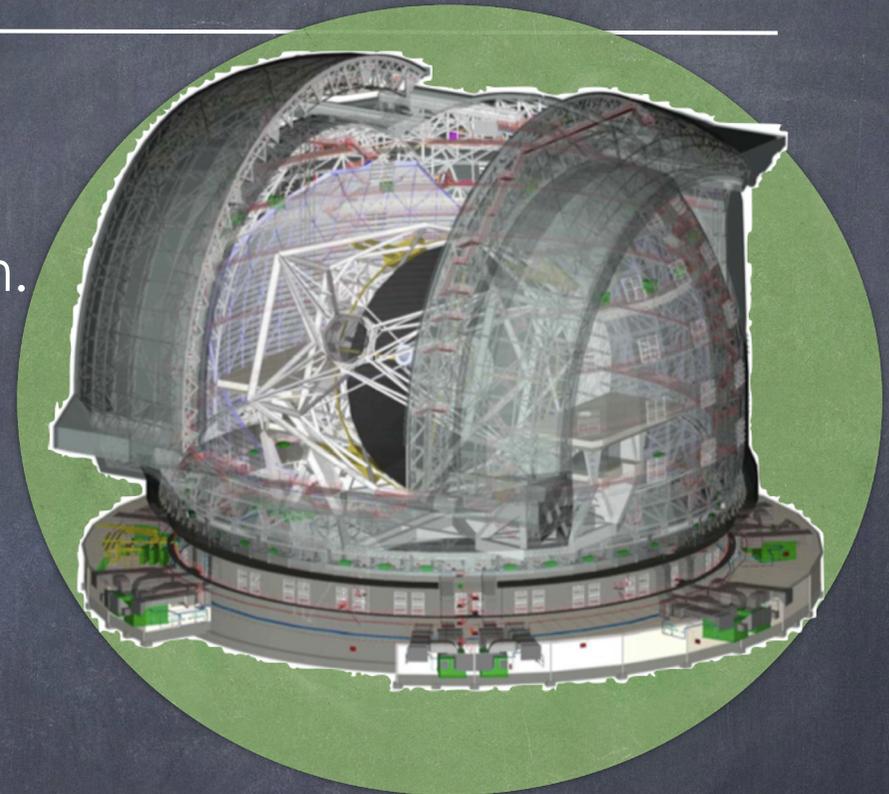


La cupola



La cupola

- Disegno tipico – accorgimenti particolari.
- Diametro = 86 m, Altezza = 74 m.
- ~3000 t di acciaio.
- Completamente climatizzata e schermata (vento).



Costruiamo l'ELT (2012)



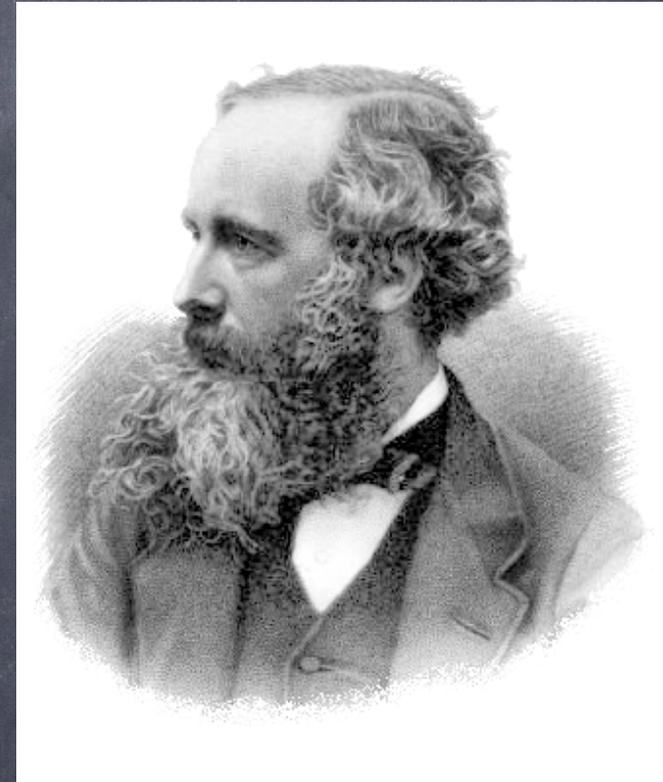
LA RADIOASTRONOMIA E SKA

J. Clerk Maxwell (1831-1879)

Unifica la teoria dell'elettricità e del magnetismo (Faraday, Ampere, etc.) nelle famose "equazioni di Maxwell"

« Questa velocità è così vicina a quella della luce che ho ragione di supporre che la luce stessa sia un'onda elettromagnetica » (1865)

H. Hertz (1857-1894) produce nel 1888 le prime onde radio (l'unità di misura della frequenza prende il nome da lui: 1 Hz = 1 ciclo al secondo)



Guglielmo Marconi (1874-1937)



Vince con Braun il premio Nobel nel 1909 per le sue ricerche sulle onde radio fondate anche su esperimenti di Nikola Tesla (1856-1943).

Radio a

- “La radioastronomia nei suoi genitori sono entrati e il radar..” (Chris Christ)
- Marconi e Tesla ca. 1900
- K. Jansky ca. 1930 -> J
- G. Reber 1944

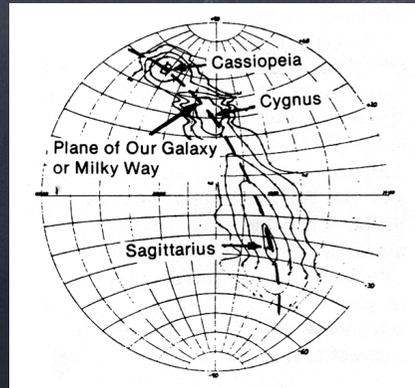
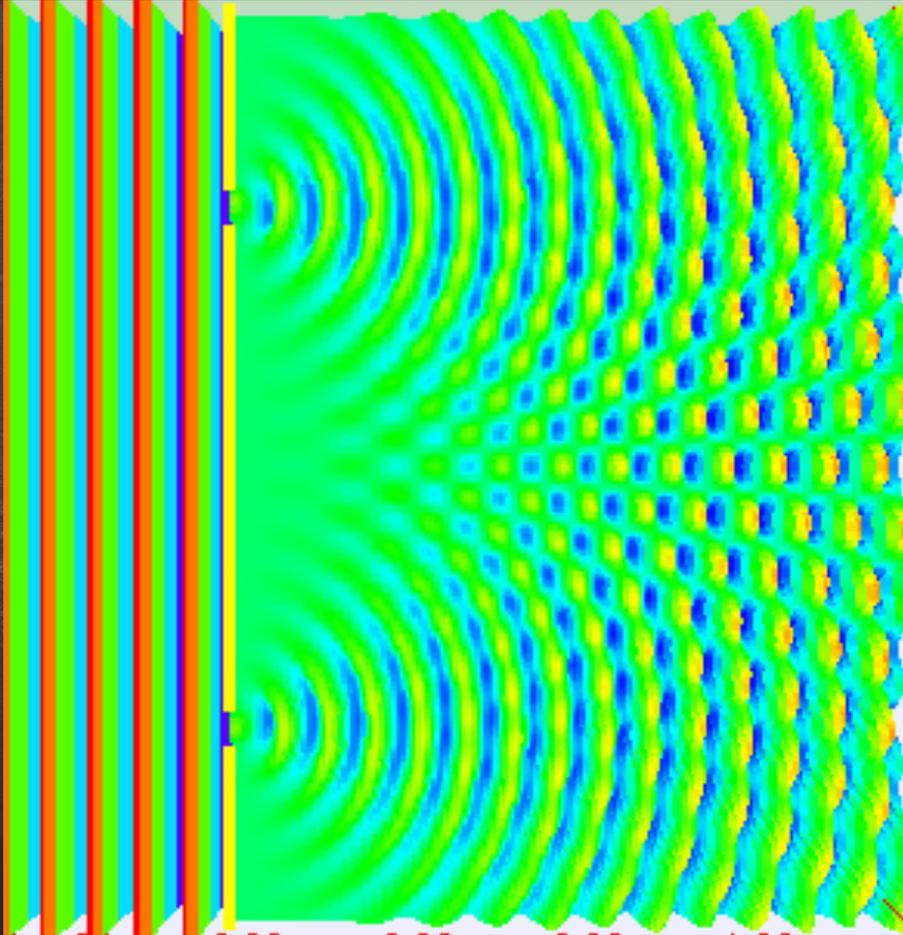
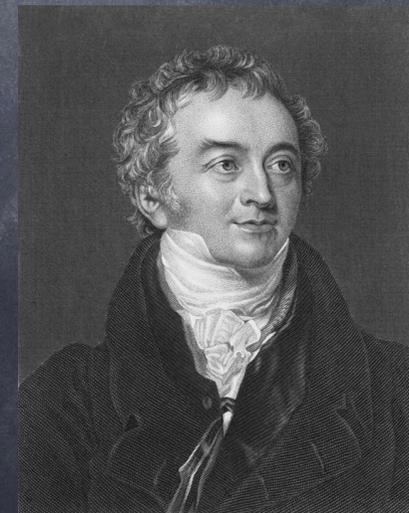


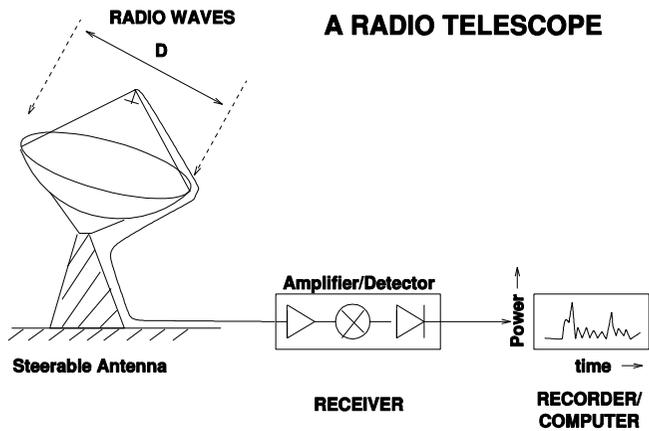
Figure di interferenza



- Esperimento di Young 1801
- Una singola sorgente di luce – due fenditure: la luce si comporta come un'onda!



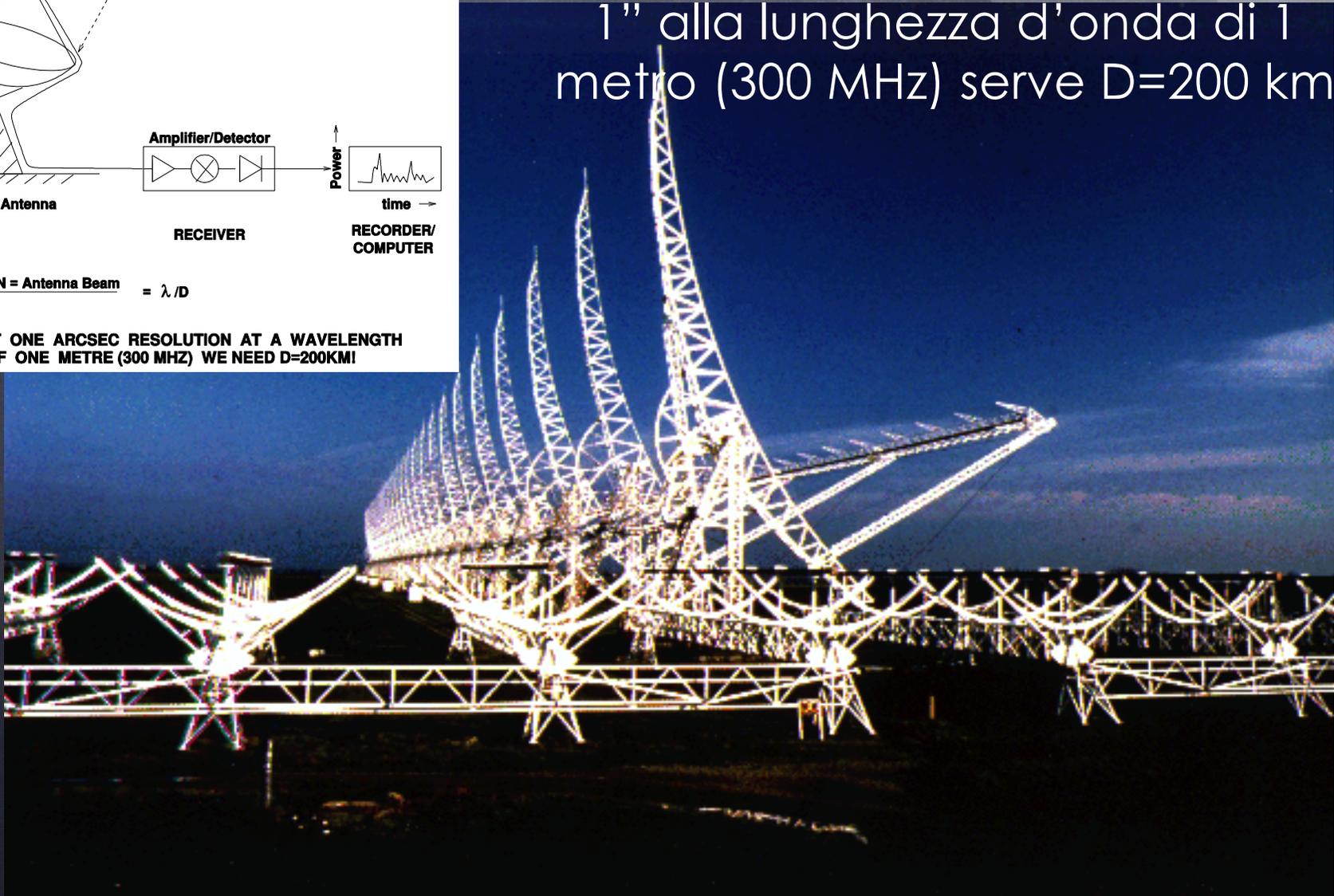
A SIMPLE RADIO TELESCOPE CONSISTS OF AN ANTENNA, A RECEIVER AND A RECORDER



RESOLUTION = Antenna Beam = λ / D

TO GET ONE ARCSEC RESOLUTION AT A WAVELENGTH OF ONE METRE (300 MHZ) WE NEED D=200KMI

Risoluzione $\sim \lambda/D$ radianti Un telescopio da 10 cm in ottico $\lambda/D = 1''$. Per ottenere la risoluzione di $1''$ alla lunghezza d'onda di 1 metro (300 MHz) serve $D=200$ km



Interferometria

- Ruby Payne-Scott – la prima donna nella RadioAstronomia – l'unica per tanti anni: collabora alla prima osservazione interferometrica
- Nell'articolo di McCready, Pawsey and Payne-Scott (1947) viene per la prima volta sottolineata la relazione tra la potenza intercettata da un interferometro e la trasformata di Fourier della distribuzione del flusso della sorgente nel cielo.



Sussurri dall'Universo

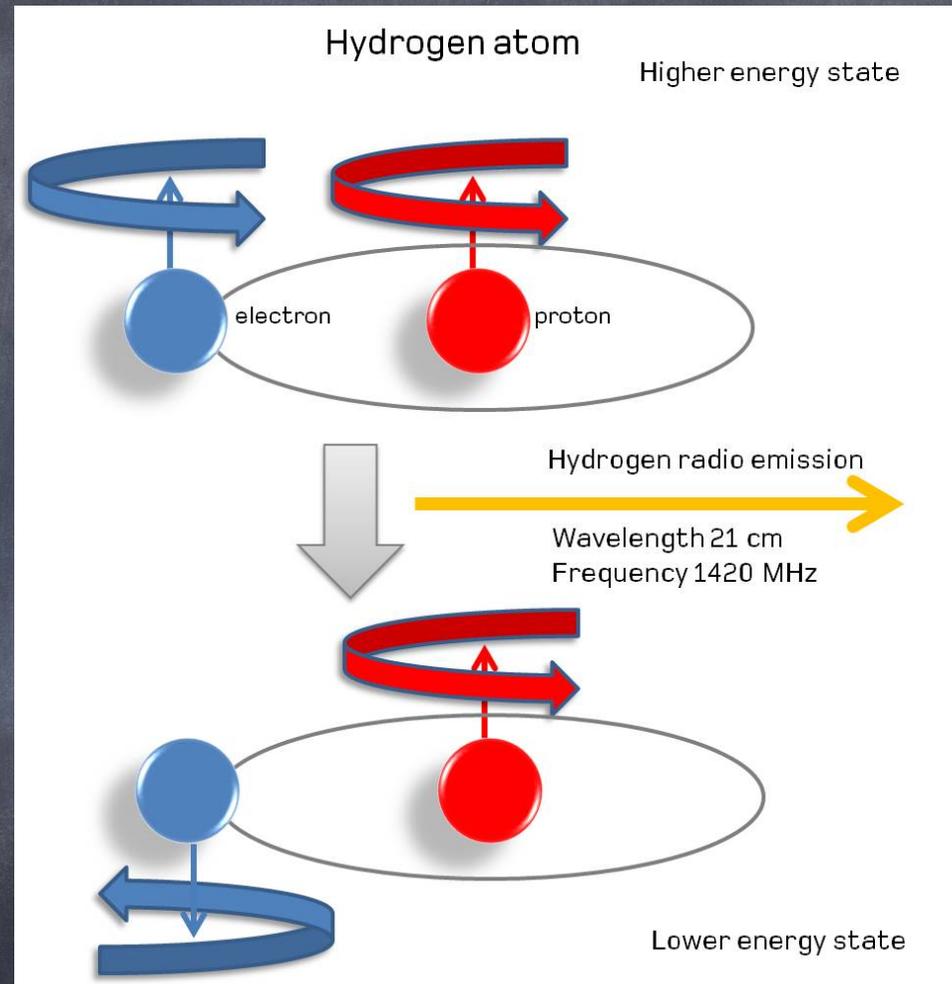
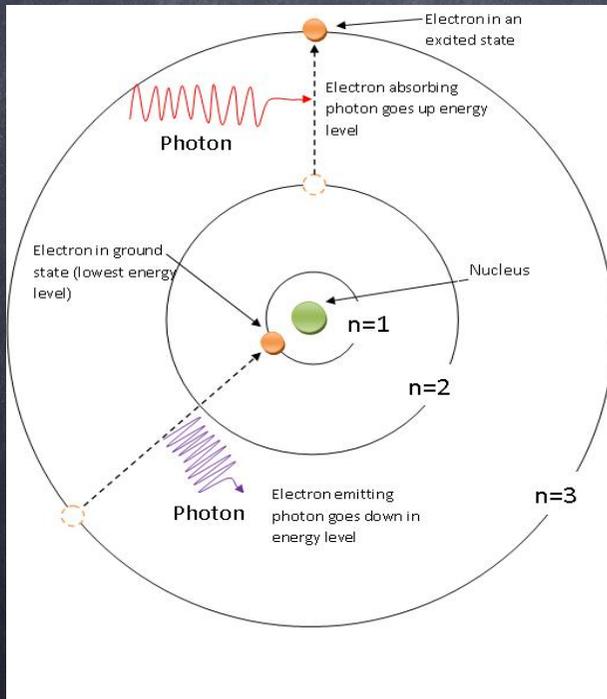
“The encyclopaedia of the Universe is written in very small (21-cm) typescript, to read it one requires a very sensitive telescope.”

“L'enciclopedia dell'Universo è scritta in caratteri minuscoli (21-cm), per leggerla è necessario un telescopio molto sensibile.”

Peter Wilkinson

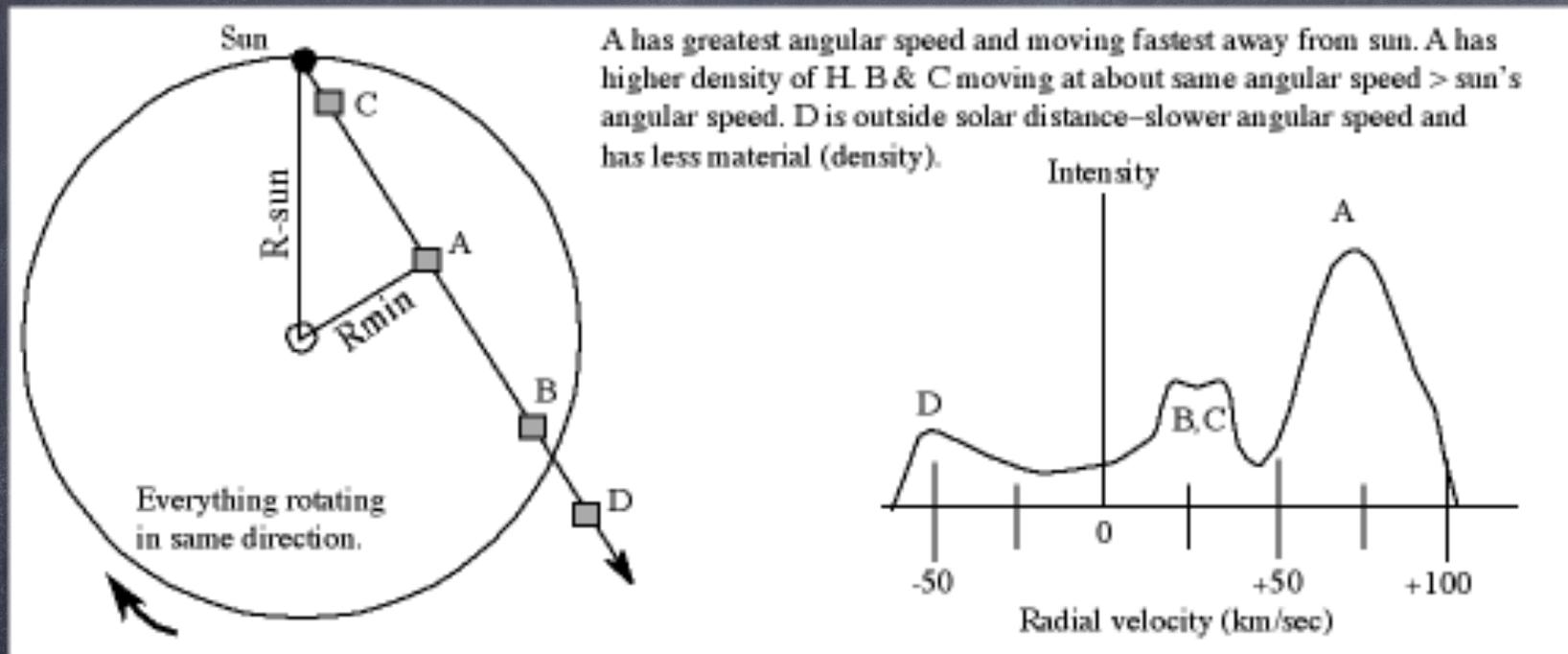
1990

Idrogeno



Una volta ogni $10^7 = 10\,000\,000$ anni
in una galassia: 2×10^{66} atomi
 $\sim 10^{52}$ atomi/sec

Riga dell'Idrogeno a 21 cm



Emissione a 21.1 cm = 1420.4 MHz – alla sorgente.

Spostamento Doppler

Ma quanti atomi ci sono?

$$3 \times 10^9 M_{\odot} \times (2 \times 10^{30} \text{ kg} / 2 \times 10^{-27} \text{ kg}) = 2 \times 10^{66}$$

$$1/10^{14} \text{ sec} = \sim 10^{52} \text{ atomi/sec}$$

Serve un telescopio per l'Idrogeno!!

Universo di stelle

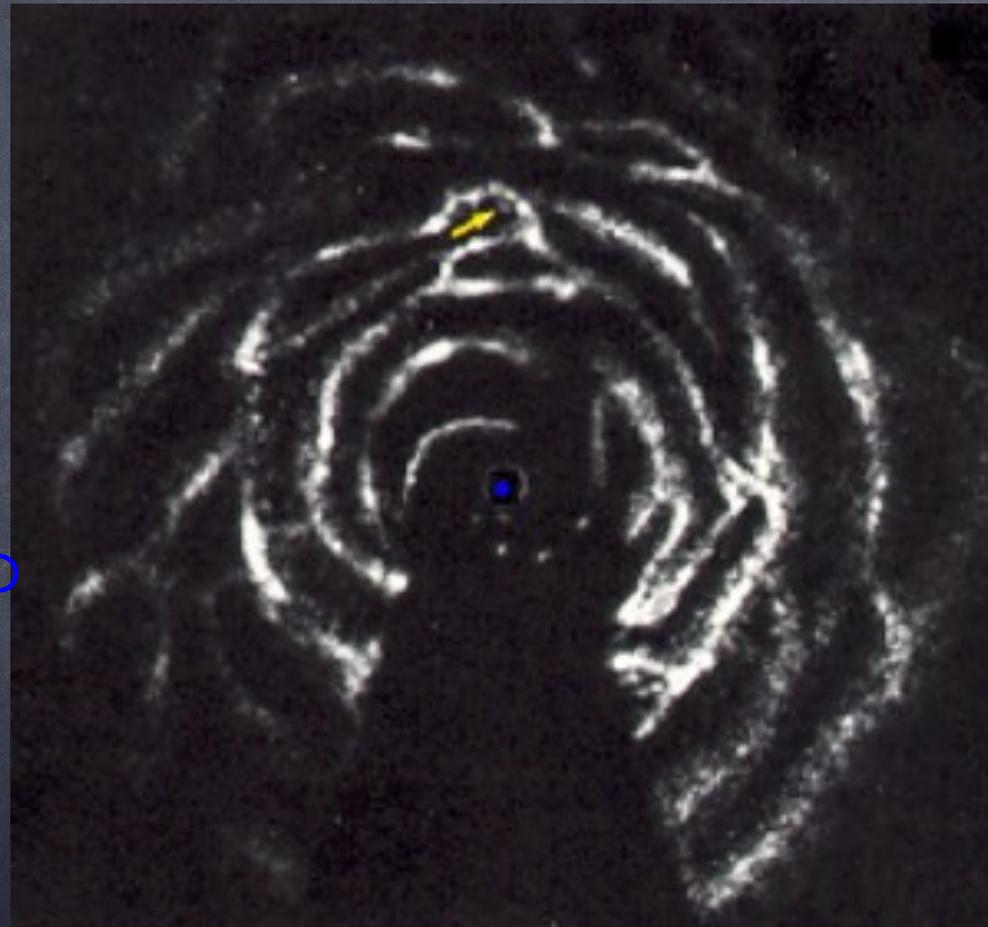
Universo di gas Idrogeno

Ma il segnale è molto debole!

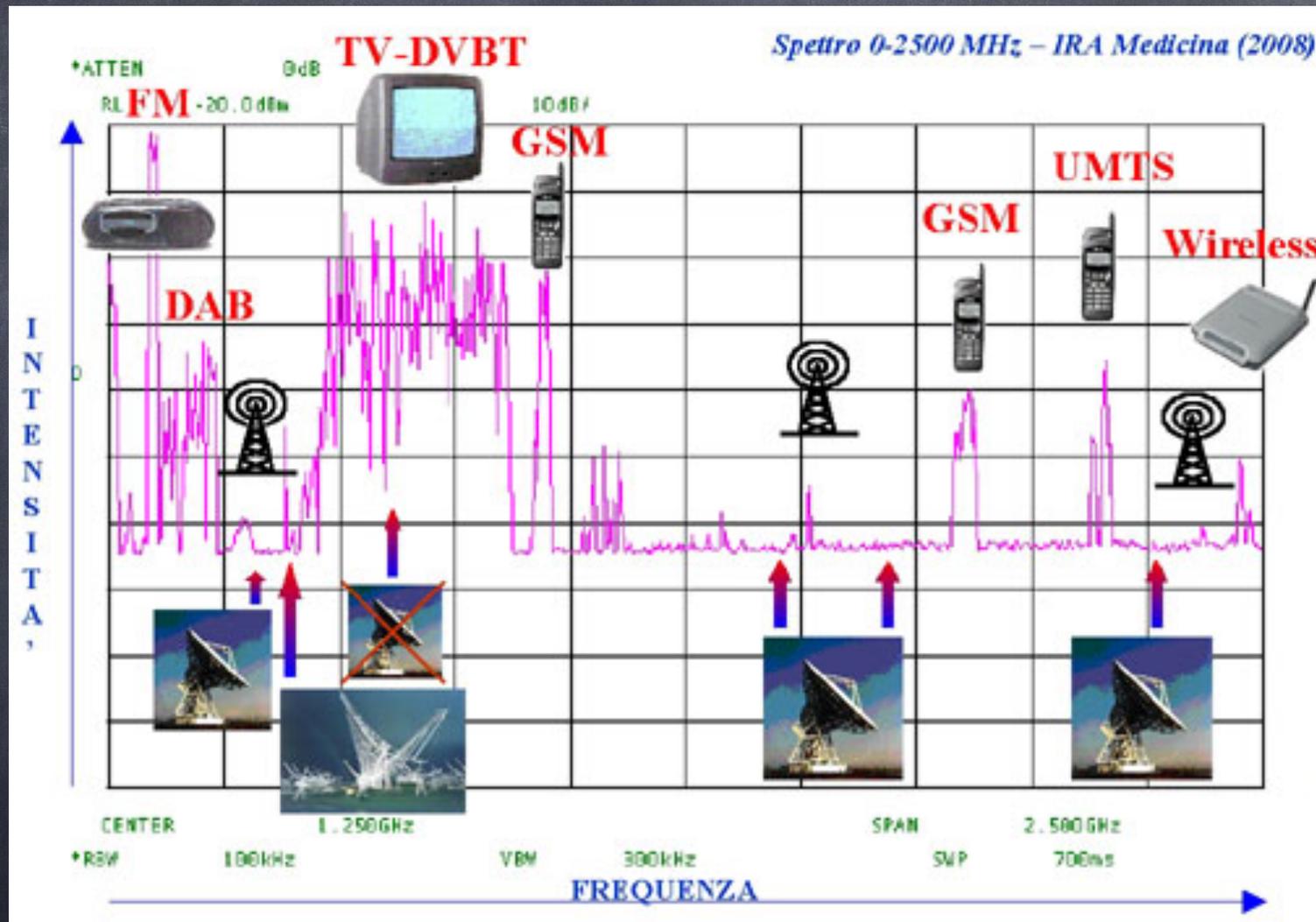
La Via Lattea a 21 cm

Sole

Centro
galattico

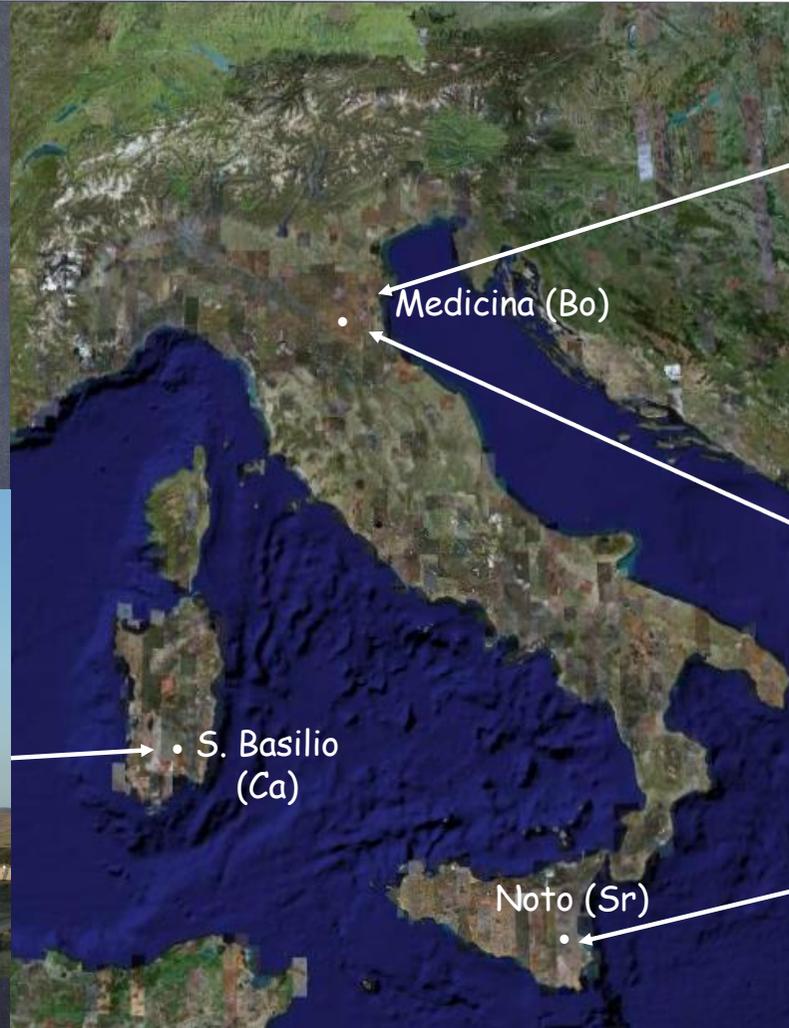


Bande radio protette (2% del totale!)



Radiotelescopi INAF in Italia

Realizzati
interamente
in Italia





JVLA

VLA (New Mexico)



Il radiotelescopio di Arecibo

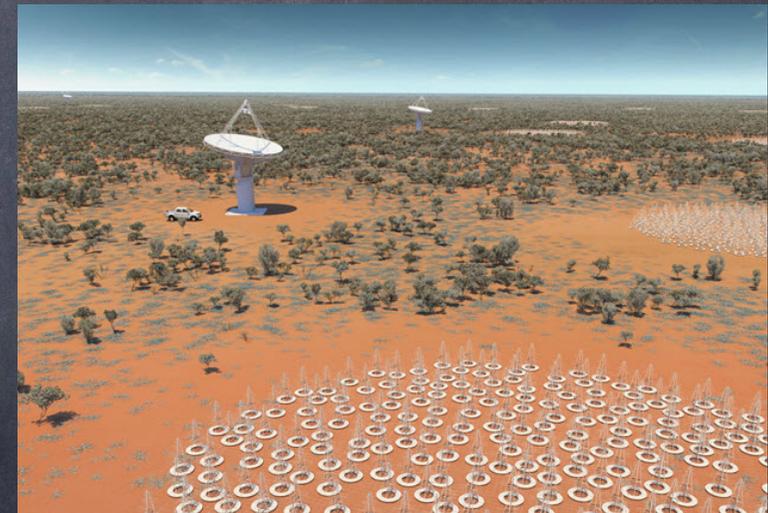


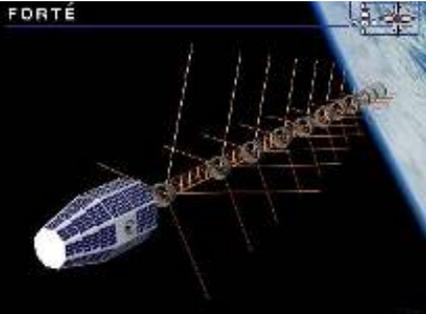
SQUARE KILOMETER ARRAY

Un radiotelescopio rivoluzionario costituito di migliaia di ricettori e antenne per funzionare a frequenze tra 50 MHz e 14 GHz, collegati tra loro su un'area grande come un continente.

Come dice il nome, l'area di raccolta totale sarà nominalmente un km² (1000000 m²!) ma in realtà sarà superiore.

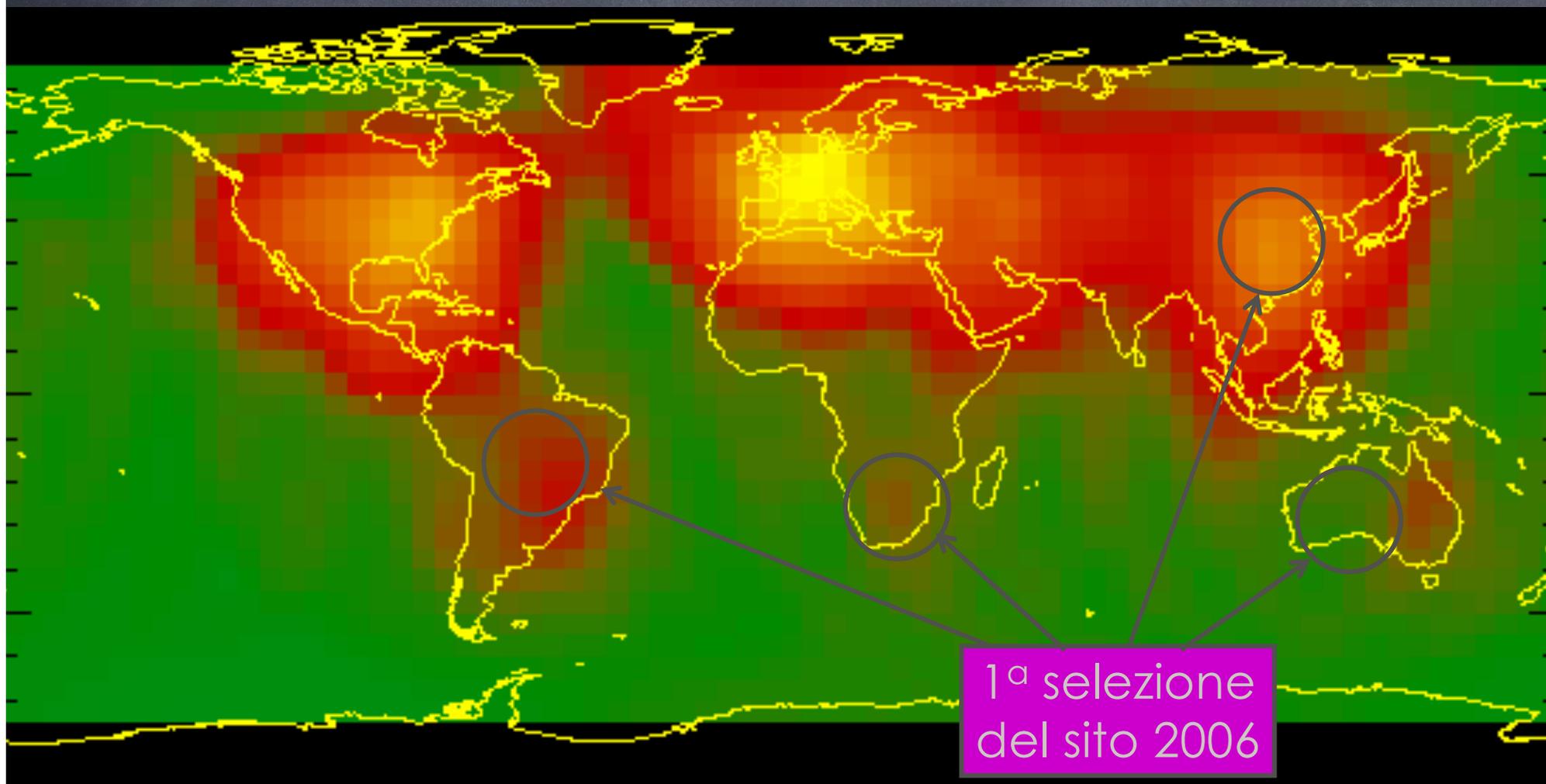
SKA sarà il più grande e più sensibile radiotelescopio mai costruito.





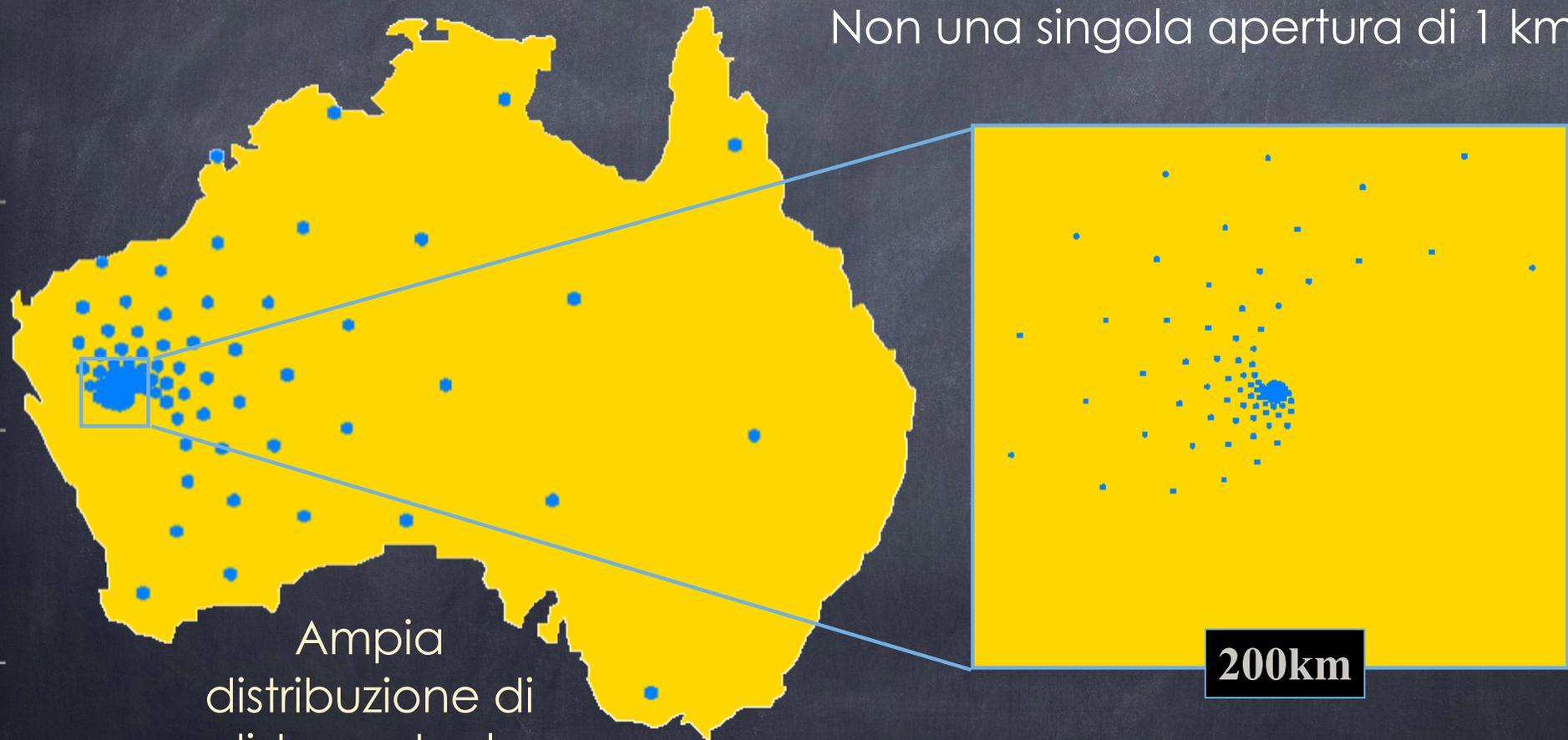
Le zone più silenziose al mondo: Livelli di Radio-rumore

Satellite FORTE: 131MHz



Un esempio della configurazione di SKA

Non una singola apertura di 1 km²



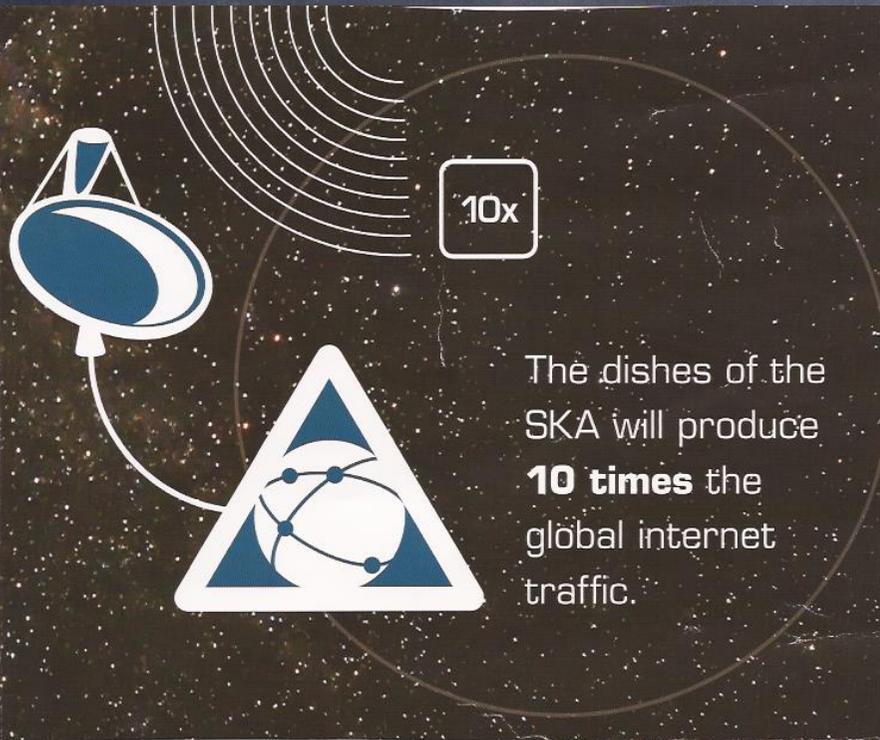
Ampia
distribuzione di
distanze tra le
antenne

200km



<http://skatelescope.org/>





10x

The dishes of the SKA will produce **10 times** the global internet traffic.

The diagram shows a single satellite dish on the left, connected by a curved line to a triangular icon containing a network node symbol. Concentric white circles representing radio waves emanate from the dish. A small box with the text '10x' is positioned above the text.



The aperture arrays in the SKA could produce more than **100 times** the global internet traffic.

100x

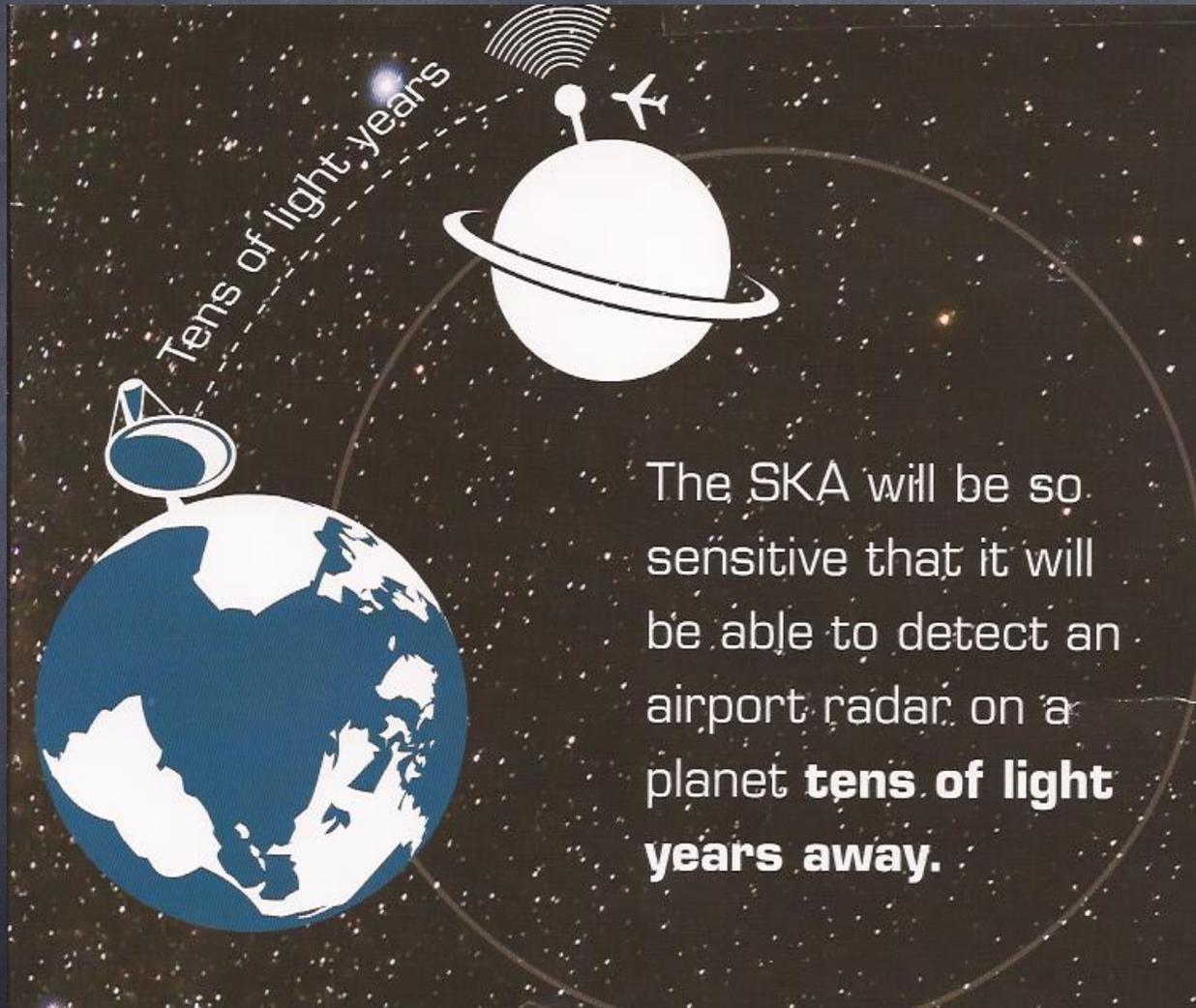
The diagram shows several aperture array structures on the left, connected by a curved line to a triangular icon containing a network node symbol. Concentric white circles representing radio waves emanate from the arrays. A small box with the text '100x' is positioned below the text.

<http://skatelescope.org/>



80000 km

<http://skatelescope.org/>



Principali domande dell'astrofisica moderna

Storia Universo, ~13.7 miliardi anni

Come si sono formati i corpi celesti e i campi magnetici

Materia oscura ed energia oscura

Leggi della Fisica in condizioni estreme :
buchi neri, pulsars

Pianeti extrasolari e origine della vita

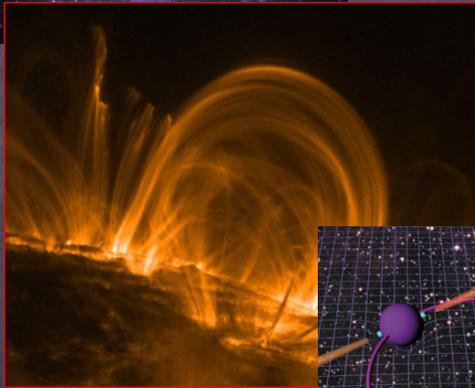
Cosa farà lo SKA che non si può fare con i grandi telescopi ottici o missioni spaziali X e gamma ?



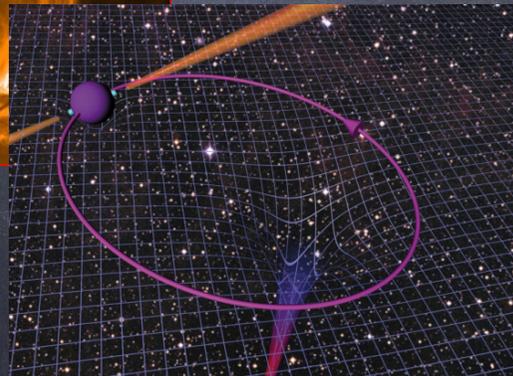
Le prime stelle



Evoluzione Cosmica



Magnetismo Cosmico



Gravità



Origini della vita

L'alba cosmica

13.7 Miliardi di anni fa



TELESCOPIO IDROGENO

- Osservazioni “tomografiche” dell'emissione di HI durante l'epoca di re-ionizzazione (da materiale neutro a grumi ionizzati di materia -> stelle) mappe 3D
- Foresta a 21-cm (piccole sovradensità di HI nella direzione di sorgenti primordiali brillanti)

