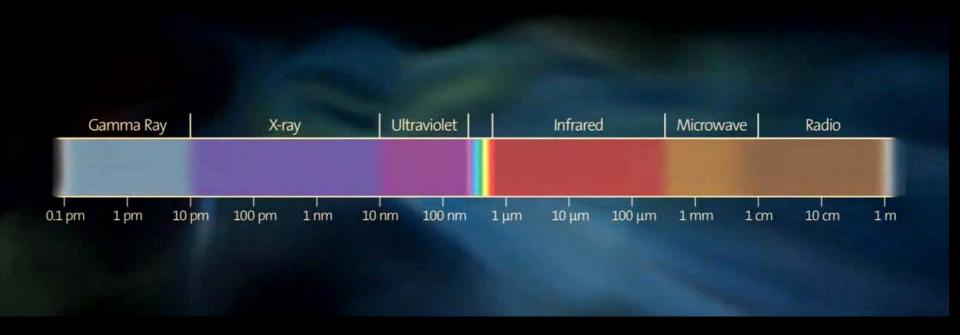
ASTROMETEOROLOGIA OPTICA ACTIVA Y ADAPTATIVA: Aplicaciones de la Ingeniería en la Astronomía

CRISTIAN GOEZ THERAN

COORDINADOR OLIMPIADAS COLOMBIANAS DE ASTRONOMIA-UAN DOCENTE ULIBRE













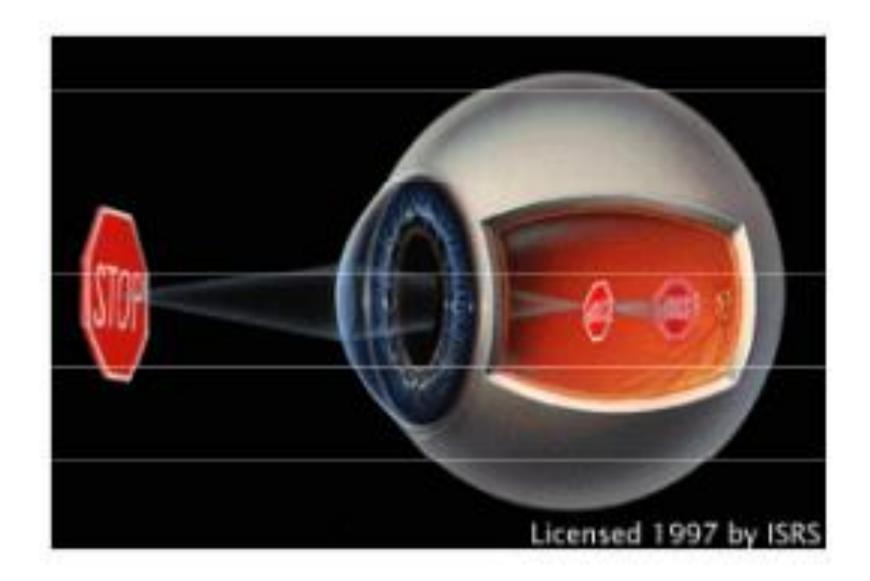








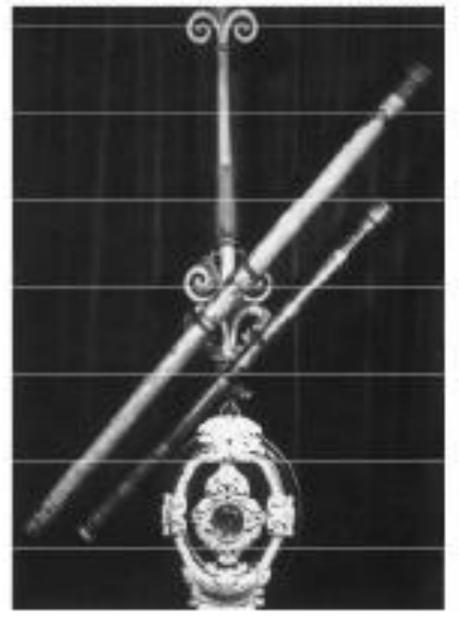
La imagen llega invertida al ojo, el cerebro la endereza



Galileo's telescope (1609)

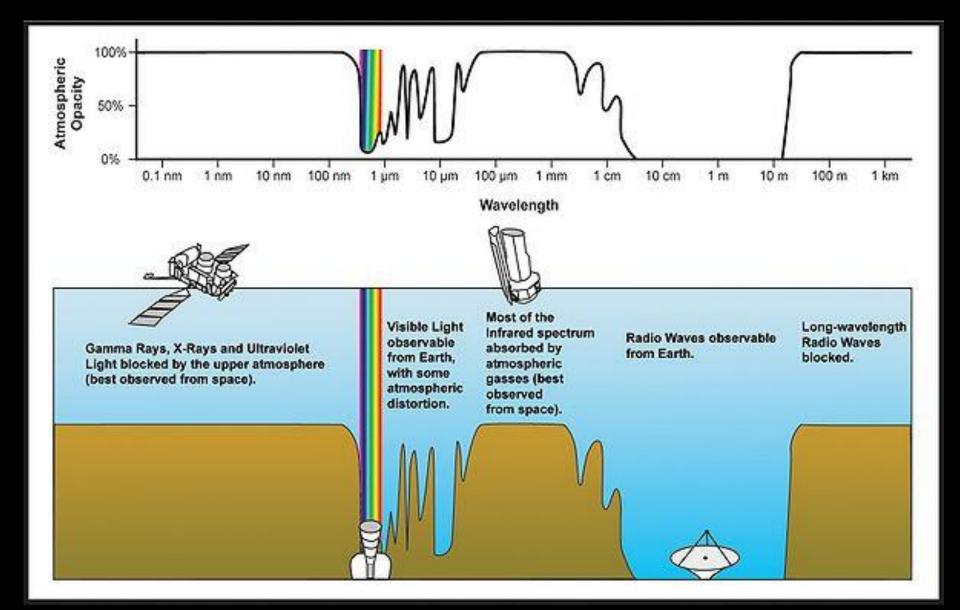
. Ne

Newton's telescope (1671)

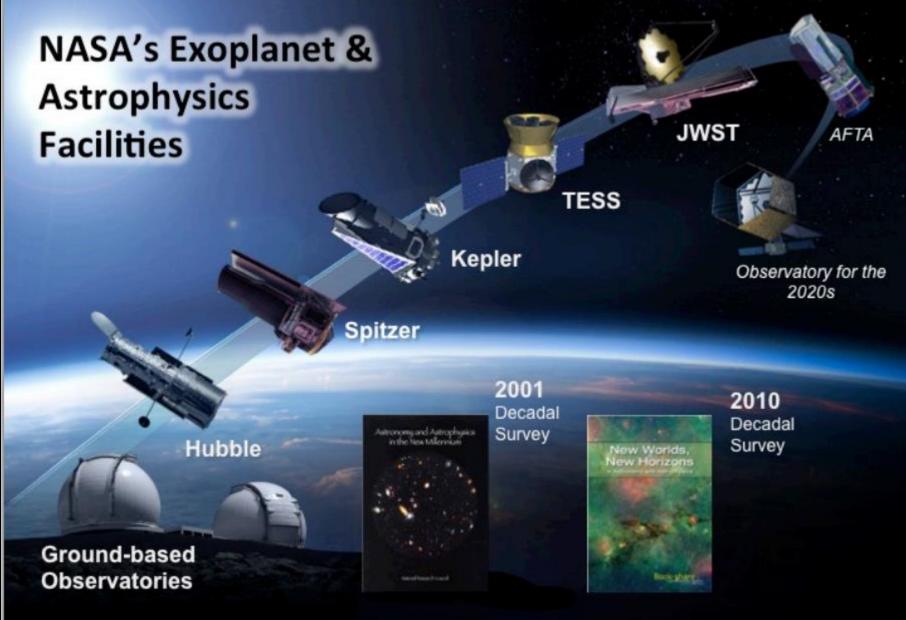




Optica Activa y Adaptativa – Por: Cristian Góez Therán





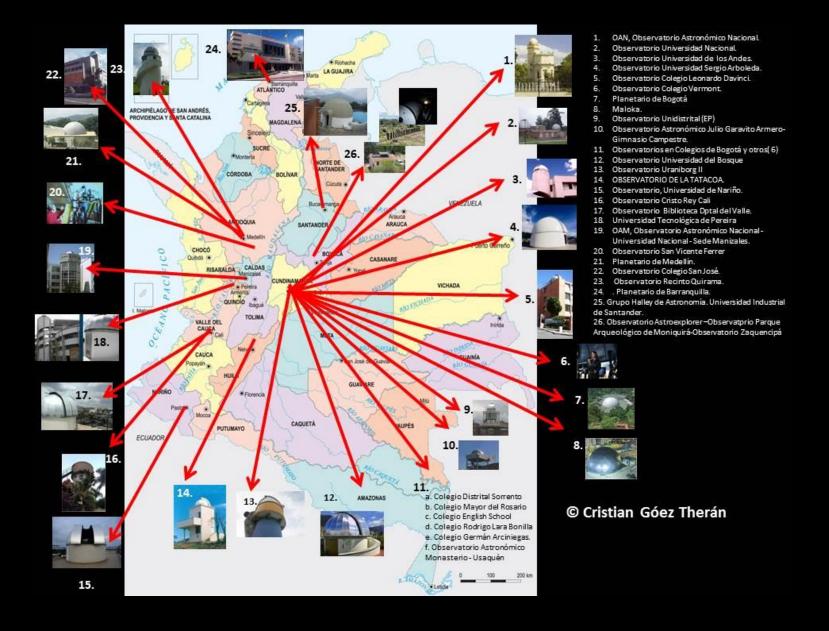


Adapted from Testimony to Congress Given by J. Grunsfeld (May 5, 2013)









COBERTURA DE NUBES SOBRE COLOMBIA

- 1. Clima desértico o árido.
- 2. Precipitaciones y Nubosidad.
- 3. Altura.
- 4. Facilidad de acceso.
- 5. Humedad.
- 6. Vientos.
- 7. Contaminación lumínica.

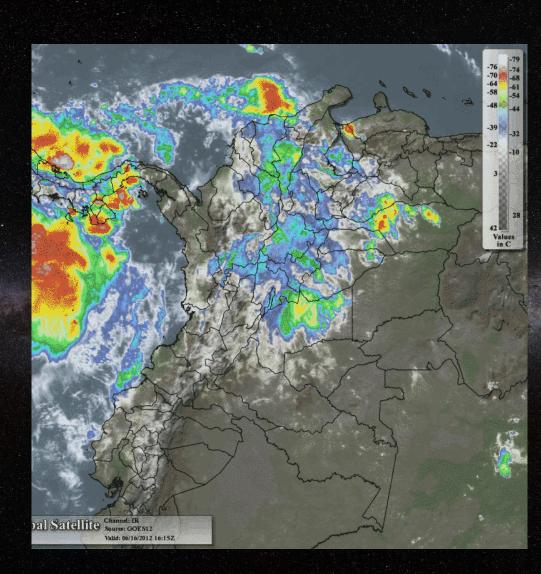


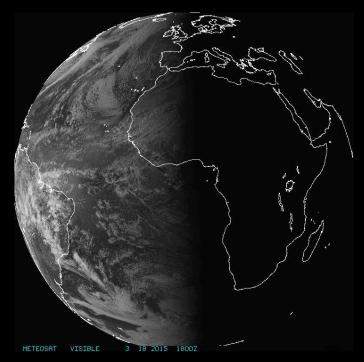


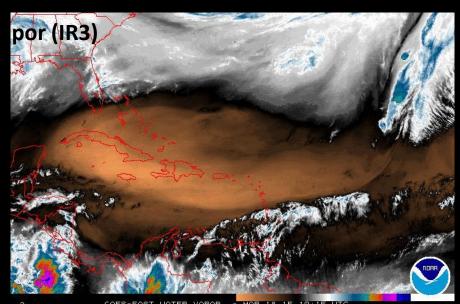




Imagen Infraroja

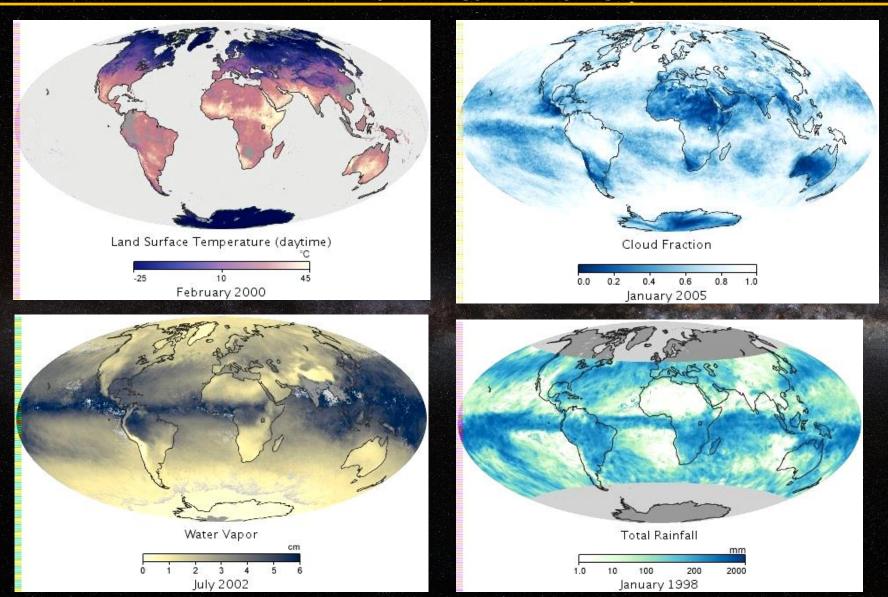
Imagen en el visible







CONDICIONES GLOBALES DE PRECIPITACION, TEMPERATURA, NUBOSIDAD Y VAPOR DE AGUA PRESENTES EN LOS LUGARES EN LOS QUE SE ENCUENTRAN EMPLAZADOS LOS OBSERVATORIOS REPRESENTATIVOS EN EL MUNDO



EN COLOMBIA



Nevado del Tolima



Nevado del Ruíz



Nevado Santa Isabel



Nevado del Huila



Sierra Nevada Santa Marta



Volcán Puracé

Puracé

Nevados del Tolima y Ruiz



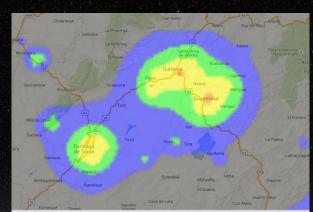


CONTAMINACION LUMINICA

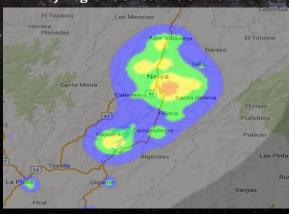
a) Región de Estudio en Guajira



b) Región de Estudio en Boyacá



c) Región de Estudio en Huila



d) Región de Estudio en Nariño



SQM(-L) mag/arcsec²

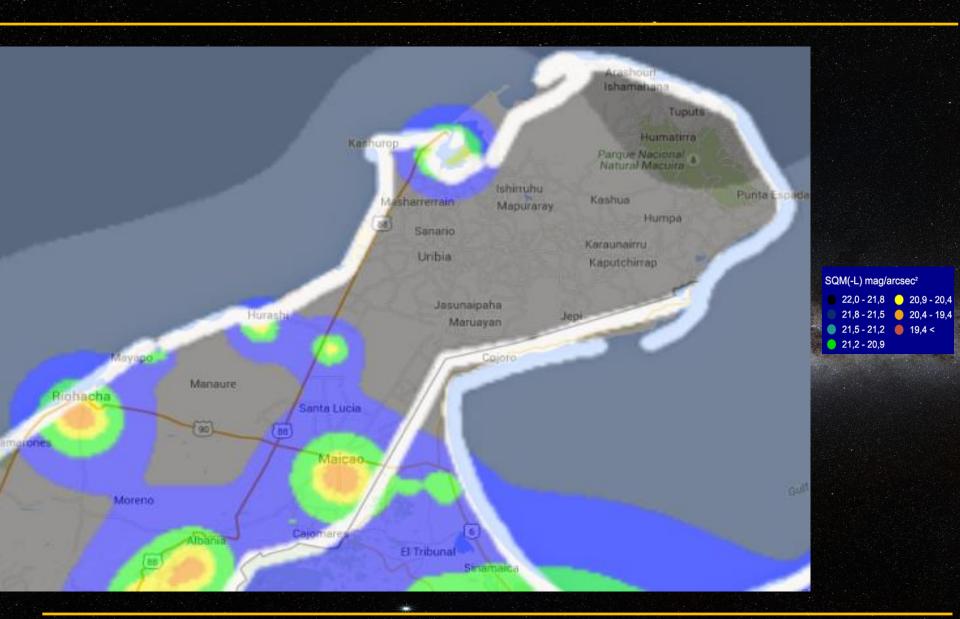
22,0 - 21,8 0 20,9 - 20,4

21,8 - 21,5 20,4 - 19,4

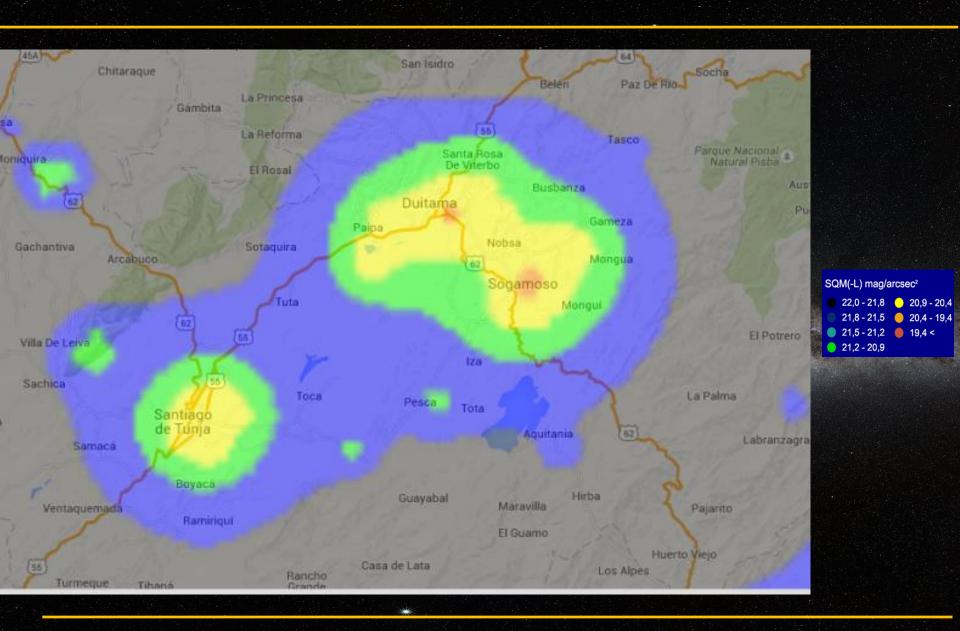
21,5 - 21,2 19,4 <</p>

21,2 - 20,9

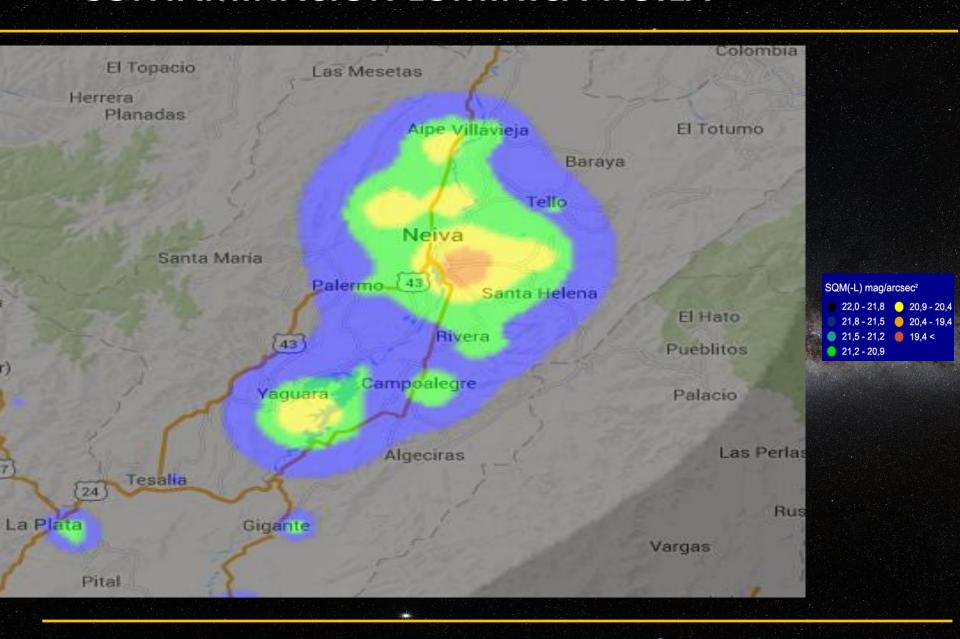
CONTAMINACION LUMINICA - GUAJIRA



CONTAMINACION LUMINICA-BOYACÁ



CONTAMINACION LUMINICA-HUILA

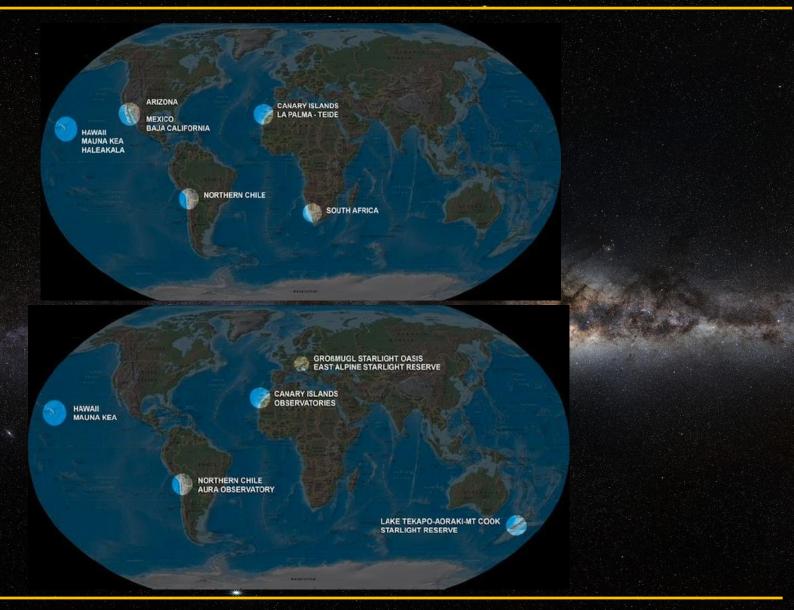




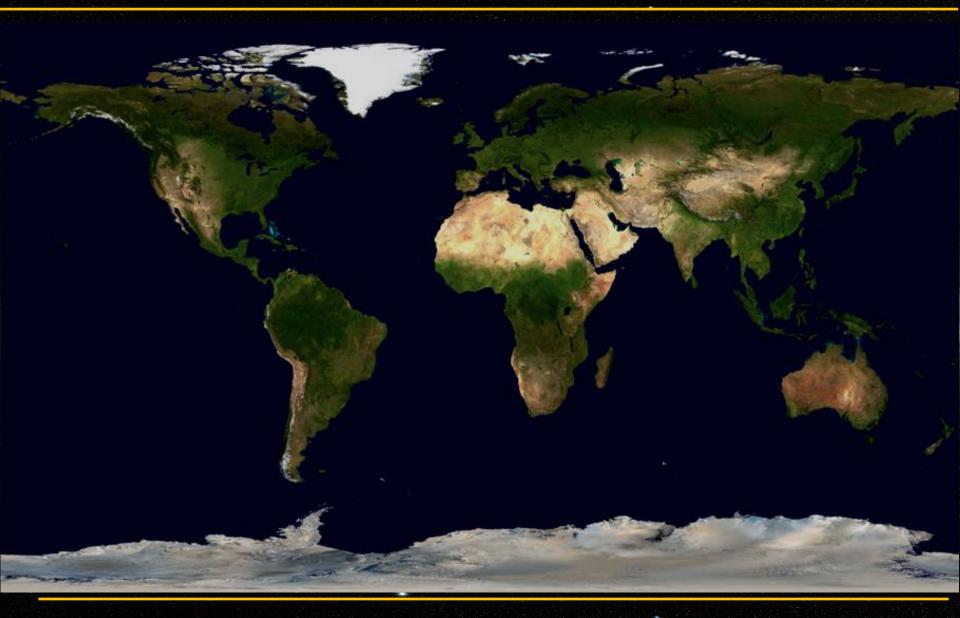




LOCALIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS EN EL MUNDO



LOCALIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS ASTRONÓMICOS EN EL MUNDO



IMPACTO



Nevado del Tolima



Nevado del Ruíz



Sierra Nevada Santa Marta

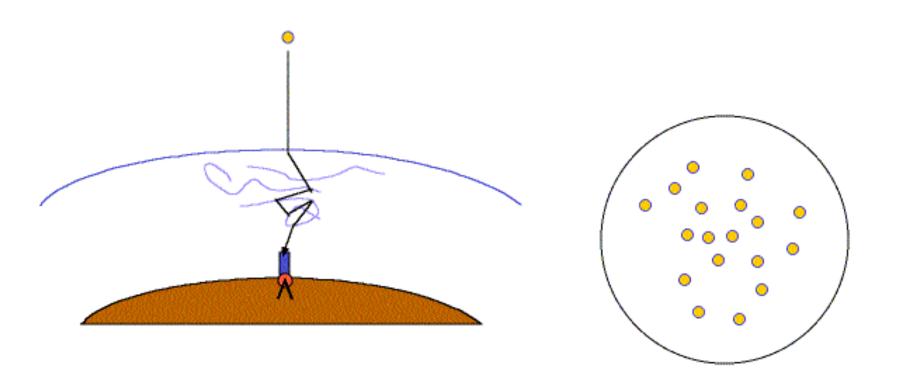


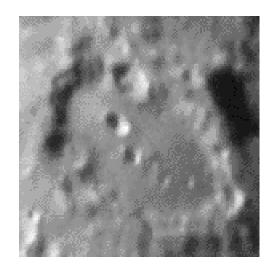


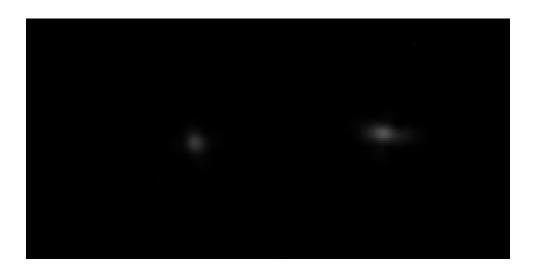




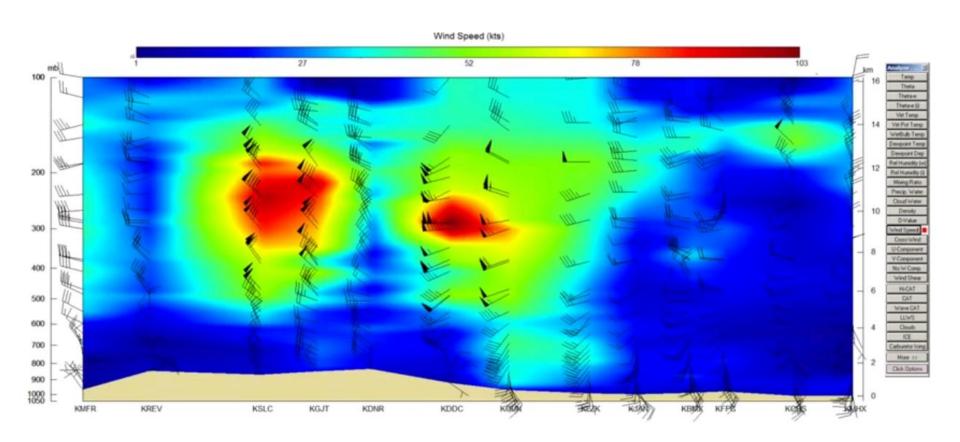
Estudio astrometeorológico para el diagnóstico y emplazamiento de observatorios astronómicos ópticos en Colombia – Por: Cristian Góez Therán



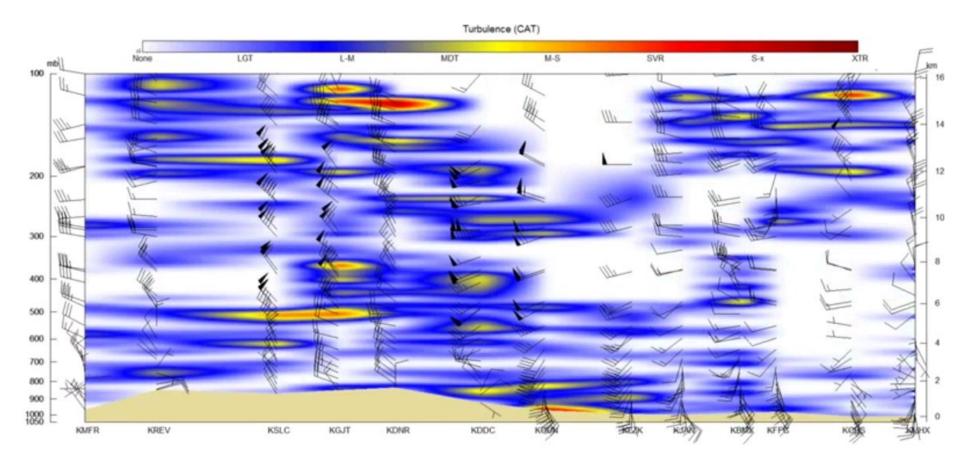




Colorized Analysis Wind Speed

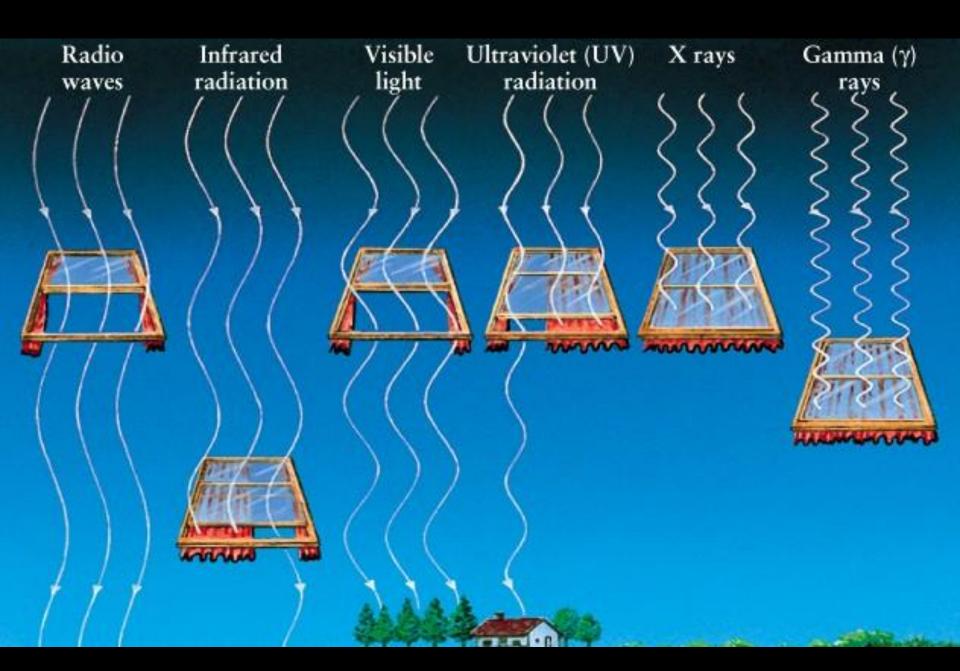








No todas las radiaciones del EM pueden penetrar en la Atmósfera de la Tierra.



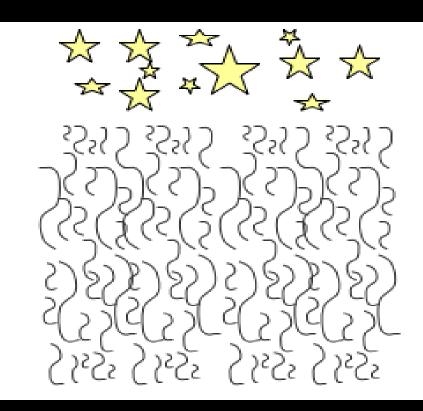




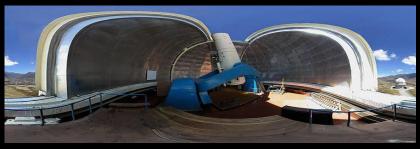
Categories	Seeing in arc-second
V	< 0.4"
IV	~ 0.4-0.9"
III	~ 1.0-2.0"
II	~ 3.0-4."
I	> 4"

Poder de recolectar Luz

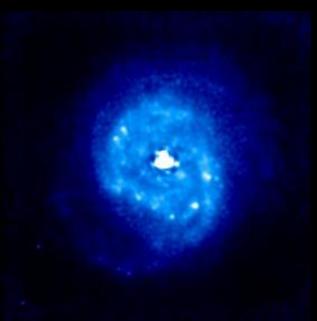










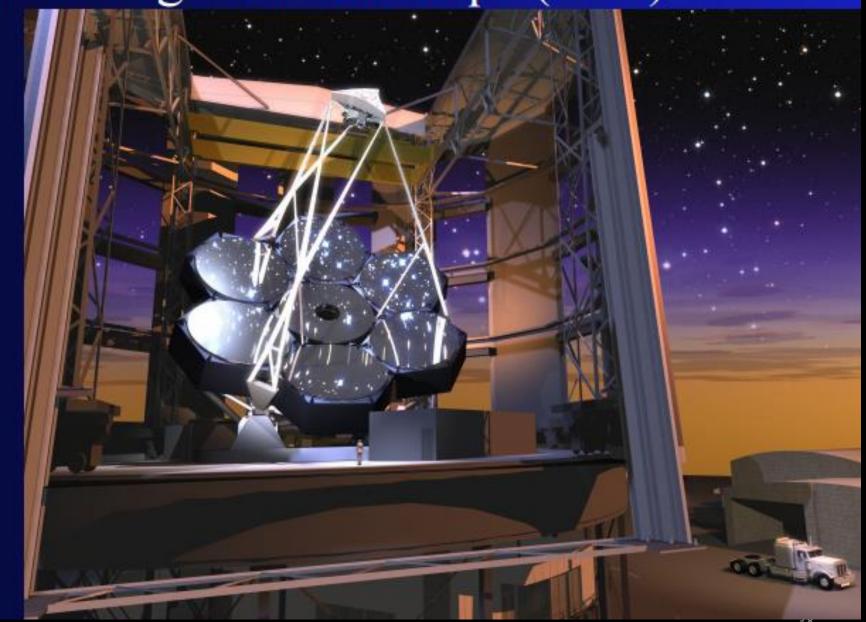




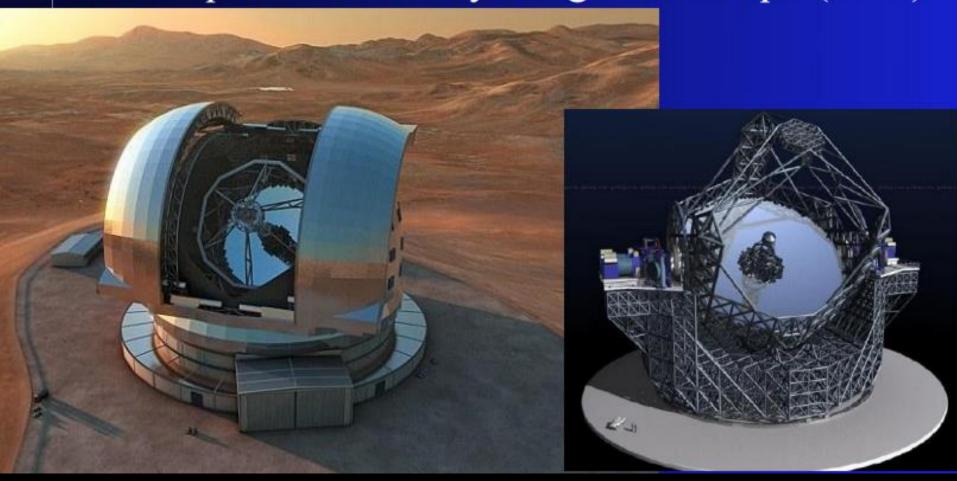




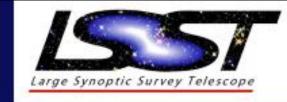
Giant Magellan Telescope (25m)



European Extremely Large Telescope (39m)



LSST: El Sitio en Cerro Pachón





Un gran ojo para buscar vida extraterrestre

El Observatorio Europeo Austral ha dado luz verde al E-ELT (Telescopio Europeo Extremadamente Grande). La construcción durará 10 años, en el norte de Chile.











NO CONTABAN CON LA ASTUCIA DE LA OA, LA INTERFEROMETRÍA Y LGS







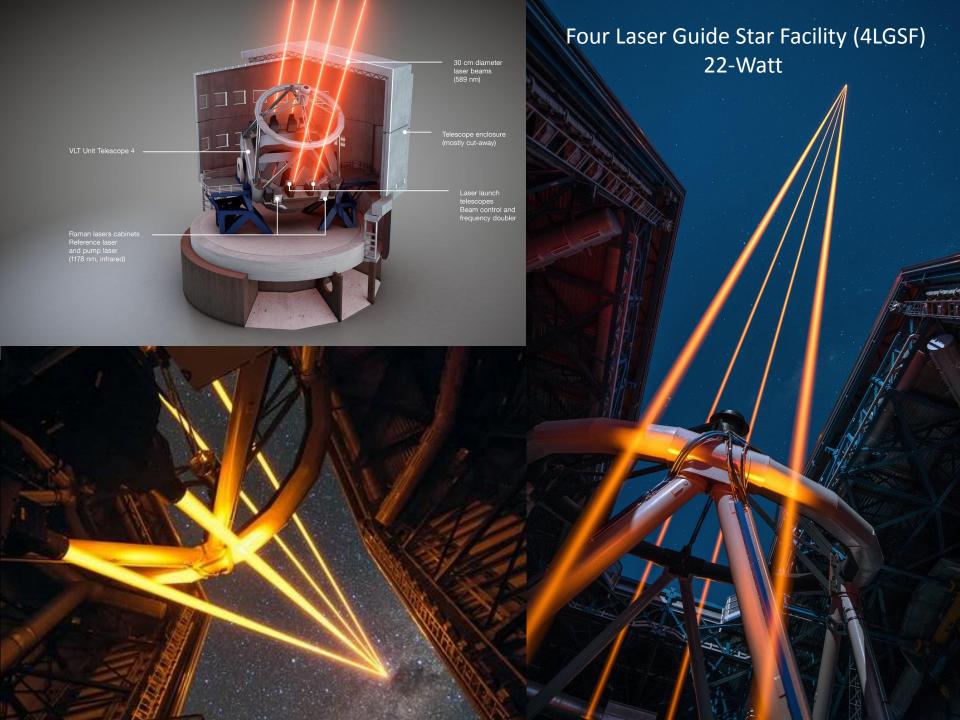


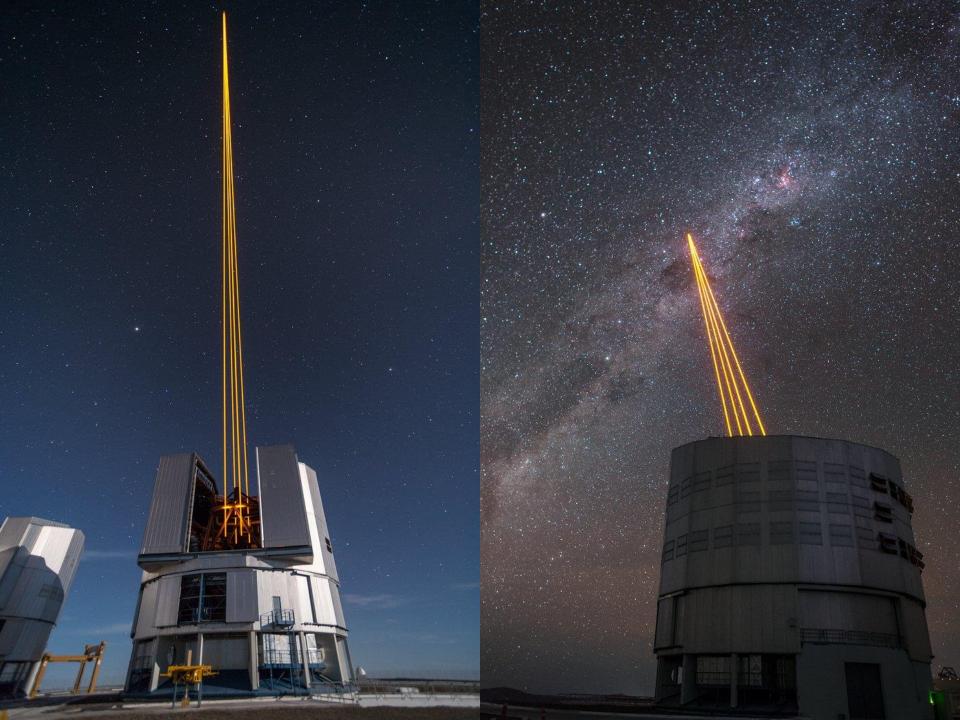
¿STAR WARS O LGS?

Es el láser más potente que se haya utilizado en astronomía.





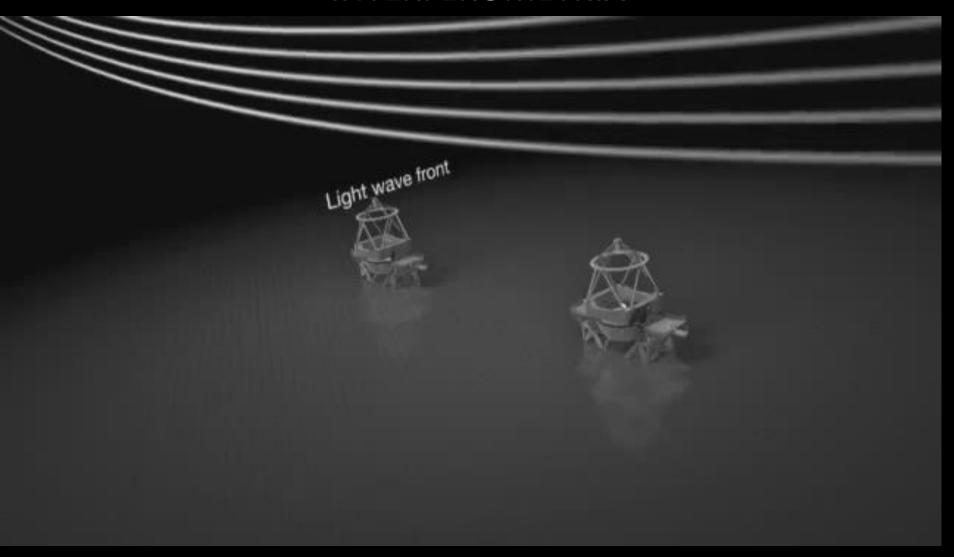


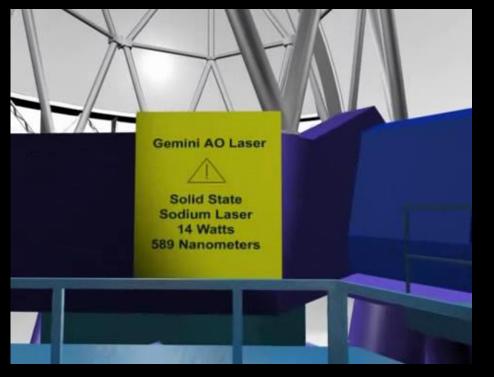


INTERFEROMETRÍA



INTERFEROMETRÍA

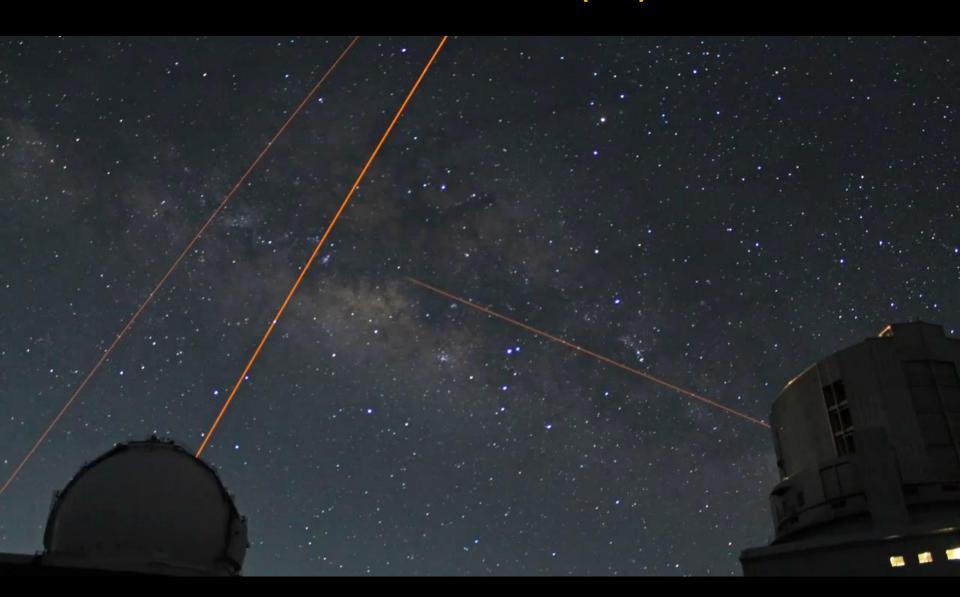




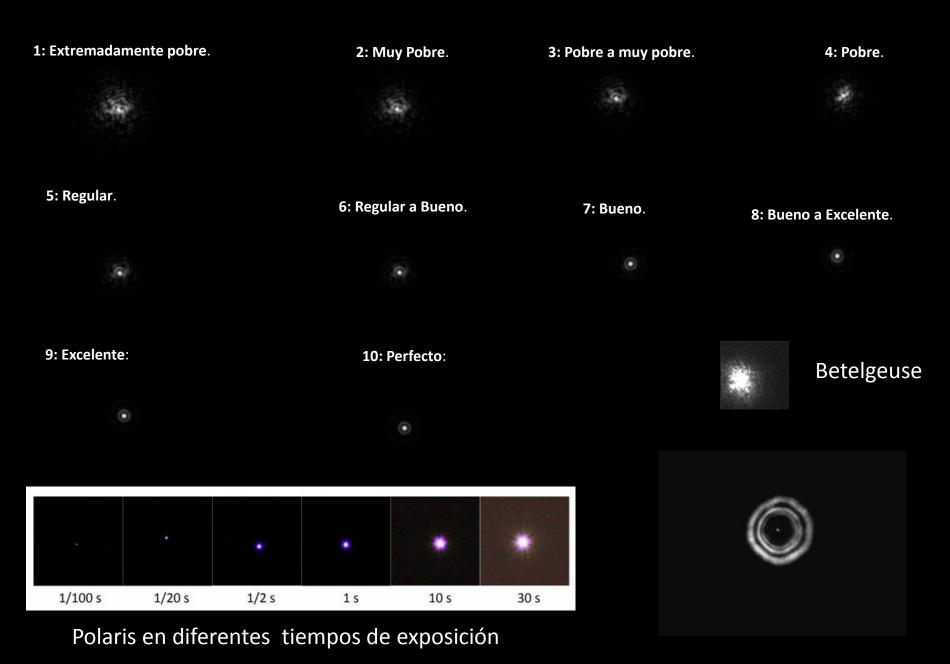




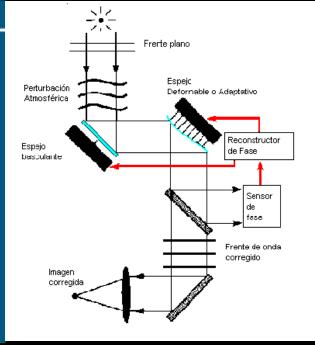
Estrella Guía Láser (LGS)

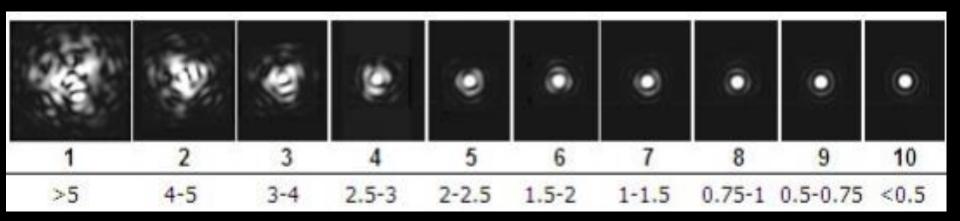


Escala definida por William H. Pickering (1858-1938) utilizando un refractor de 130mm

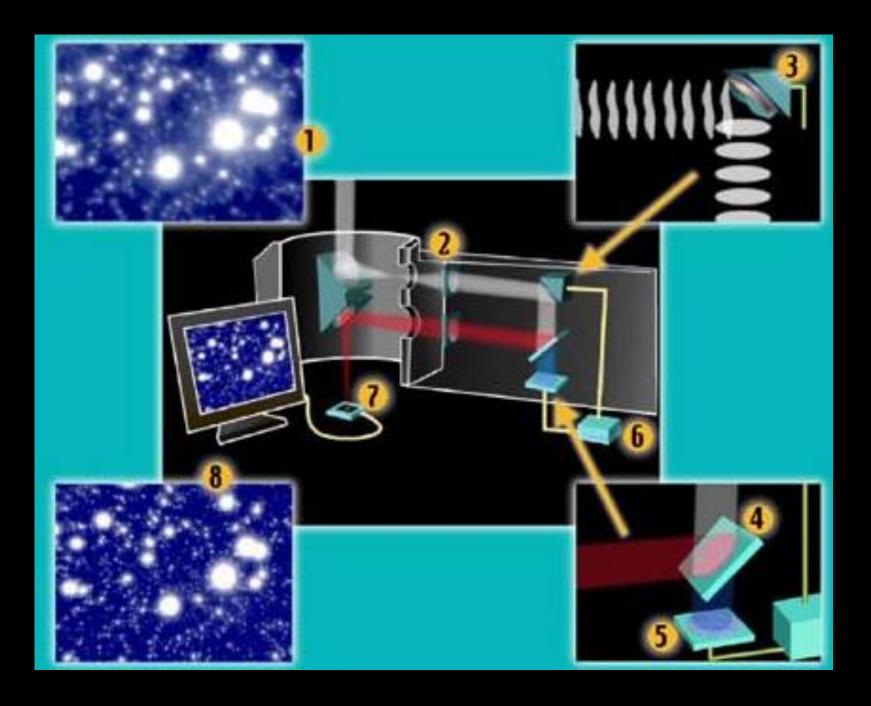


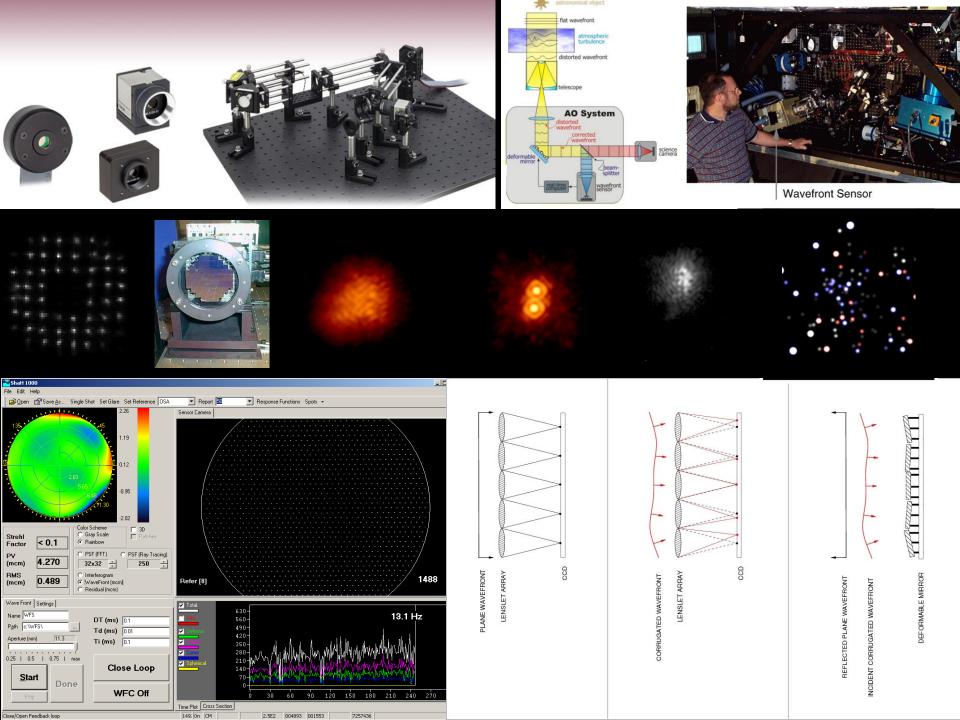
ADAPTIVE OPTICS | Incorrected | Corrected | Corrected

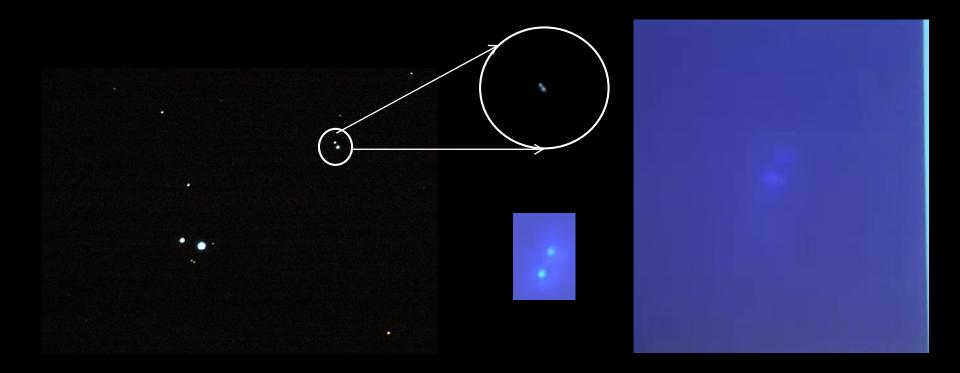


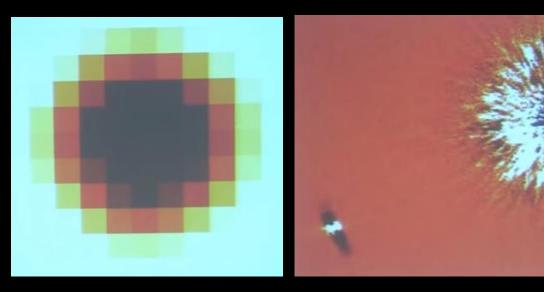


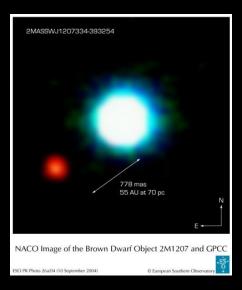
Contrarrestar en tiempo real las perturbaciones variables producidas por la atmósfera de nuestro planeta en la imagen telescópica. De esta manera se logra mejorar el poder de resolución del telescopio, es decir, la capacidad para separar una fuente de luz (un objeto aparentemente único, como se ve a la izquierda del gráfico) en sus partes constitutivas (vistas a la derecha). Mediante la utilización de la óptica adaptativa el poder de resolución de los telescopios puede llegar a incrementarse hasta en unas 40 veces.





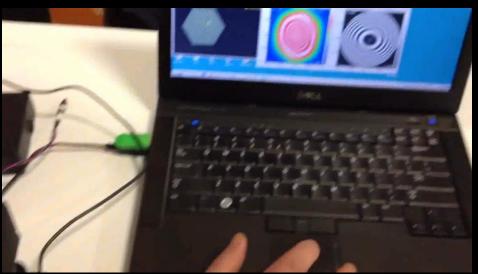














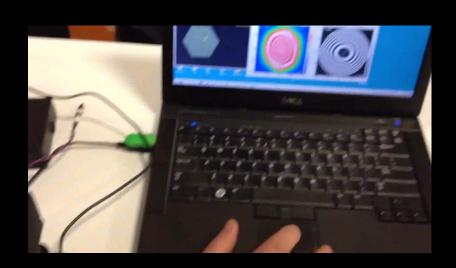


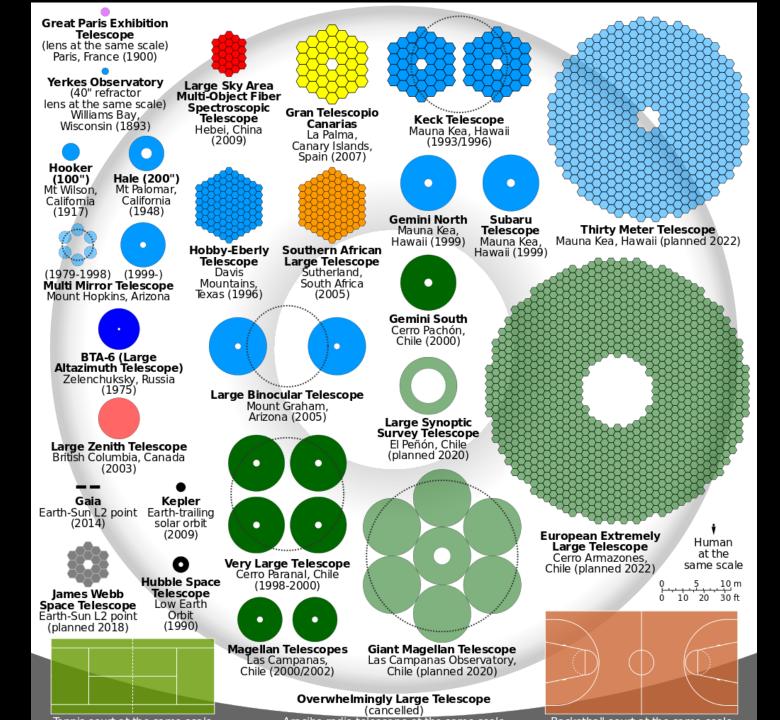








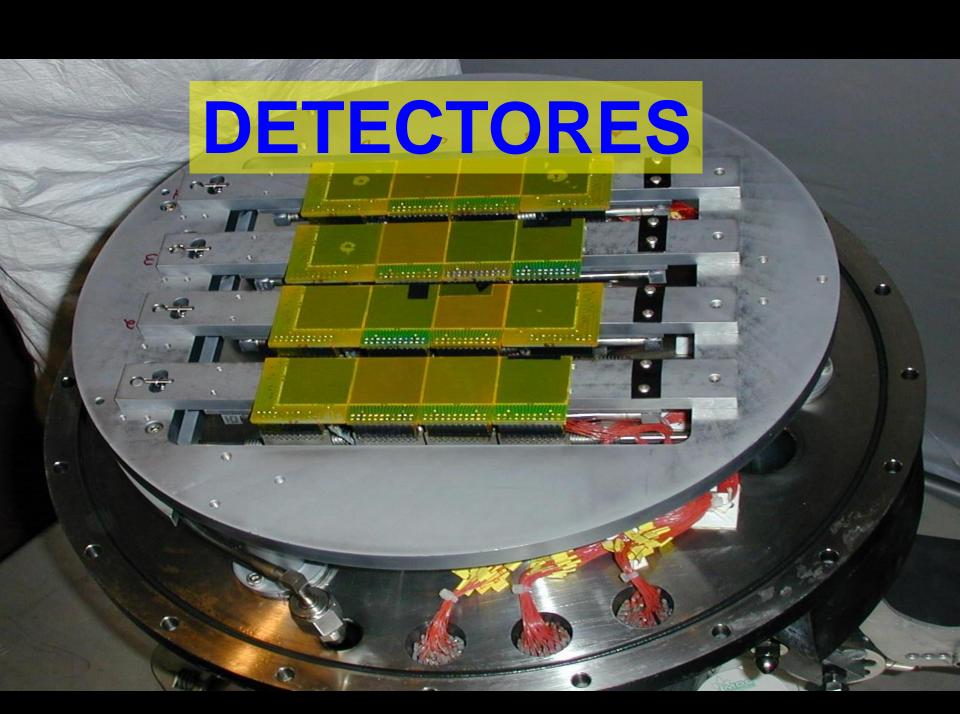


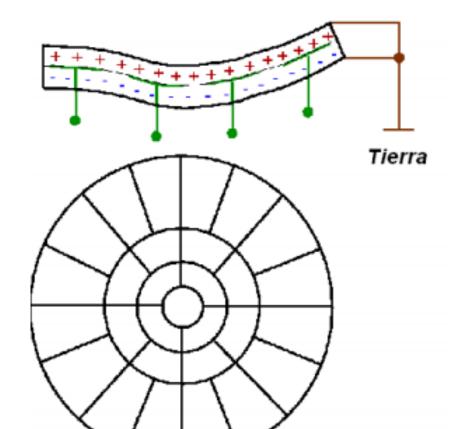


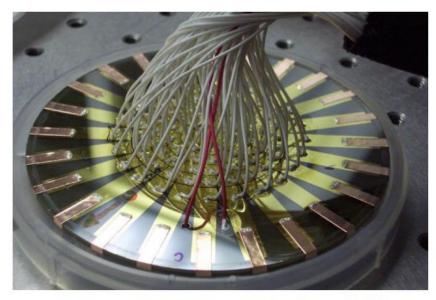












Vista trasera de espejo deformable bimórfico en el CFHT

Un espejo bimórfico consiste en dos capas piezoeléctricas unidas que están polarizadas de manera opuesta. Entre las dos capas se deposita una matriz de electrodos y la parte posterior y anterior del espejo se conecta a tierra tal y como se muestra en la Figura La superficie posterior está espejada.

Cuando se aplica un voltaje a un electrodo, una capa se contrae mientras que a la otra se expande, provocando una flexión local cuya amplitud depende del voltaje aplicado. Por este motivo este tipo de espejos también se denominan *espejos de curvatura*.



OBSERVATORIO GEMINI CERRO PACHÓN CHILE

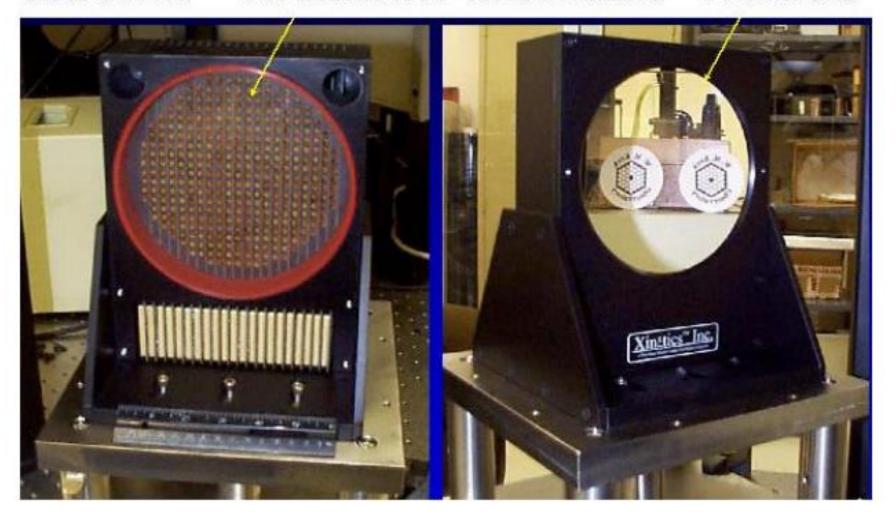
Parámetros típicos de un espejo bimórfico.

Número de actuadores13-85Tamaño del espejo30-200 mmGeometría de los actuadoresRadialVoltajeCientos de voltiosFrecuencia de resonancia600HzCosteModerado

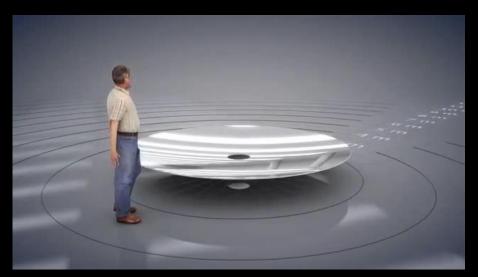
Parámetros típicos de un espejo piezoeléctrico segmentado.

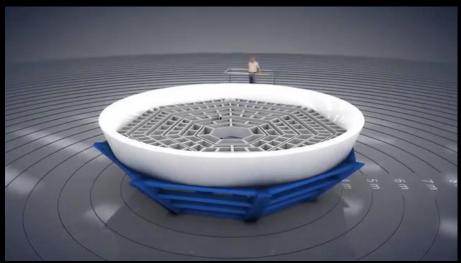
Número de actuadores100-1500Tamaño del espejo70-200 mmGeometría de los actuadoresRectangular o hexagonalVoltajeCientos de voltiosFrecuencia de resonanciaVarios kiloherciosCosteMuy alto

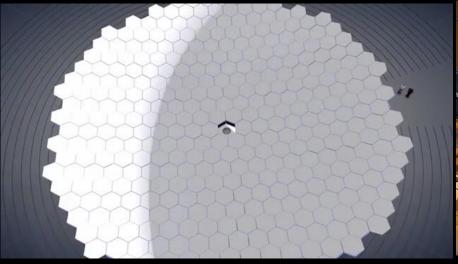
Vista trasera 349 actuadores Vista delantera 146mm dia.



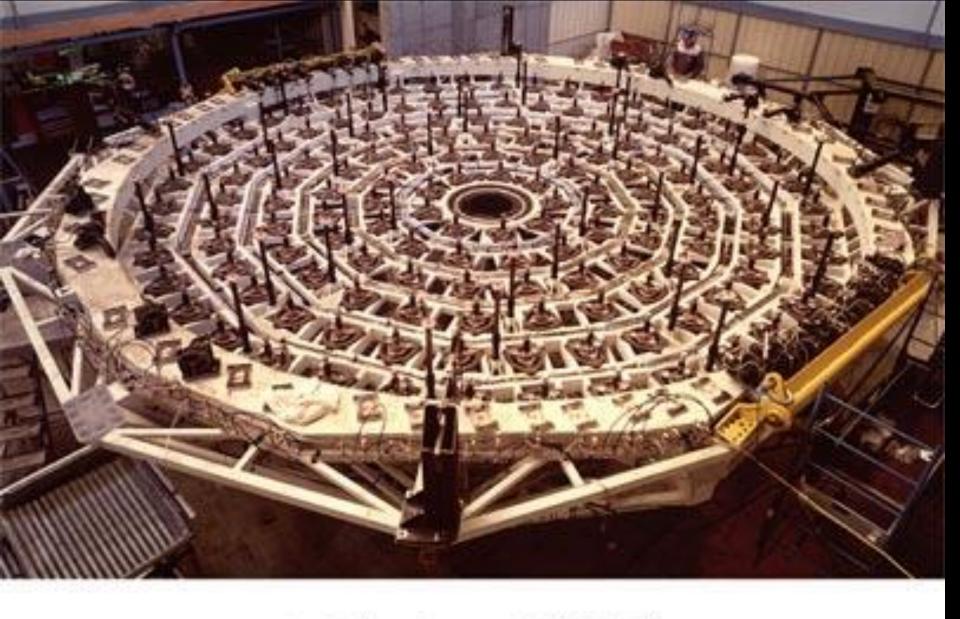
EVOLUCION DE LOS TELESCOPIOS





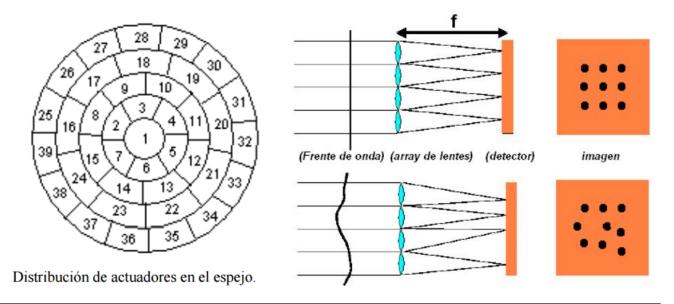






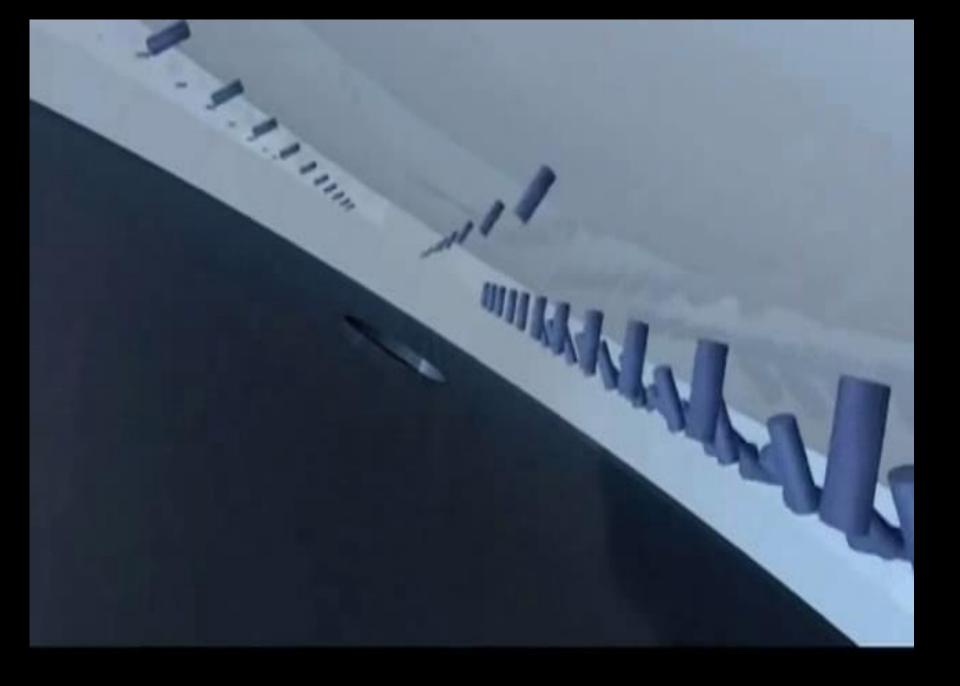
Active Mirror Supports in VLT M1 Cell

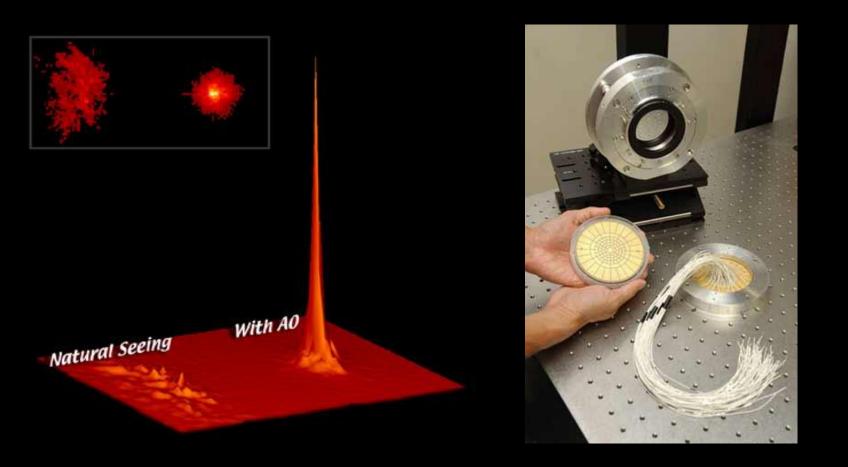




Características físicas del espejo deformable utilzado en este trabajo.	
Diseño del espejo	Circular
Número de actuadores	39
Diámetro	30mm
Diámetro útil	20mm
Máxima deflexión la membrana	8µm
Rango de voltajes de los actuadores	0-250V
Frecuencia de trabajo	1Khz
Voltaje de referencia	180V
Coste	bajo

Básicamente, el dispositivo consiste en una delgada membrana de nitrato de silicio (Si₃N₄) la cual está espejada con una deposición de aluminio. Justo debajo de esta membrana se encuentran uniformemente distribuidos 39 electrodos conectados a un plano de tierra. Dichos electrodos se denominan actuadores. Debido a que la capa reflectante es también conductora, cuando un voltaje es aplicado a un actuador, éste atrae a la membrana, aprovechando la fuerza electrostática producida entre ambos, para modular de esta manera, la forma de la misma

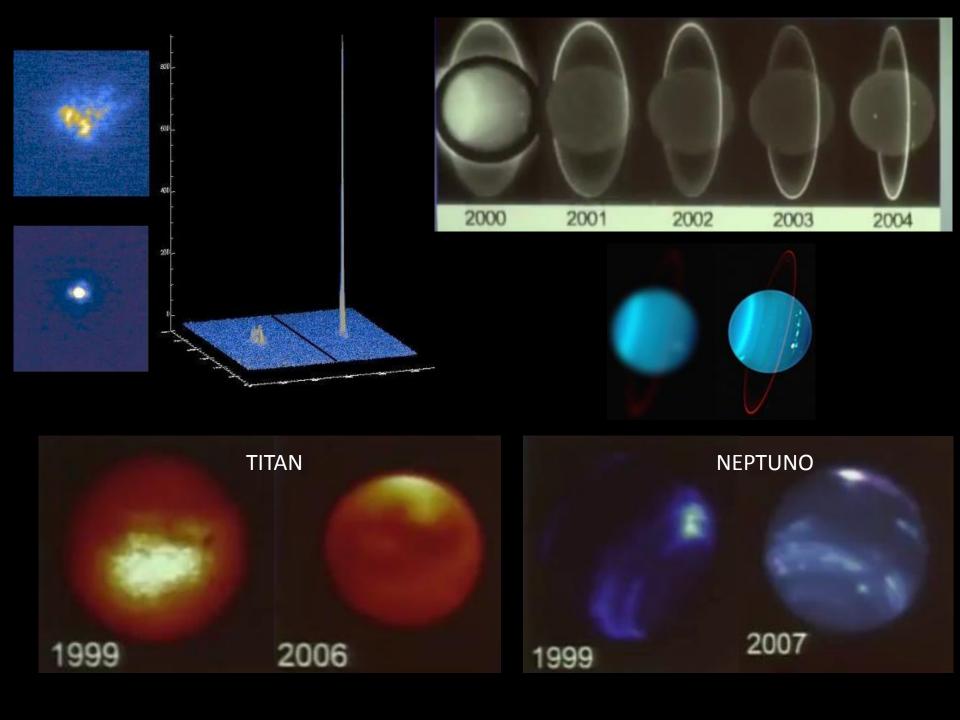




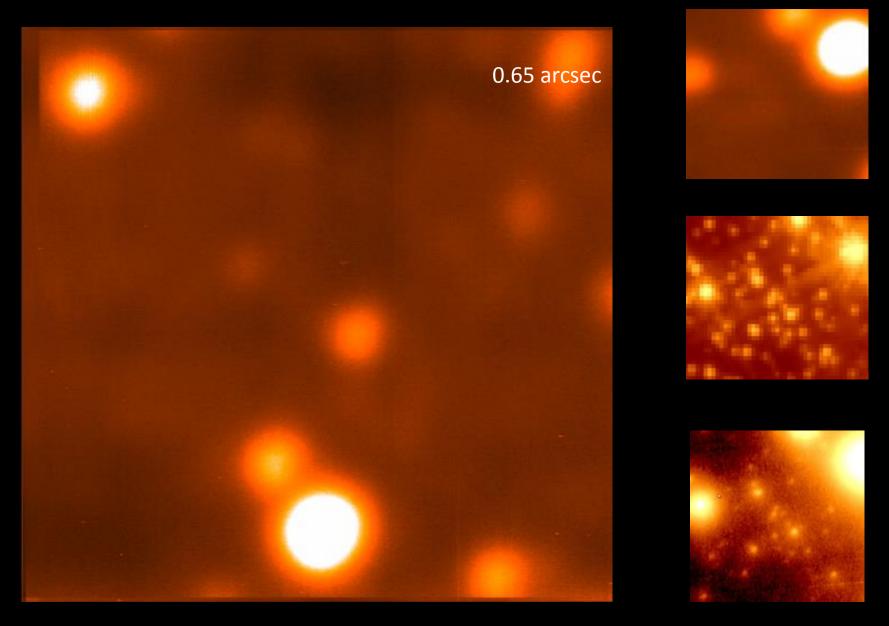
Necesidad de cálculos por ordenador de alta velocidad.

Espejos deformables especiales

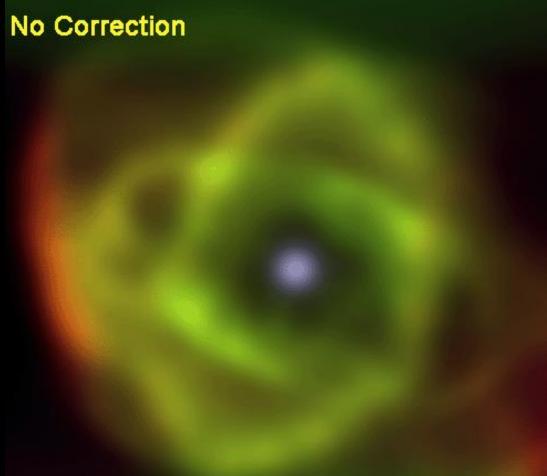
La imagen muestra cómo debería ser una fuente puntual de una estrella distante y como se ve debido a la turbulencia. La óptica adaptativa realiza una compensación, dando como resultado una imagen mucho más nítida.



M13

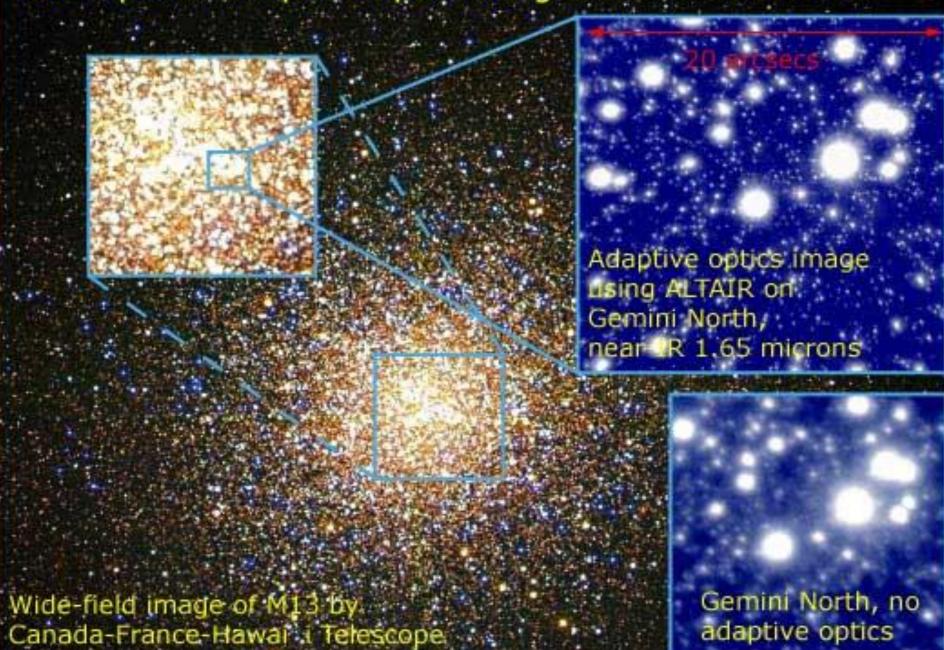


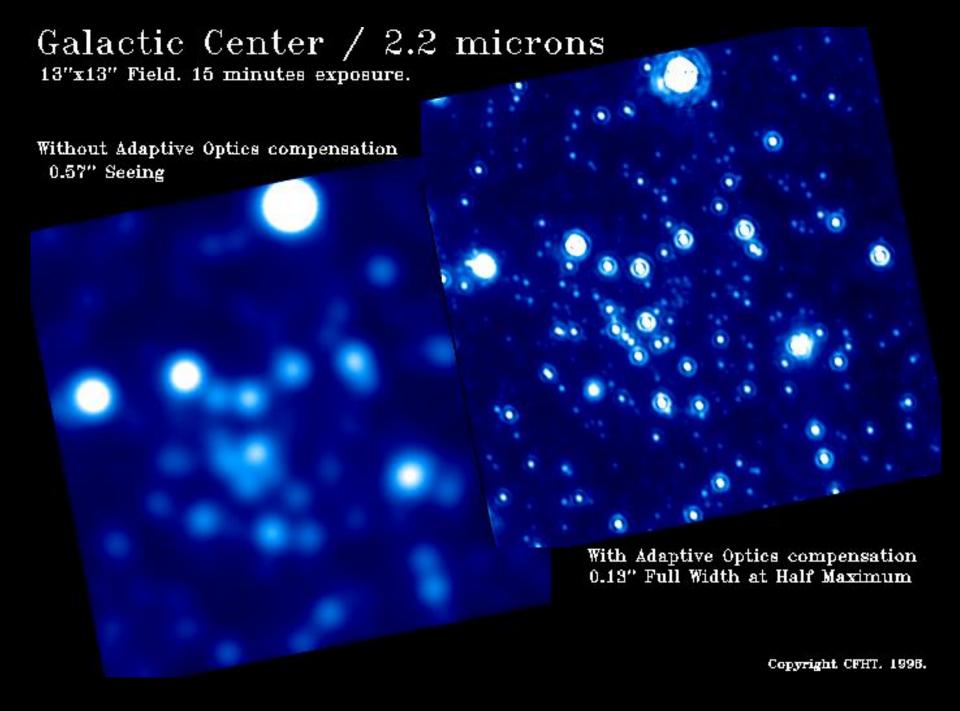
Cat's Eye Nebula (NGC 6543)

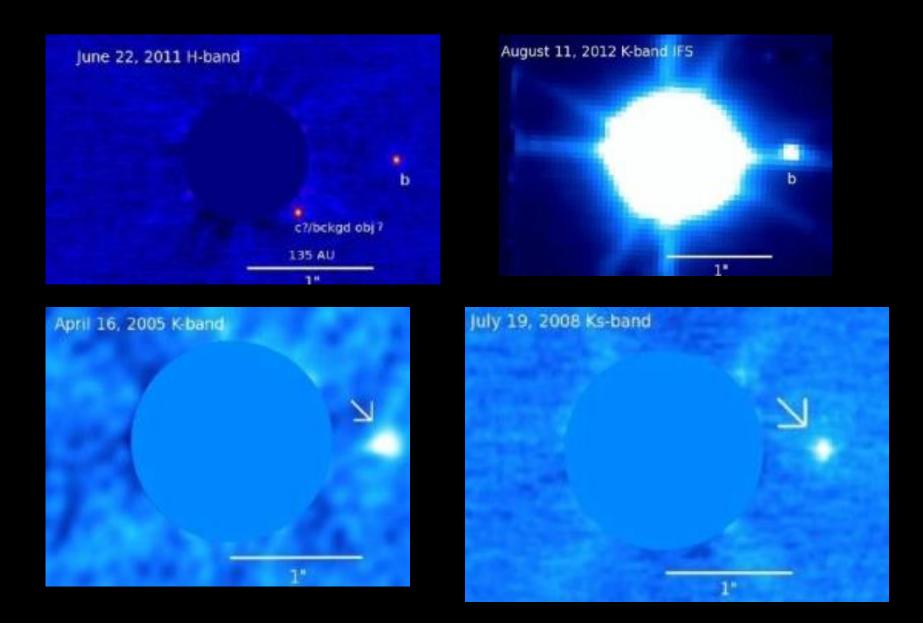


La luz verde es la emisión de O, el rojo es la emisión de H, y el azul es la radiación del Infrarojo Cercano.

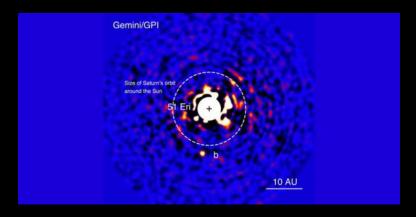
Example of adaptive optics on globular cluster M13



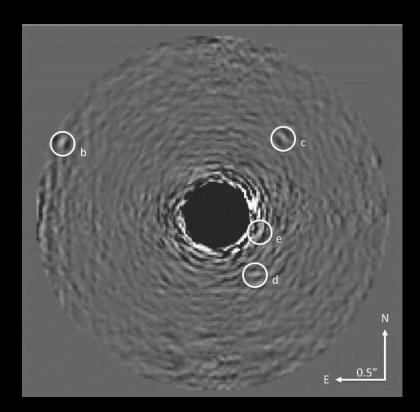


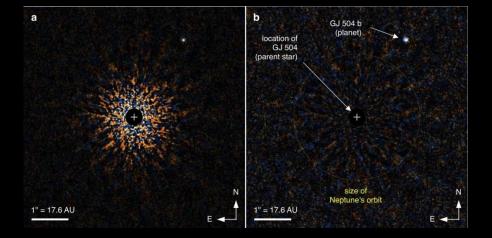


ROXs 12 b Ophiuchus

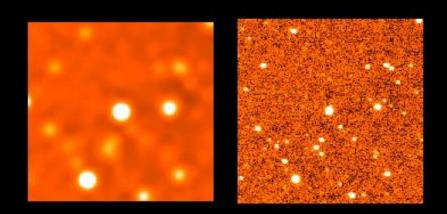


imágen directa del sistema 51 Eridani



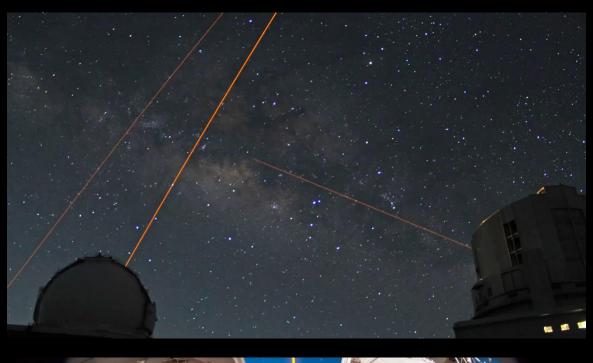


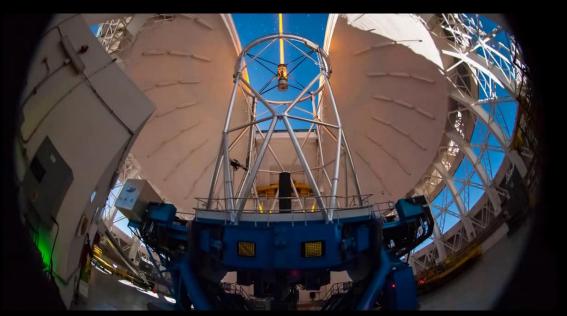
GJ 504 b - El pequeño píxel que observamos es, en realidad, un gigante gaseoso de unas cuatro veces el tamaño de Júpiter, orbitando a una gran distancia de su estrella madre.



ENAMORANDO BAJO LAS ESTRELLAS

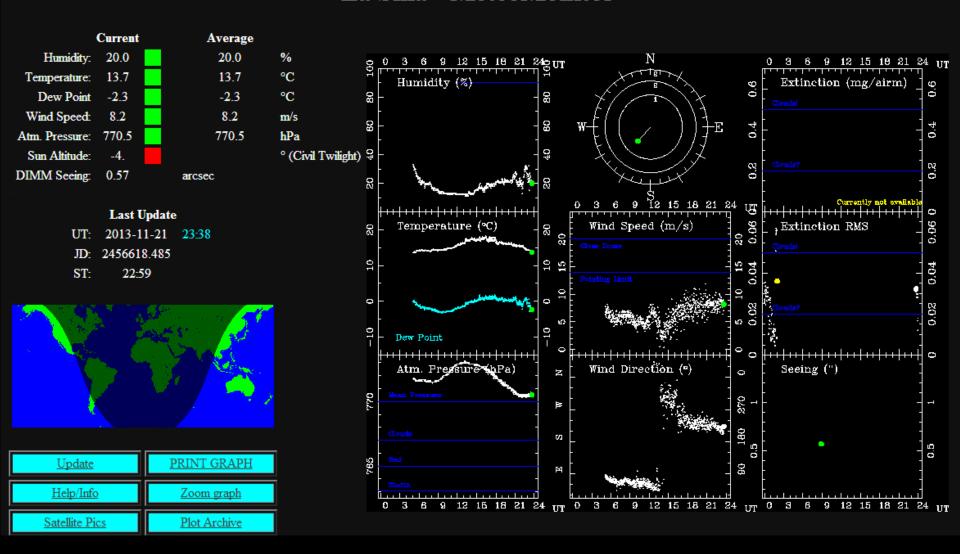






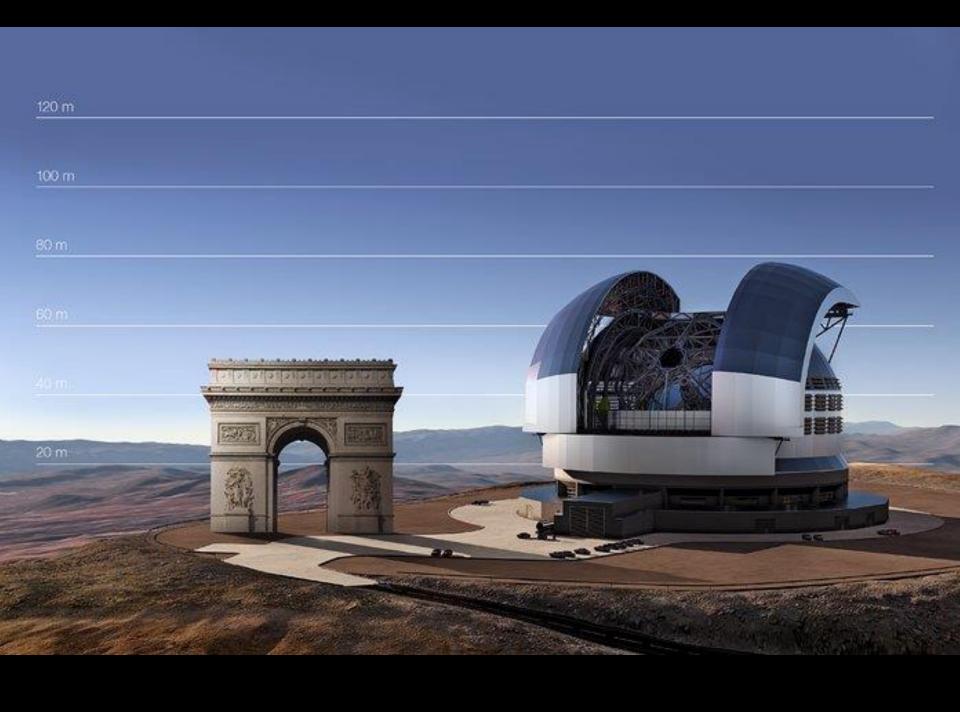
OBSERVATORIO LA SILLA

La Silla - MeteoMonitor











67 pisos y 216 metros

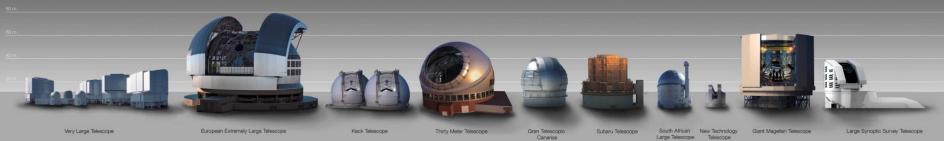
50 pisos 196 m







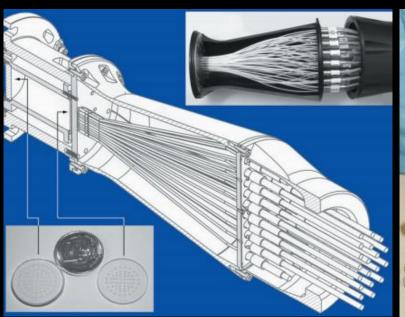
¿QUE TAN GRANDE ES UN TELESCOPIO?





¿QU MÁS SE VIENES... MCAO'?

Multiconjugado óptica adaptativa (MCAO) con múltiples Láseres para Lograr la calidad de la imagen en longitudes de onda ópticas y en los campos importantes (1 minuto de arco.







MACAO-VLTI First Light: Adaptive Optics at the Service of Interferometry

SEGUIMOS EN SINTONÍA











SEGUIMOS EN SINTONÍA





MUCHAS GRACIAS



SENSOR DE NUBES



