



12+



# Modelo de papel del Telescopio Extremadamente Grande (ELT) de ESO

---

Instrucciones de armado

## Observatorio Europeo Austral

---

El Observatorio Europeo Austral (ESO) permite que personal científico de todo el mundo descubra los secretos del Universo en beneficio de todos. Diseñamos, construimos y operamos observatorios terrestres de clase mundial, que la comunidad astronómica utiliza para abordar interesantes preguntas y

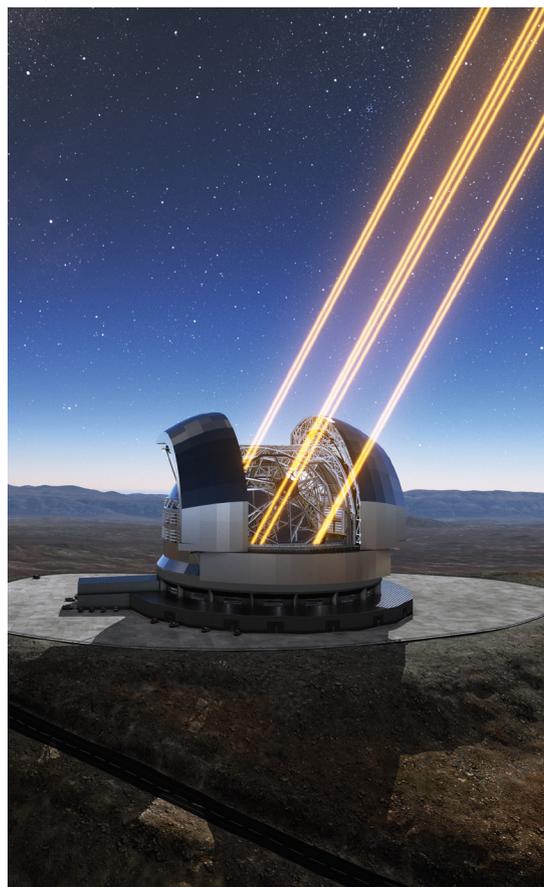
difundir la fascinación por la astronomía, así como también promovemos la colaboración internacional en astronomía. ESO es una organización intergubernamental respaldada por 16 Estados Miembros y dos países socios, tiene su sede en Alemania y opera tres sitios de observación en Chile.

## Un telescopio revolucionario

---

La última década ha traído revelaciones astronómicas que han entusiasmado a personas de distintos ámbitos, desde el descubrimiento de planetas alrededor de Próxima Centauri, la estrella más cercana al Sol, hasta la primera imagen de un agujero negro. En una montaña en el desierto de Atacama en Chile, el Observatorio Europeo Austral (ESO) está construyendo un telescopio que revolucionará la astronomía en las próximas décadas: el Telescopio Extremadamente Grande (ELT, Extremely Large Telescope) de ESO cambiará drásticamente lo que sabemos sobre nuestro Universo y nos hará repensar nuestro lugar en el cosmos.

Cuando comience a operar a finales de esta década, el ELT podrá rastrear planetas similares a la Tierra alrededor de otras estrellas y podría convertirse en el primer telescopio en encontrar evidencia de vida fuera de nuestro Sistema Solar. También sondeará los confines más lejanos del cosmos, revelando las propiedades de las galaxias antiguas y la naturaleza del Universo oscuro. Además de esto, la comunidad astronómica espera lo inesperado con el ELT: hay muchos descubrimientos inimaginables que ampliarán los límites de nuestro conocimiento del cosmos.



ESO/L. Calçada

La representación del artista muestra una vista nocturna del Telescopio Extremadamente Grande (ELT) en funcionamiento, en el Cerro Armazones en el norte de Chile. El telescopio se muestra utilizando láseres para crear estrellas artificiales en lo alto de la atmósfera.

## Datos del ELT

# 39 m

de diámetro

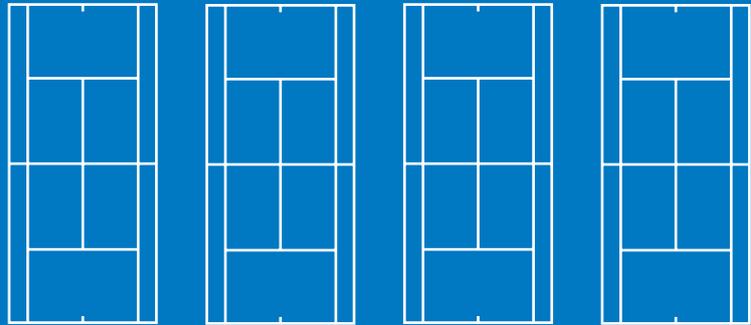
tiene el espejo principal del ELT, que es comparable a la altura de la **Estatua de la Libertad** en Nueva York, EE.UU.



# 978 m<sup>2</sup>

de área de captación de luz

proporciona el telescopio, que es comparable a la de **cuatro canchas de tenis**.



# 798

Número de **segmentos hexagonales** que componen el espejo principal.

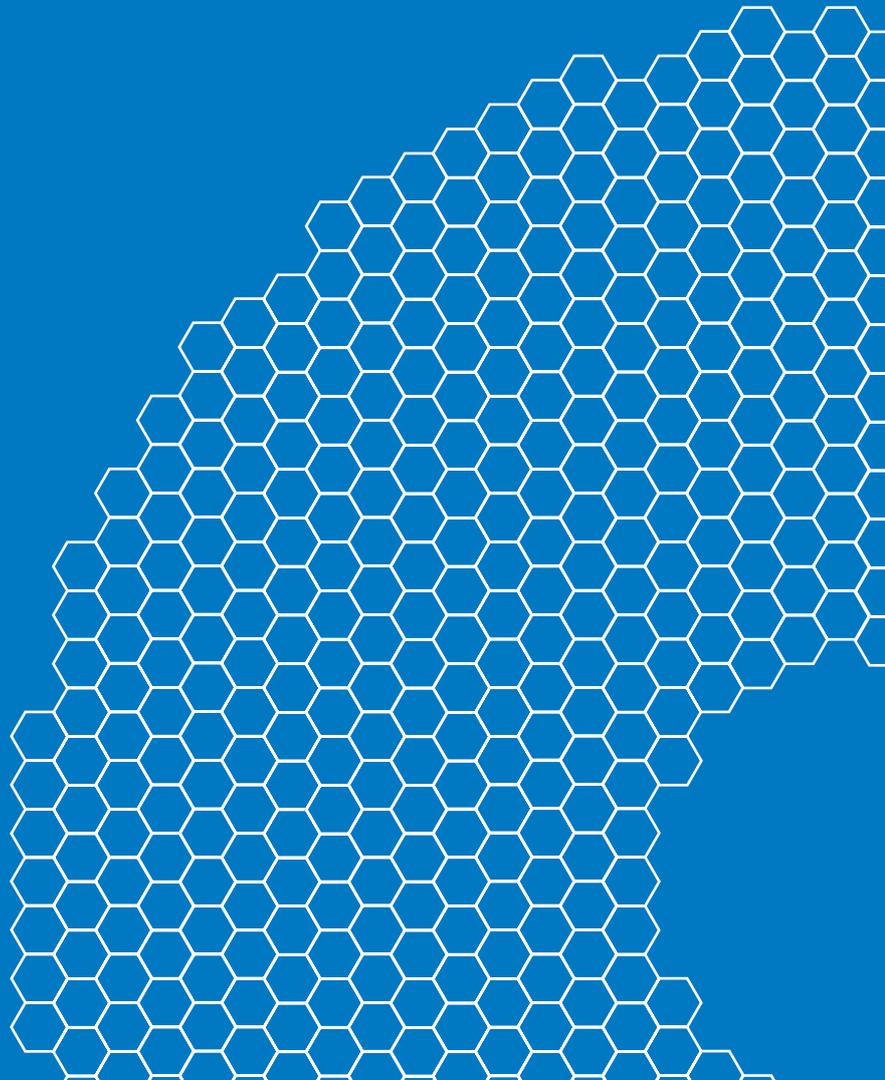
# 0.00000001 m

Nivel de precisión con el que se alinearán los segmentos en todo el diámetro de 39 m. Esto es **10.000 veces más fino que un cabello humano**.

Recogerá

# 100 millones de veces más luz

que el ojo humano.



# Diseño de un modelo de papel del ELT

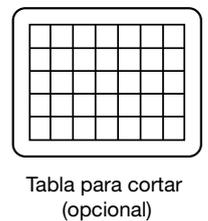
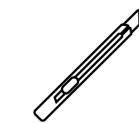
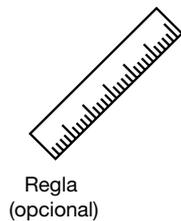
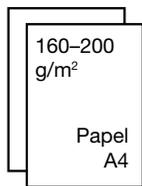
Para transformar un telescopio complejo como el ELT en un modelo de papel, Martin Graf (edición 8x8) comenzó de manera sencilla. “Empecé construyendo algunos sólidos platónicos”, dice. “Después seguí con poliedros más complejos y encontré el hecotohexecontadiedro, que me recordó la construcción del ELT. Este fue el punto de partida del modelo”.

Sin embargo, construir el modelo no fue sencillo: Martin solo tenía representaciones en 3D del telescopio como referencia, y no siempre es fácil entender cómo se ven las diferentes partes del ELT con estos gráficos computacionales. El hecho de que la cúpula del telescopio sea redonda presentó otro desafío: “Esto es difícil de hacer en papel”, dice. Pero al final, Martin logró crear un modelo de papel del telescopio. ¿Cuál es su parte favorita? “La estructura interna, que es el corazón del ELT”.



## Instrucciones básicas

Herramientas:



Paso 1: Imprima el modelo. Recorte todas las partes en el orden correcto y haga los cortes y agujeros con un cortador de papel (o tijeras) siguiendo las marcas.

Paso 2: Doble o pliegue las piezas de papel a lo largo de las líneas continuas.

Paso 3: Pegue las diferentes piezas como se indica en los diagramas de las siguientes páginas.

Paso 4: ¡Diviértase!

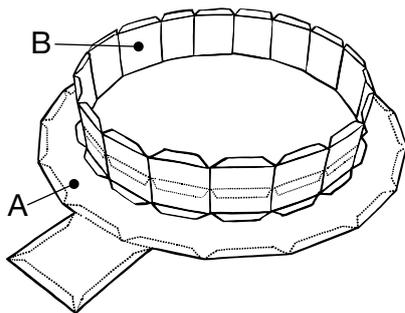
Tiempo estimado de armado: 15 horas.

# La base

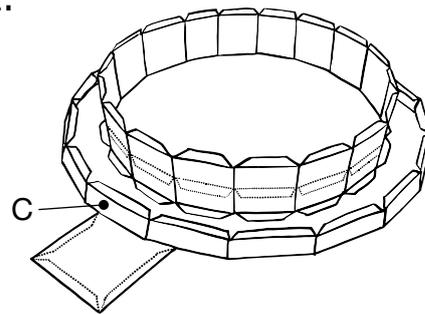
---



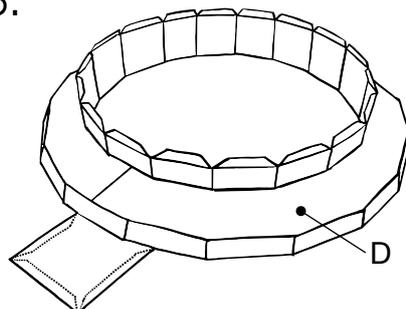
1.



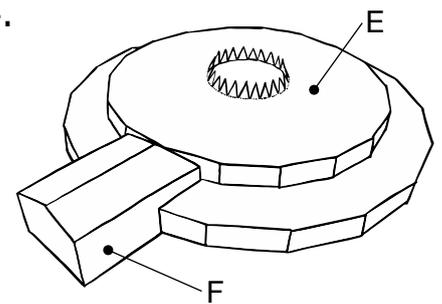
2.



3.



4.



## La cúpula

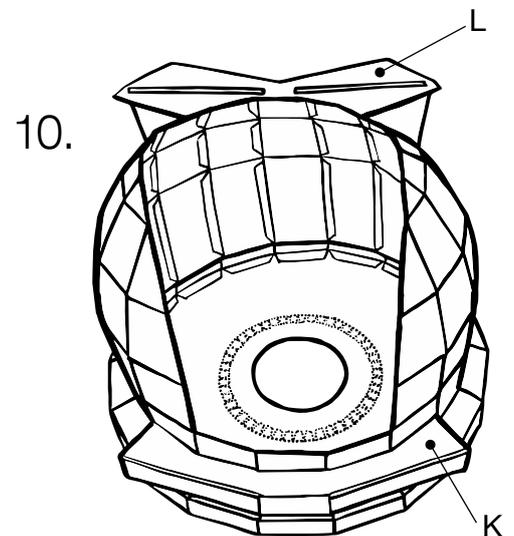
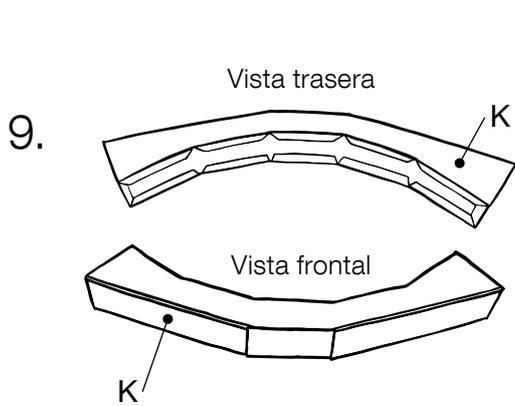
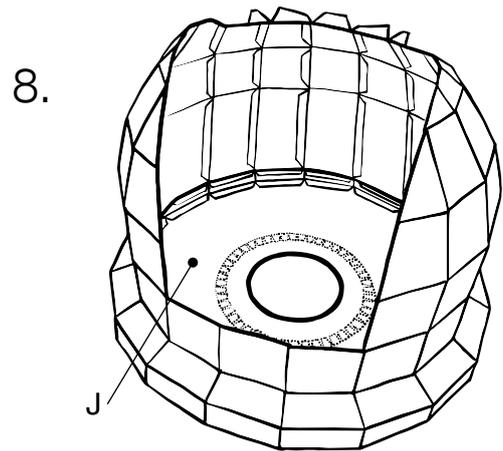
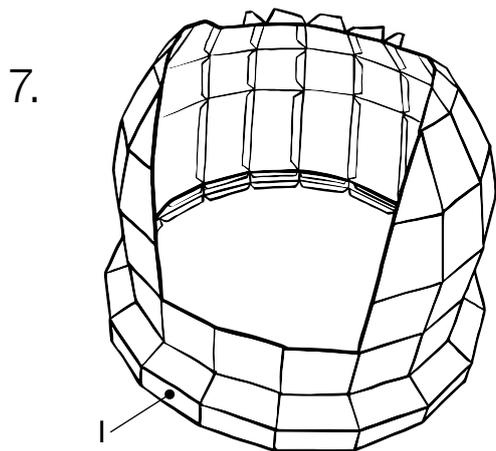
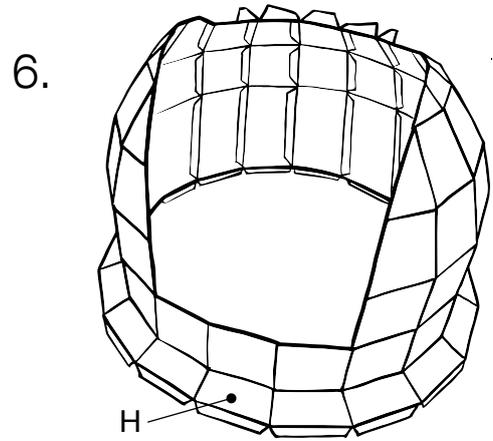
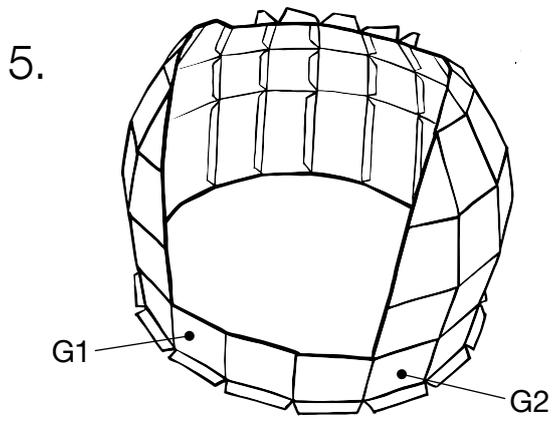
---

La cúpula del ELT es gigante, se extiende a unos 80 metros del suelo y tiene 88 metros de diámetro.

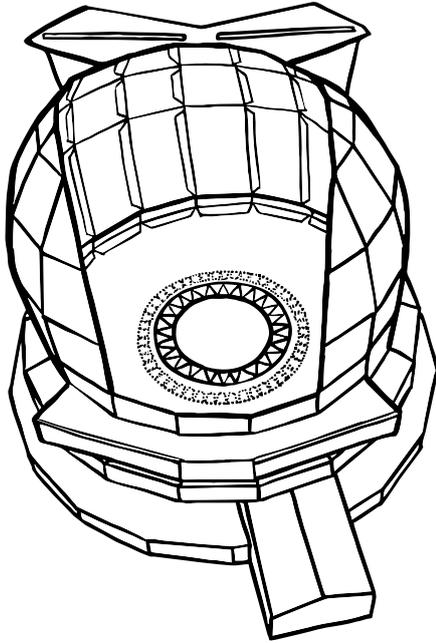
La cúpula giratoria, una vez que esté totalmente equipada y terminada, tendrá una masa de unas 6.100 toneladas y girará sobre 36 carros estacionarios montados sobre el muelle a una altura de 11 m del suelo. La estructura en sí consiste en una viga redonda con una pista especial en su parte inferior que descansa en las ruedas de los carros. La estructura principal de la cúpula

está conformada por tres arcos estructurales que se apoyan sobre la viga redonda, uno a cada lado de la abertura de observación y otro en la parte trasera. La estructura de la cúpula, que se ensamblará in situ, se cierra mediante una serie de vigas secundarias que permitirán el montaje del revestimiento de aluminio aislado. El personal de ingeniería podrá llegar a todos los mecanismos de las puertas, rejillas de ventilación y equipos instalados a través de una compleja serie de accesos dentro de la estructura y las puertas de la abertura.



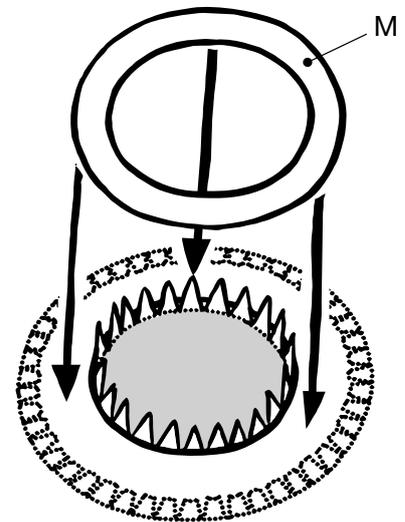
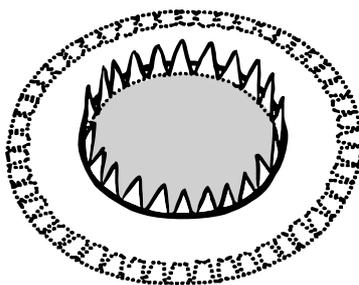
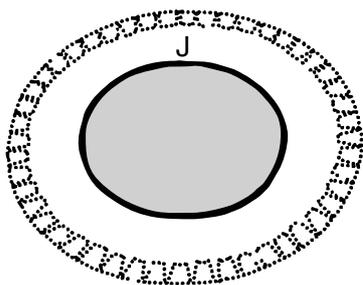


## Conexión de la base y la cúpula

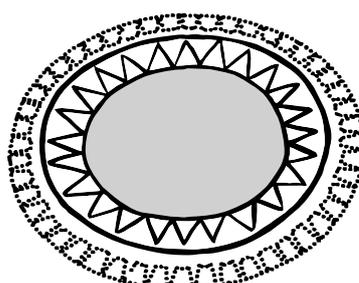
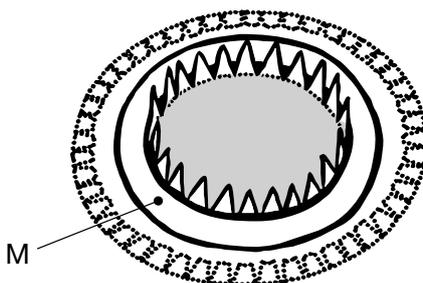


11. Una la cúpula y la base como se describe en los siguientes pasos.

a. Coloque la cúpula sobre la base de modo que las lengüetas triangulares de la pieza E se vean dentro del círculo de la pieza J (parte inferior de la cúpula).



b. Ponga el anillo M sobre el J como se indica.



c. Pegue las pestañas de E sobre el anillo M.

ATENCIÓN: Asegúrese de que la cúpula y la base de la estructura pueden girar a la izquierda y a la derecha.

Cerro Armazones



23 kilómetros

Camino



VISTA

Cerro Paranal



Telescopio Muy Grande  
(VLT, por sus siglas en inglés)

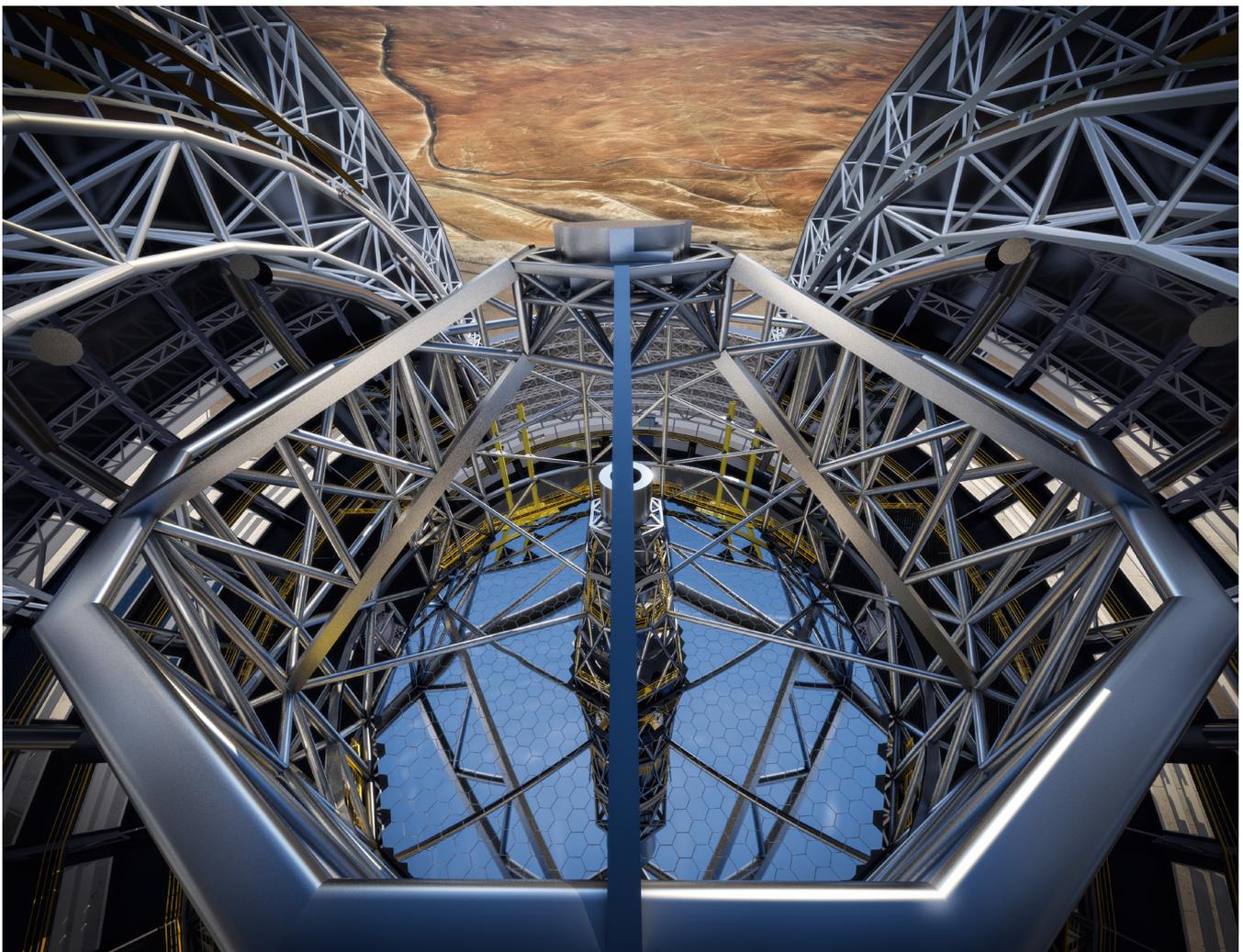
El ELT se está construyendo en el Cerro Armazones, en el desierto de Atacama en Chile, a 3.046 metros de altitud y a solo 23 kilómetros del Cerro Paranal, donde se encuentra emplazado el Telescopio Muy Grande (Very Large Telescope, VLT) de ESO.

## Los espejos y la estructura principal

El ELT tendrá un innovador diseño óptico de cinco espejos que le permitirá desvelar el Universo con un nivel de detalle sin precedentes. Todos los espejos tienen diferentes formas, tamaños y funciones, pero trabajarán juntos a la perfección. El espejo primario, M1, es el más espectacular: es un espejo cóncavo gigante de 39 metros que captará la luz del cielo nocturno y la reflejará en el espejo secundario. El M2 convexo, el espejo secundario más grande jamás empleado en un telescopio, colgará sobre el M1 y reflejará la luz hacia el M3, que a su vez la transmitirá a un espejo plano adaptativo (M4) que se

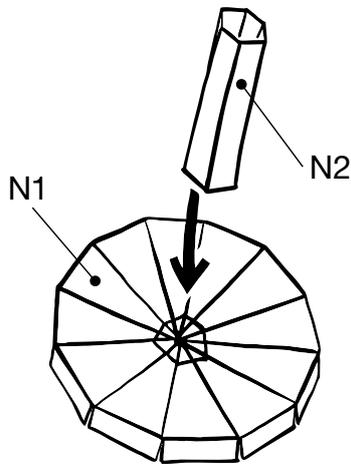
encuentra sobre él. Este cuarto espejo ajustará su forma mil veces por segundo para corregir las distorsiones causadas por la turbulencia atmosférica antes de enviar la luz a M5, un espejo plano inclinable que estabilizará la imagen y la enviará a los instrumentos del ELT.

La estructura principal del telescopio ELT soporta la óptica y los instrumentos durante las observaciones astronómicas y mantiene el telescopio estable bajo cualquier condición, incluso cuando hay vientos fuertes y terremotos.

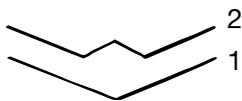


ESOL - Calçada/ACE Consortium

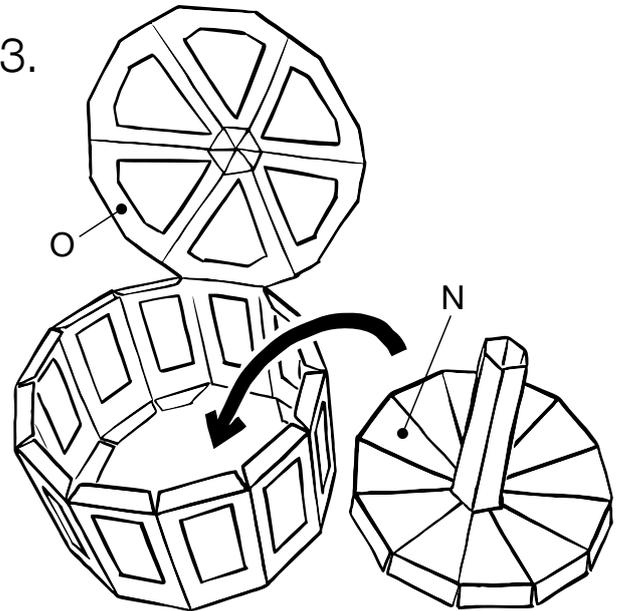
12.



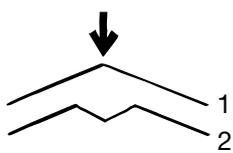
Antes de pegar N2 en N1, presione el pequeño hexágono de N1 hacia arriba.



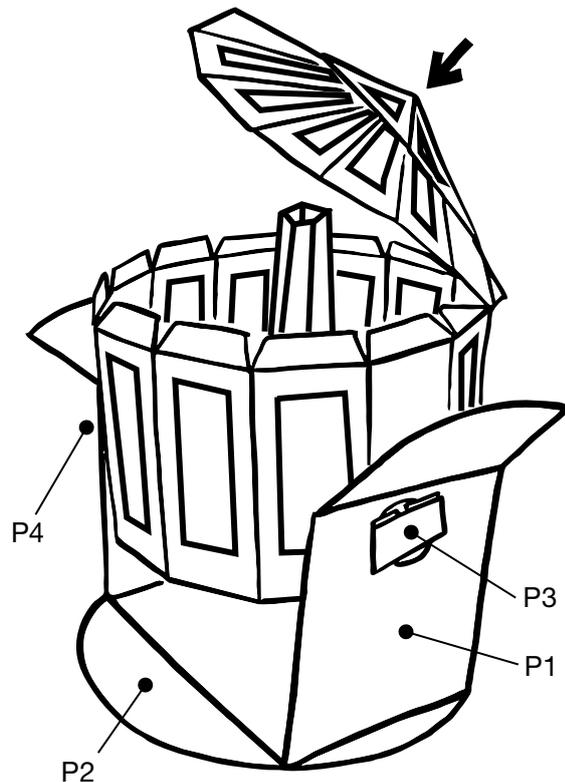
13.

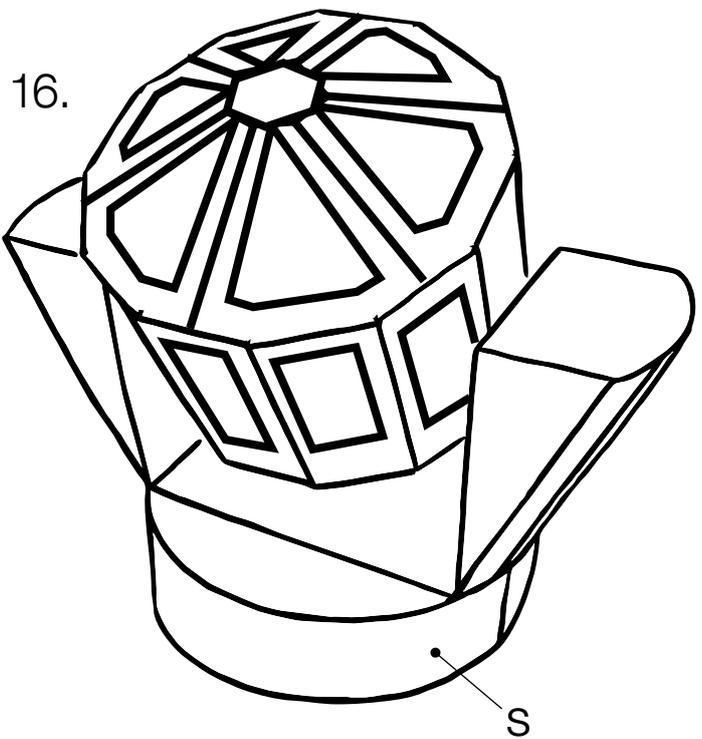
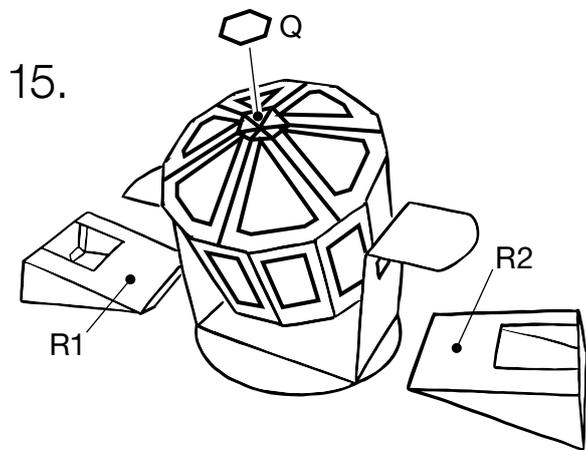


14.

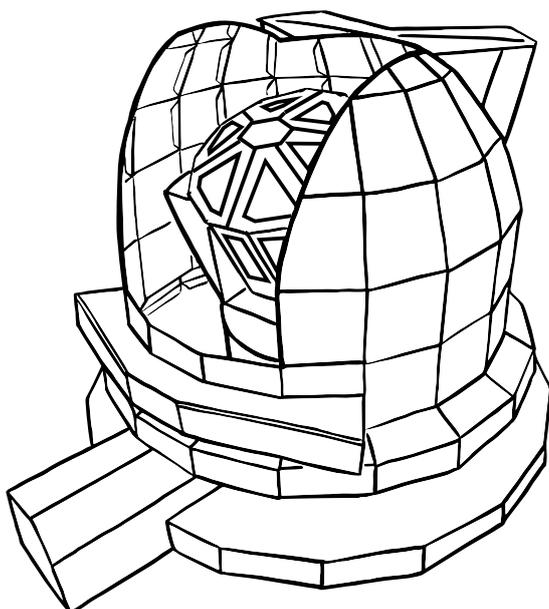


Antes de cerrar la parte superior de la pieza O, presione el pequeño hexágono hacia abajo.



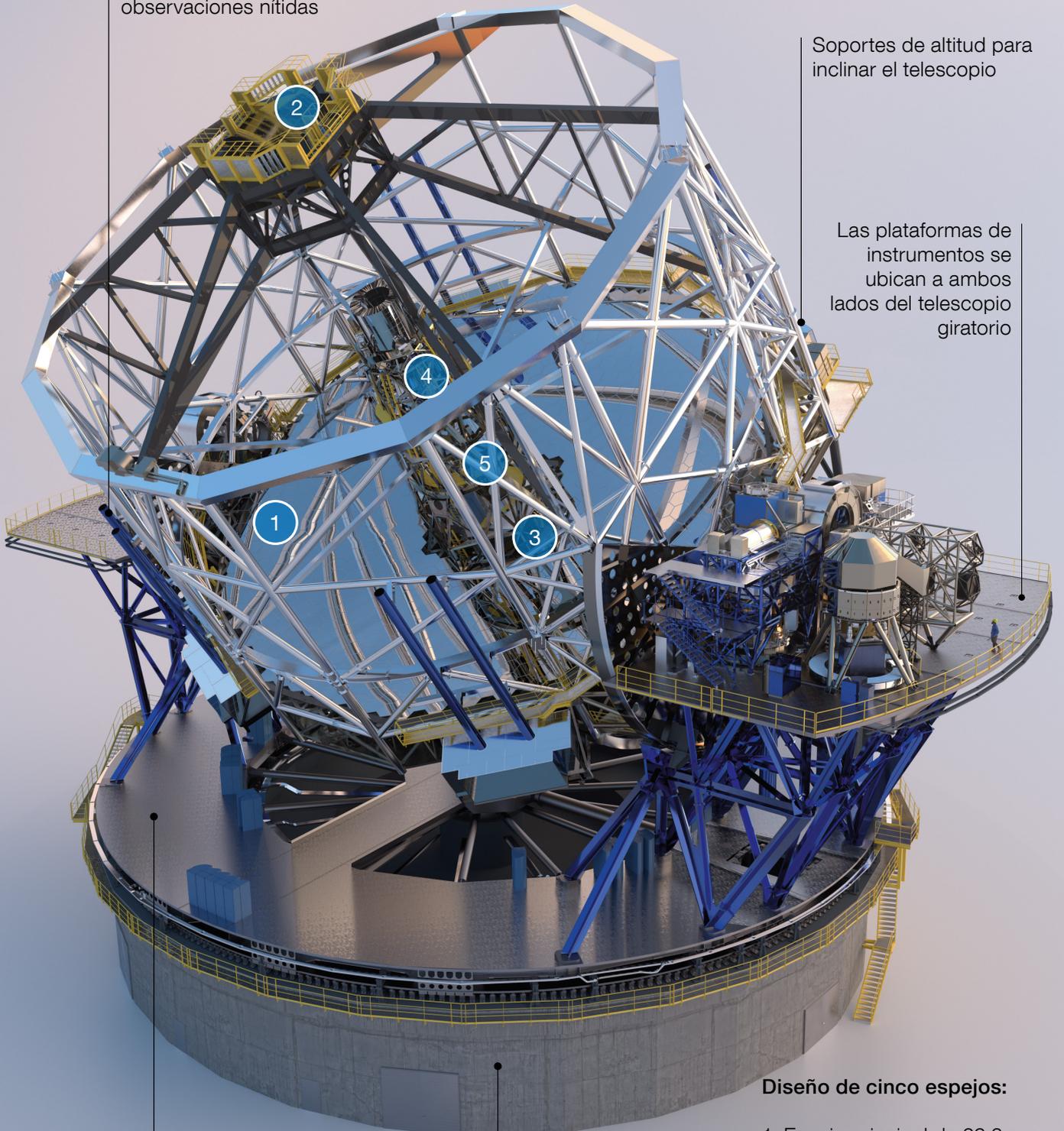


17. Pegue la estructura principal dentro de la cúpula como se muestra en la imagen.



Hasta 8 láseres crearán estrellas artificiales para ayudar a garantizar observaciones nítidas

Esta representación muestra la estructura principal del ELT, los espejos del telescopio y sus instrumentos.



Soportes de altitud para inclinar el telescopio

Las plataformas de instrumentos se ubican a ambos lados del telescopio giratorio

El sistema telescópico de 3.700 toneladas puede girar 360 grados

Aisladores sísmicos

#### Diseño de cinco espejos:

1. Espejo principal de 39,3 m de diámetro
2. Espejo secundario: el espejo secundario más grande (y convexo) que se ha construido
3. Espejo terciario
4. Cuarto espejo adaptativo
5. Quinto espejo de inclinación rápida

## Puertas de la abertura de observación

---

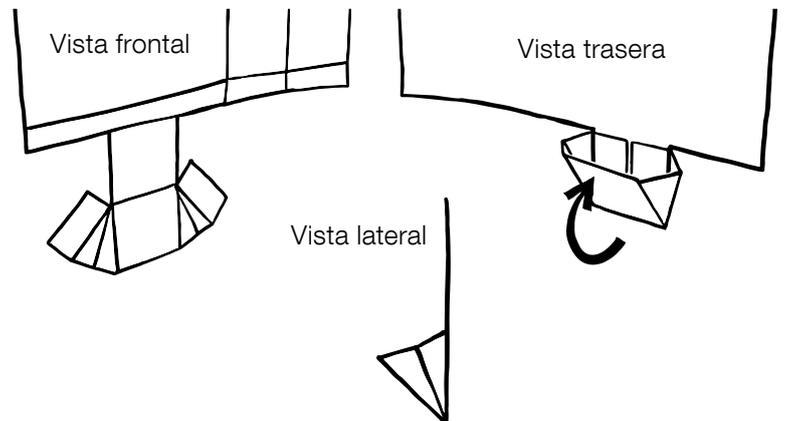
Las puertas de la abertura de la cúpula, que se abren para permitir la observación del cielo nocturno, se mueven sobre tres rieles cada una: una sobre la viga redonda y dos sobre la parte superior. Cuando están abiertas, las puertas proporcionan una apertura de 41 m, y los motores de su sistema tienen suficiente redundancia para garantizar que las puertas se puedan cerrar cuando sea necesario, bajo cualquier condición. Además, las puertas estarán dotadas de mecanismos de cierre para conseguir la continuidad

estructural y tendrán sellos presurizados especiales para garantizar que haya estanqueidad ambiental cuando estén cerradas.

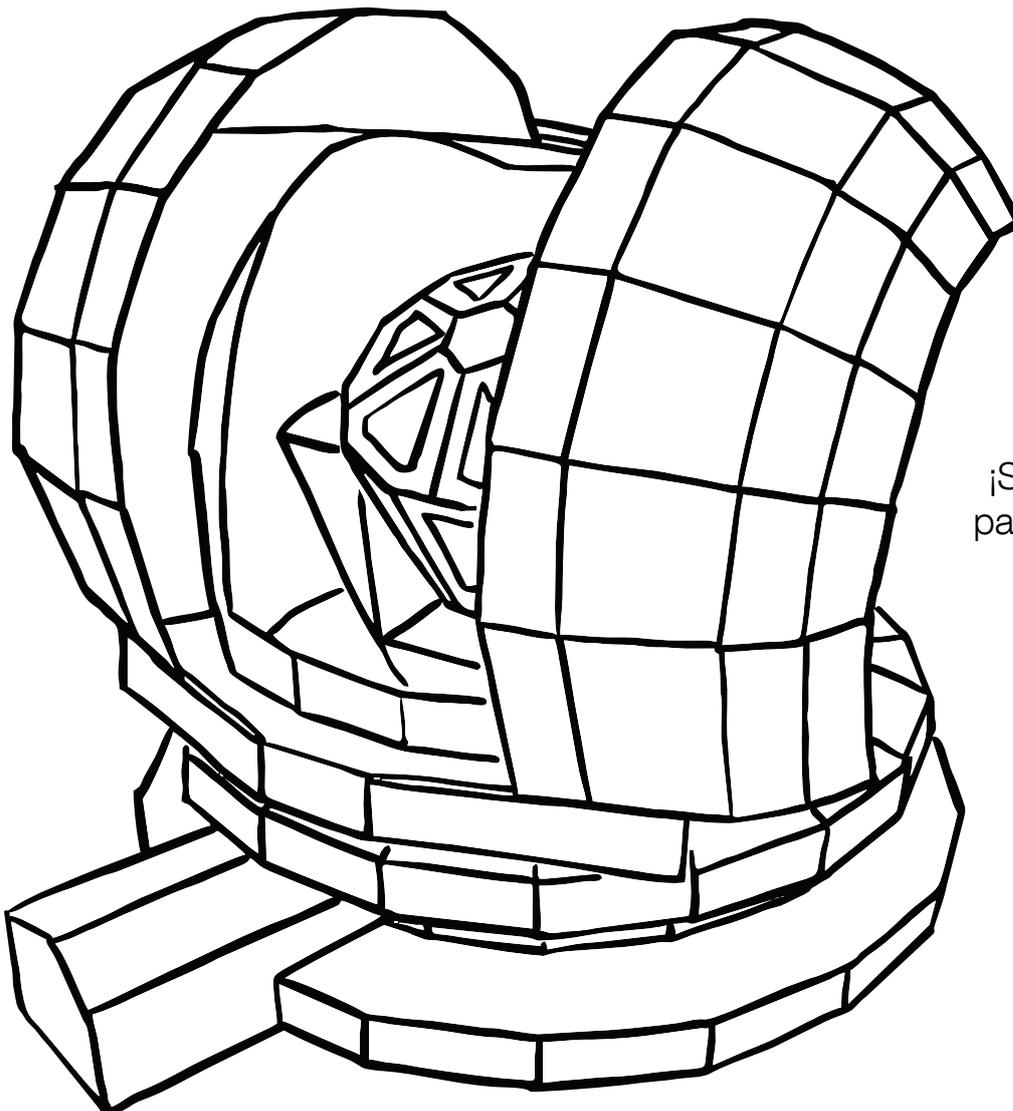
El equipo de ingeniería ha llevado a cabo pruebas en túnel de viento para calcular las fuerzas de presión que actúan sobre la estructura tanto en condiciones operativas (puertas abiertas) como en condiciones de supervivencia (puertas cerradas). La estructura también ha sido probada contra terremotos y cargas de nieve.



18. Las dos puertas de la abertura del modelo se deslizan sobre los rieles superior e inferior, y unos pequeños “bolsillos” las mantienen en su lugar. Doble y pegue estos bolsillos como se muestra.



19. Inserte los bolsillos en las ranuras del riel superior e inferior (L y K).



¡Su modelo de papel del ELT ya está listo!

*“Con el ELT vamos a ver cosas que antes  
eran imposibles de ver.  
¡Vamos a ver cosas y nos vamos a  
sorprender!”*

**Didier Queloz**, Premio Nobel,  
Profesor en las universidades de Cambridge, Reino Unido, y Ginebra, Suiza



Observatorio Europeo Austral (ESO)

Karl-Schwarzschild-Straße 2, 85748 Garching bei München, Alemania  
Teléfono: +49 89 320 060 | Fax: +49 89 320 2362 | Correo electrónico: [information@eso.org](mailto:information@eso.org)

[www.eso.org](http://www.eso.org)