

## TELESCOPIO ELT

# EL OJO DEL MUNDO

■ La voladura de 18 m de la cumbre del cerro Armazones, lugar de emplazamiento del telescopio, junto con el diseño y construcción del camino que lleva al ELT, fueron parte de las obras tempranas. El 26 de mayo próximo se pondrá la primera piedra del proyecto.

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**UNA DE LAS PRIORIDADES** fundamentales de la comunidad astronómica mundial es la construcción de telescopios extremadamente grandes en tierra. Estos ampliarán los conocimientos en astrofísica, abriendo paso a estudios detallados sobre temas como planetas alrededor de otras estrellas, primeros objetos nacidos en el universo, agujeros negros masivos, entre otros temas científicos.

Y en Chile estará el primero de su tipo. Llamado ELT por su nombre en inglés, Extremely Large Telescope o Telescopio Extremadamente Grande, revolucionario y nuevo concepto de telescopio basado en tierra que tendrá un espejo primario de 39,3 metros de diámetro y será el telescopio óptico e infrarrojo cercano más grande del mundo: "el mayor ojo hacia el cielo".

GENTILEZ/ESO

## FICHA TÉCNICA

### TELESCOPIO ELT

**UBICACIÓN:** Cerro Armázones, II Región de Antofagasta

**MANDANTE:** ESO (European Southern Observatory)

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CAMINOS:**

ICAFAL Ingeniería y Construcción S.A.

**TRONADURA Y PREPARACIÓN PLATAFORMA CERRO ARMAZONES:**

ICAFAL Ingeniería y Construcción S.A.

**CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA METÁLICA Y CÚPULA:**

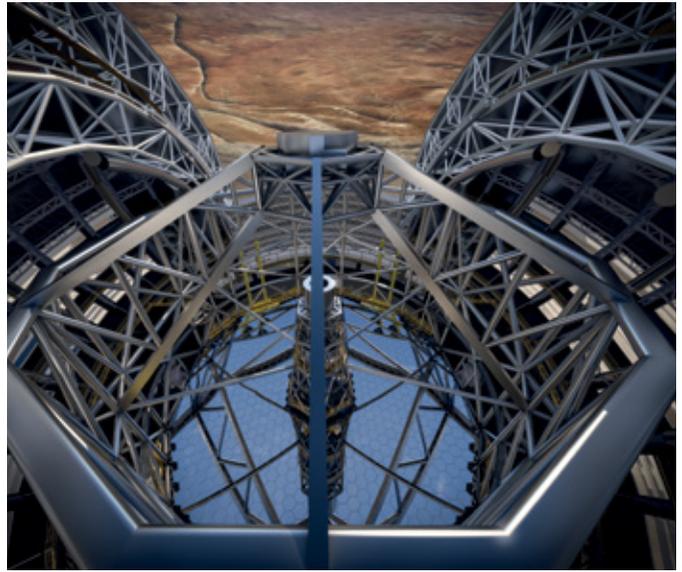
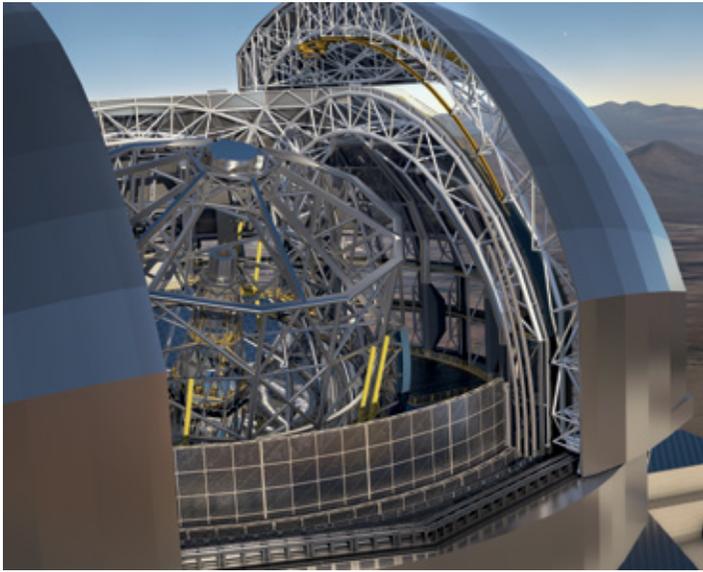
Consořcio ACe (Astaldi, Cimolaí y Grupo EIE,

éste último como subcontratista)

**INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO:**

1.100 millones de euros (aprox.)





GENTILEZA ESO



GENTILEZA ESO

Hasta ahora, se han construido 24,3 kms de camino hacia la cumbre de cerro Armazones.



GENTILEZA ICAFAL



GENTILEZA ICAFAL

Grandes desafíos logísticos y constructivos de la fase temprana del proyecto ya fueron ejecutados. Hablamos de 24,3 km de camino hacia la cumbre, conexiones eléctricas y la voladura de 18 m de la cima del cerro Armazones, lugar que albergará la plataforma del ELT. "Este cerro fue elegido después de una larga búsqueda en todo el mundo. Tras explorar los cielos, luz ultravioleta, visibilidad del sitio, entre otros factores científicos, resolvimos alojar este telescopio en el Cerro Armazones, en Chile, distante a 23 km del Observatorio Paranal, desde donde se manejará el ELT", detalla a Revista Bit, Roberto Tamai, Director del ELT por parte de ESO (European Southern Observatory).

### ESPEJOS Y CÚPULA

Con un espejo primario de 39,3 m de diámetro, "será de cuatro a cinco veces más grande que las actuales instalaciones de vanguardia de este tipo y reunirá alrededor de 15 veces más luz", comenta el ejecutivo de ESO.

El propio diseño óptico del telescopio es

revolucionario y está basado en un novedoso esquema de cinco espejos que ofrecerá una calidad de imagen excepcional, indican sus creadores. El espejo primario consiste de 798 segmentos, cada uno de 1,4 metros de ancho, pero de solo 50 mm de espesor. "El diseño óptico requiere de un inmenso espejo secundario de 4 metros de diámetro, casi tan grande como los espejos primarios más grandes de telescopios en operación hoy en día", comenta Roberto Tamai.

Para compensar las aberraciones produci-

das en la imagen por la turbulencia atmosférica, se incorporan a la óptica del telescopio espejos adaptables. Uno de estos espejos reposa sobre más de 5.000 actuadores que pueden distorsionar su forma mil veces por segundo.

"El espejo de 39,3 m estará compuesto de 798 segmentos hexagonales de alrededor de 1,4 metros de ancho y 5 cm de grosor. Todo el diseño del telescopio se basa en ser modular, de forma tal que las piezas puedan ser fabricadas en grandes cantidades", señala

El espejo de 39,3 m estará compuesto de 798 segmentos hexagonales de alrededor de 1,4 metros de ancho y 5 cm de grosor. Todo el diseño del telescopio se basa en ser modular, de forma tal que las piezas puedan ser fabricadas en grandes cantidades.





### Solución Integral en Entibaciones Metálicas

- Sistemas de cajones KS-60 (Para bajas profundidades)
- Sistemas de cajones KS-100
- Sistemas con guías deslizantes:
  - Sistema corredera (4-6 metros)
  - Sistema paralelo (5-8 metros)

Sistema esquinero para pozos, cámaras y plantas elevadoras

**RAPIDEZ  
SEGURIDAD  
EFECTIVIDAD**

**Casa Matriz**  
 Flor de Azucenas 42 OF. 21 - Las Condes  
 Fono: (56 2) 2241 3000 - 2745 5424  
 Guillermo Schrebler  
 gschrebler@krings.cl

**www.krings.cl**



Los trabajos del camino tomaron 2 años y se empleó un pavimento delgado de asfalto o doble tratamiento de 2,5 cm de espesor.



GENTILEZA ICAFAL

La oscilación térmica fue un gran desafío en la ejecución del camino. Se pasaba de los  $-5^{\circ}$  en la noche a los  $38^{\circ}$  en el día.



GENTILEZA ICAFAL

Tamai. Los espejos serán hechos de vitrocerámica, material que no se deforma con los cambios de temperatura.

Justamente la ruta crítica del proyecto serán los espejos. “Lo más complejo será el control de posicionamiento del espejo primario, compuesto por estos 798 segmentos, cada uno en forma hexagonal. Todas estas piezas tienen que ser puestas en posiciones precisas y mantener dicha posición, para entregar una imagen óptica excelente”, comenta Tamai.

Otro reto del proyecto será la construcción y montaje del domo y estructura metálica que soporta los cinco espejos. El consorcio ACe (Astaldi, Cimolai y EIE Group como subcontratista) se adjudicó el contrato que incluye el diseño, fabricación, transporte, construcción, montaje in situ y verificación de la cúpula y de la estructura del telescopio. Con un valor aproximado de 400 millones de euros, es el contrato más grande jamás concedido por ESO y el de mayor envergadura firmado en astronomía basada en tierra.

La cúpula y la estructura del telescopio del ELT llevarán a la ingeniería de telescopios a nuevos territorios. El contrato incluye, no solo la enorme cúpula giratoria de 85 metros de diámetro, con una masa total de alrededor de 5.000 toneladas, sino también la estructura del tubo y la montura del telescopio, con un total de masa en movimiento de más de 3.000 toneladas. Ambas estructuras son, de acuerdo a ESO, las más grandes jamás construidas para un telescopio óptico-infrarrojo y deja pequeñas a todas las existentes. La cúpula tiene casi 80 metros de altura y, en área, ocupa un espacio comparable al de un campo de fútbol. Se espera que las obras de instalación empiecen en 2017.

Lo más peligroso de esta etapa será el cierre de la puerta. “Es una puerta gigante, de 40 m de alto, muy pesada. La puerta de observación siempre debe poder cerrarse. La mayoría de las piezas se armarán en el campamento base en Armazones, en un taller mecánico habilitado, y trasladarán a la plataforma de la cumbre. Hoy tenemos lista la plataforma, que es de 300 x 150 metros”, adelanta el ejecutivo de la ESO.

### **CAMINO HACIA LA CUMBRE**

Otras de las obras tempranas fue el diseño y la construcción del camino que conduce a la cumbre del cerro Armazones. Los trabajos se realizaron entre 2014-2016, por

La cúpula tiene casi 80 metros de altura y, en área, ocupa un espacio comparable al de un campo de fútbol. Se espera que las obras de instalación empiecen en 2017.

la empresa chilena ICAFAL Ingeniería y Construcción S.A., a través de su división de minería, junto con Brotect también en la construcción. Fueron 24,3 km desde la carretera principal hasta la cima de la montaña, trabajos que se extendieron por un lapso de casi dos años, en base a un pavimento delgado de asfalto o doble tratamiento de 2,5 cm de espesor.

“A priori se piensa que construir un camino en medio del desierto es una tarea sencilla; sin embargo, fue un desafío mayor ya que literalmente no había nada desde la ruta Paranal-Taltal hasta cerro Armazones. Lo más crítico fue el abastecimiento de agua, estábamos a 80 km del mar, por lo que teníamos que transportarla en camiones aljibes (en base a una flota de 18 camiones los que hacían entre 3 y 4 viajes diarios), junto con habilitar piscinas intermedias, a las que se les colocó láminas de HDPE para evitar la evaporación”, detalla Jorge Kort, gerente de Área Minería de ICAFAL.

Otra complicación para la construcción del camino fue la oscilación térmica. “En la noche teníamos 5° bajo cero y en el día el peak era de 35°-38° de sensación térmica. El cambio de temperatura complicaba las faenas, en especial a 3.000 msnm”, comenta Jorge Kort.

Junto con ello, las variables de vientos, el ciclo de hielos y deshielos, afectaban el asfalto de los accesos, “por lo que sólo podíamos trabajar en condiciones más óptimas entre las 11:30 y las 15:00 horas, de manera de asegurar la calidad del camino”, prosigue el ejecutivo de ICAFAL.

Otra tarea fueron los radios de giro, los que no podían tener un radio de curvatura menor de los 60 metros. Los camiones que

En Asistecsa ingeniería

creamos soluciones para las necesidades de hoy



Prospecciones  
Laboratorio  
Fundaciones  
Socialzado  
Dinámica de suelos  
Mejoramiento de suelos  
Modelación

**Asistecsa**  
INGENIEROS CONSULTORES

Un total de 220.000 m<sup>3</sup> de cerro debieron retirarse para proporcionar espacio a la plataforma de 150 por 300 m del ELT.



GENTILEZA ICAFAL

conducirán los espejos e instrumentos científicos tendrán 20 m de largo, por lo que la pendiente no podía superar el 12%, de manera que los equipos no tuviesen complicaciones en su futuro traslado”, detalla Jorge Kort.

Finalmente, el agua de mar también agregó un ingrediente adicional, y es que se tuvieron que efectuar pruebas y un tratamiento especial para medir la salinidad extra del pavimento empleado. “Debía quedar con un índice de rugosidad internacional bajo, en base a una capa delgada de manera de evitar los resaltos, ello también ayudó a utilizar un menor consumo de agua”, complementa Jorge Kort.

### VOLADURA DEL CERRO

18 metros de la cumbre del Cerro Armazones fue volado como paso previo a la nivelación de la plataforma, necesaria para preparar la construcción del telescopio. La voladura de la cima de Cerro Armazones liberó alrededor de 5.000 metros cúbicos de roca. Esto fue solo parte de un complicado proceso de nivelación que ayudó a dar forma a la montaña, de manera que pudiese albergar al telescopio de 39,3 metros y su enorme cúpula. Un total de 220.000 m<sup>3</sup> de cerro debieron retirarse para proporcionar espacio a la plataforma de 150 por 300 m del ELT.

La cima se modificó para crear una plataforma sobre la cual se pudiese construir el telescopio y otras instalaciones de apoyo. Se

eliminaron 18 metros de la cumbre del cerro, empezamos en la cota 3.064 y quedó en la 3.046, aproximadamente.

En base a una combinación de ANFO y tipos de explosivos, las tronaduras al cerro se ejecutaron de manera controlada. “Nos encontramos con un terreno de alta dureza, con roca Andesita. Junto con ello otro tema fue el viento, no era llegar y tronar, había que hacerlo de manera controlada, colocando malla a la roca y eliminando el material en botaderos autorizados”, indica Kort.

En paralelo, había que dejar una plataforma perfectamente plana, “rebanando, literalmente el cerro, y sacando ordenadamente el material. La secuencia era la perforación, tronadura, retiro del material con bulldozer y compactación”, concluye el ejecutivo de ICAFAL.

Se espera que el telescopio inicie sus operaciones a principios de la próxima década, momento en el que el ELT comenzará a abordar los mayores desafíos astronómicos de nuestra era. Proceso que Revista BiT seguirá al detalle para llevar el desarrollo de todos los desafíos técnicos y constructivos que implicará la ejecución de este observatorio.

Esta obra permitirá la apasionante exploración de regiones completamente desconocidas del Universo. Será el telescopio óptico e infrarrojo cercano de mayor envergadura a nivel global: el ojo más grande del mundo para observar el cielo. ■

### EN SÍNTESIS

→ El ELT es un revolucionario telescopio óptico/infrarrojo basado en tierra que contará con un espejo primario de 39,3 metros y será el telescopio óptico infrarrojo cercano de mayor envergadura del mundo.

→ Las obras de construcción del sitio de emplazamiento del ELT comenzaron en junio de 2014, finalizando el camino de acceso y las obras de nivelación de la cumbre, lo cual permite dar inicio a los trabajos de la cúpula. La primera luz del ELT se prevé para el año 2024.

→ 24,3 km de camino asfaltado hacia la cumbre de cerro Armazones (más de 3.046 msnm) y un total de 220.000 metros cúbicos de roca debieron retirarse para proporcionar espacio a la plataforma de 150 metros por 300 metros que albergará al ELT.

→ El 13 de octubre de 2011 se firmó el acuerdo entre ESO y el Gobierno de Chile, que incluía la donación de 189 km<sup>2</sup> de tierra en Cerro Armazones para la instalación del ELT así como la concesión, durante 50 años de zonas adyacentes relacionadas.

## Respira Silencio

Bienestar en tres dimensiones: diseño, control acústico y aire puro.

Knauf Cleaneo® es la solución óptima para el diseño acústico en recintos interiores, especialmente de alta concurrencia de gente.

Aplicado en cielorrasos, islas acústicas y revestimientos de muros ofrece un excelente rendimiento en absorción acústica reduciendo reverberación y mejorando el confort acústico.

Atractivos patrones de perforaciones circulares, cuadradas, ranuradas y rectangulares otorgan individualidad y extravagancia a sus ambientes. Gracias a Cleaneo® Technology la placa es capaz de absorber malos olores y componentes orgánicos volátiles (VOC) como el formaldehído; en otras palabras es un catalizador natural de aire ambiental.

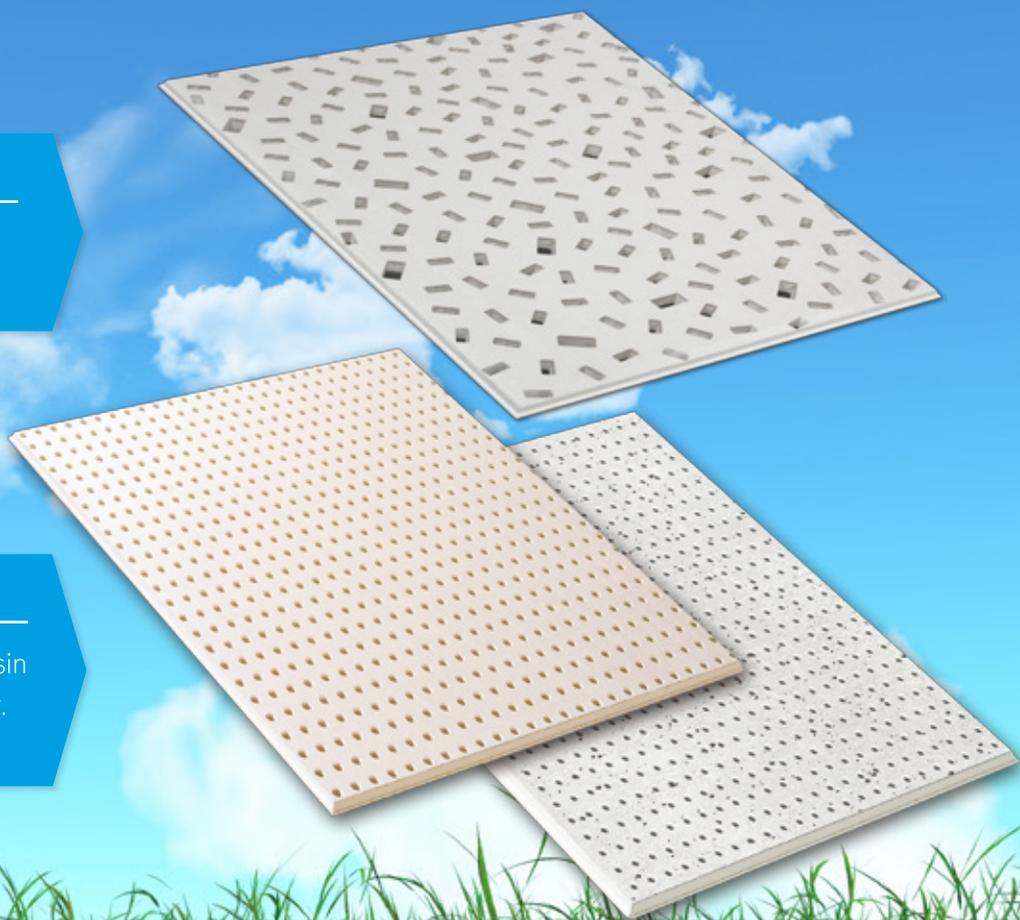
Knauf presenta nuevos diseños Cleaneo® para dar nuevos aires a nuevos proyectos.

### CLEANEO® RE ALEATORIO

Nuevo patrón de perforación rectangular aleatoria

### CLEANEO® COMPLETE

Placa con superficie terminada, sin necesidad de enmasillar y pintar. Look blanco o concreto



# Grupo Bosch comprometido con la comunidad y el desarrollo sustentable de Chile

**La compañía líder mundial en abastecimiento de tecnología y servicios cuenta con una importante trayectoria en Chile, entregando apoyo a diversos proyectos académicos y sociales. Actualmente, participa como aliado estratégico en Construye Solar, desafío que busca generar soluciones que permitan mejorar los estándares de eficiencia energética y sustentabilidad en la vivienda social de nuestro país.**

**P**ara el Grupo Bosch, contribuir a proteger los recursos naturales de las actuales y futuras generaciones es primordial y ha demostrado a lo largo de su trayectoria en Chile -más de cien años presente en nuestro país- un alto nivel de responsabilidad social, tanto dentro de la empresa como con su entorno.

En este sentido, realiza una serie de iniciativas que apoyan al desarrollo de cientos de profesionales del país. Actualmente, cuenta con un Centro de Formación en su edificio corporativo, con el objetivo de brindar cursos durante todo el año a gasfiter e instaladores, mejorando así su desarrollo profesional y la calidad del servicio.

Asimismo, mantiene un acuerdo de cooperación con la Fundación Cristo Vive, alianza que permitirá capacitar a más de 150 alumnos de liceos técnicos profesionales en el área de instalación sanitaria y gas, en la sala de formación equipada por Junkers. Además, tendrán la posibilidad de realizar sus prácticas profesionales en los Servicios Técnicos de Junkers.

No obstante, este interés también se extiende a regiones, donde el Grupo Bosch acaba de implementar una nueva sala de formación técnica de instalaciones sanitarias en el Liceo Industrial "Ingeniero Ricardo Fenner Ruedi", en la ciudad de La Unión. Gracias a la donación de equipos de alta tecnología, la remodelación del laboratorio y la entrega de materiales de formación y cursos, busca contribuir y aportar en la formación de estos alumnos, brindándole mejores oportunidades laborales.



## PROYECTO CONSTRUYE SOLAR

Reafirmando su compromiso con el desarrollo de las comunidades y entendiendo la importancia de generar tecnologías e innovación sustentable, el Grupo Bosch a través de su división Termotecnología hoy es parte de las diez organizaciones que apoyarán el proyecto Construye Solar, desafío que invita a universidades nacionales y extranjeras a construir un prototipo de vivienda social sustentable.

"De los seis equipos en competencia, cuatro de ellos y una de las dos universidades en exhibición, ya han recibido productos del Grupo Bosch, destacando la bomba de calor, Compress 3000 y el Termosifón 150L", explicó el Sales Manager de Bosch Termotecnología, Felipe Guerrero.

## EFICIENCIA Y CONFIABILIDAD

Proporcionar Agua Caliente Sanitaria (ACS) de manera eficiente y confiable, extrayendo el calor del aire para transferirlo al agua por medio de un compresor, es una de las principales características de la bomba de calor Compress 3000. "Una de las principales ventajas es que utiliza una cantidad muy baja de electricidad para ejecutar sus componentes internos, por lo que se reduce en hasta un 70% el consumo de energía eléctrica, y es un 330% más eficiente que un termo eléctrico convencional", destacó Guerrero.

Asimismo, es fácil de instalar, cuenta con

un panel de control digital LCD y todos sus componentes son accesibles por la parte superior, por lo que su mantención es sencilla.

En tanto, el Termosifón 150L es una solución ideal y rentable para consumos domiciliarios de ACS, ya que utiliza energía solar y recurso natural y gratuito, lo que permite alcanzar ahorros de hasta un 60% en combustibles.

Su energía renovable, lo convierte además en una excelente opción para el cuidado del medio ambiente. Tiene un alto nivel de eficiencia y cuenta con una instalación sencilla debido a su bajo peso y conexiones estandarizadas.

"En el caso de la bomba de calor puede ser usada para pequeñas y grandes instalaciones como, por ejemplo: casas, cabañas, hostales, centros deportivos, gimnasios, hoteles, departamento y restaurantes. El termosifón, por su parte, es ideal para consumos domiciliarios más pequeños", finalizó el Sales Manager

La nueva edición de Construye Solar -organizada por la Ruta Solar, el Gobierno y la Municipalidad de Santiago- se desarrollará entre el 29 de abril y el 7 de mayo en el Parque O'Higgins donde se podrán conocer en más detalle los productos del Grupo Bosch presentados en el primer concurso de viviendas sociales sustentables del mundo.

Para más información visitar:

[www.bosch-climate.cl](http://www.bosch-climate.cl)



**BOSCH**

Innovación para tu vida

**Bosch ofrece las mejores y completas soluciones en termotecnología** para hogares, comercios e industrias

### Equipos Eficientes

Conozca toda nuestra gama de productos en nuestra página web. Bosch siempre ofreciendo lo mejor en alta tecnología e innovación con productos sustentables.

