

vacíos. La reutilización, el reciclado y la circularidad son conceptos claves de nuestra sociedad y de la visión política que debe impulsar los proyectos ofreciendo soluciones que sean capaces de compatibilizar la memoria con los nuevos usos y las necesidades contemporáneas. El trabajo necesario para la reducción del consumo energético y la adecuación a las nuevas formas de construcción y ocupación que tienden a reducir el impacto sobre el medio implica el cuidado con lo existente desde el punto de vista de su reutilización, aprovechar la energía que contienen para trazar los nuevos caminos.

Poesía Incompleta

Valpueda y Granadilla son poemas mínimos de los que se han borrado el 70% de las palabras. El proyecto de transformación y crecimiento sobre su tejido tiene la obligación de dar una respuesta a estas ausencias, de construir nuevas lógicas, de aportar nuevos significados, reutilizando lo existente, respetando sentidos existentes y haciendo que sean compatibles con los nuevos sentidos, conservar antiguas expresiones que siguen siendo válidas, que son memoria y al mismo tiempo injertar, transformar, añadir, superponer para inyectar vida.

El conjunto de los planos de masas producidos en nuestro Experimento Académico construye una metáfora elocuente que ilustra con claridad los modelos de pensamiento que explican los fenómenos que se dan, o se podrían dar, en Valpueda y Granadilla.

FUENTES

Los autores de los Planos de Masas fueron estudiantes de los cursos de primavera y otoño de 2022 de las asignaturas P3, P4 y P5 de la Unidad Docente Maruri, ETSAM, UPM.

PROFESORADO DEL TALLER

Mónica ALBEROLA, Fernando CASQUEIRO, Aurora FERNÁNDEZ, Rafael GURIDI y Nicolás MARURI.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

ALLEN, Stan. "Distribuciones, Combinaciones y Campo. (Notas preliminares hacia una logística del contexto)". BAU nº14. C.O.A.C.L.. Valladolid, 1996.

ALLEN, Stan. "From Object to Field: Field Conditions in Architecture and Urbanism" en AD Profile 127 (Architecture after Geometry). Architectural Design Vol.67 no.5/6 May/June 1997.

MOLINO, Sergio del. (2016) *La España Vacía*, Madrid: Turner, 2016.

ROWE, Collin; KOETTER, Fred. *Collage City*. Ed. MIT, Cambridge, Massachusetts, 1978. Ed. consultada: Ciudad Collage, Gustavo Gili, Barcelona, 1981.

¹ ROWE, Collin. KOETTER, Fred. *Ciudad Collage*. GG, Barcelona, 1981, p. 86.

² Se presenta aquí alguno de los resultados de dos Cursos de la asignatura de Proyectos Arquitectónicos en la ETSAM-UPM que tuvieron lugar durante la primavera y el otoño de 2022.

³ MOLINO, Sergio del. (2016) *La España Vacía*, Madrid: Turner.

⁴ ROWE, Collin. KOETTER, Fred. *Ciudad Collage*. GG, Barcelona, 1981, p.91.

⁵ Allen, Stan. *Distribuciones, Combinaciones y Campo*. (Notas preliminares hacia una logística del contexto) 014 BAU, p. 70.

Nicolás MARURI, Mónica ALBEROLA, Fernando CASQUEIRO, Aurora FERNÁNDEZ, Rafael GURIDI, son Doctores Arquitectos por la UPM y profesores en el Departamento de Proyectos de la ETS Arquitectura de Madrid. Joan Casals es Doctor Arquitecto por la UPC y profesor del Departamento de Proyectos de la ETS Arquitectura de Barcelona.



▲ FIG. 1

¿Y si mirar al dedo no es de tontos?

Sobre la cualidad paisajística de los observatorios astronómicos contemporáneos

Oscar Linares de la Torre, Gaizka Altuna Charterina

Recibido 2023.05.04 :: Aceptado 2023.01.08

DOI: 10.5821/palimpsesto.26.12228

Persona de contacto: oscar.linares@upc.edu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1537-573X>

Doctor Arquitecto

ABSTRACT

Desde el Stonehenge, construido en Gran Bretaña hace 5.000 años, hasta el FAST, construido en China en 2016, la construcción de observatorios astronómicos ha dado lugar a grandes obras de arquitectura íntimamente vinculadas a su entorno lejano, el Cosmos, pero también a su entorno cercano, el paisaje. El presente artículo explora precisamente los puntos de contacto entre la potencia plástica que construyen estos observatorios en el paisaje y los principios del movimiento artístico fundado en los años sesenta conocido como Land Art. Tras una breve descripción de la evolución tipológica de los observatorios astronómicos, este artículo se centra en el análisis y comparación de diversos radio-observatorios astronómicos, con algunas de las obras más icónicas del movimiento Land Art.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura; astronomía; observatorio; land art.

Hay un proverbio chino que dice que "cuando el dedo del sabio señala la luna, el tonto mira al dedo". El significado de la sentencia es evidente y no requiere demasiadas explicaciones: mirar al dedo del sabio y no a lo que está señalando indica que el observador es corto de miras. No obstante, nos gustaría plantear a continuación una reflexión en la que mirar al "dedo", en vez de a la luna, sí puede ser interesante.

Durante miles de años, el ser humano ha construido estructuras para observar el Cosmos. Una de las más antiguas, y al mismo tiempo célebres, es el Stonehenge, construido hace unos 5.000 años en Salisbury. El conjunto está formado por un *henge*, una manipulación del terreno más o menos circular, formada por una zanja central, un terraplén interior, y una pequeña contraescarpa exterior, de unos 120 metros de diámetro exterior. Esta modificación del terreno sólo se interrumpe al noreste, coincidiendo con el punto en el que se aprecia la salida del sol en el horizonte durante el solsticio de verano. A partir de ese punto, siguiendo la misma orientación, nace una topografía en línea recta que recibe el nombre de Avenue y que se prolonga por más de medio kilómetro. En el interior del *henge* se encuentran diversos anillos de piedra que, en su conjunto, forman el crómlech: en el interior encontramos el *Bluestone Horseshoe*, formado por 19 dolmens, y el *Sarsen Trilithons Horseshoe*, formado por

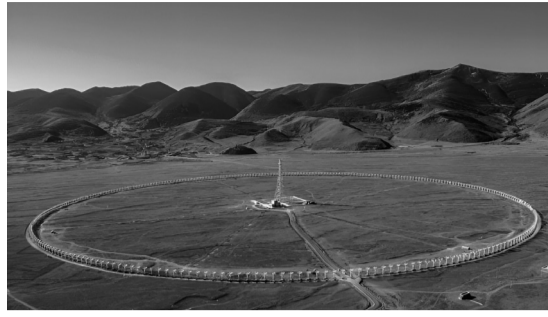
5 grandes trilitos; ambos conjuntos forman en planta una especie de herradura cuyo lado abierto coincide con la Avenue, y cuyo extremo curvo se orienta hacia la puesta de sol en el solsticio de invierno. A continuación, siguen dos *Stone circles*, el *Bluestone Circle* formado por 60 piedras inhiestas que describen un círculo de 24 m de diámetro, y el *Sarsen Circle*, un círculo megalítico adintelado, de trazado perfectamente circular, de 30 m de diámetro. Otras piedras sueltas, estratégicamente dispuestas dentro del *henge*, apuntan también a otras orientaciones solares importantes.

Este primigenio -que no primitivo- observatorio del cosmos ha gozado siempre de un lugar importante en la historia de la arquitectura, no sólo por el refinamiento de su técnica megalítica, sino también por las relaciones que el conjunto establece con el entorno cósmico y, sobre todo, con el entorno próximo: el paisaje. Es por ello que es repetidamente citado como uno de los primeros referentes prehistóricos de aquellas obras que, en los años sesenta, Walter de María bautizó como *Land Art*. De hecho, tal y como explica Tonia Raquejo [RAQUEJO, Tonia. *Land art*. 3a ed. Madrid: Nerea, 2003; p. 51], las construcciones estelares son uno de los motivos recurrentes de este movimiento artístico, probablemente auspiciadas por el fervor que despertaron los avances que por entonces se produjeron en la conquista del espacio y que culminaron, en 1969, con la llegada del ser humano a la Luna.

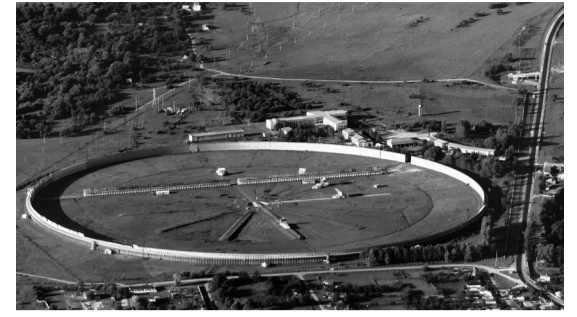
Bajo la denominación de *Land Art* se engloba un conjunto de obras que, de diversos modos, alteran o intervienen en el paisaje con el objetivo de generar emociones plásticas en el espectador. La obra no se convierte en un fin en sí mismo, sino en un medio para establecer ciertas relaciones visuales y conceptuales entre la obra y el sujeto. Esta alteración del paisaje debe tener una finalidad artística y, normalmente, se consigue mediante la contraposición de formas artificiales (construcciones en las que es posible advertir la mano del ser humano por medio de la técnica o la abstracción formal) sobre las formas naturales del paisaje. Dado el carácter eminentemente artístico de estas intervenciones, es habitual que estas construcciones no aspiren a satisfacer ninguna



▲ FIG. 2



▲ FIG. 3



▲ FIG. 4

utilidad de carácter práctico. Además, acostumbran a requerir recursos y actuaciones de una escala nada desdeñable, acorde con la escala del paisaje en el que se insertan, sin que ello signifique necesariamente que deban perdurar en el tiempo.

En base a estas consideraciones, no debe extrañarnos que ciertas infraestructuras y obras de ingeniería civil acaben construyendo imágenes que fácilmente puedan asociarse a los preceptos que acabamos de describir para el *Land Art*. Tal y como expone Javier Manterola, puentes, viaductos, carreteras, grandes contenciones, presas, parques eólicos, campos solares... son construcciones con una finalidad práctica evidente, la mayoría de las veces construidas sin ninguna pretensión artística, que en no pocas ocasiones consiguen construir potentes imágenes en las que lo humano y lo natural se contraponen, generando emociones análogas a las pretendidas por el *Land Art*.

No obstante, existe otro tipo de obras de ingeniería, mucho menos conocidas que, sin pretenderlo, también ofrecen un enorme potencial paisajístico: los observatorios astronómicos contemporáneos. Igual que en el caso de las obras de ingeniería civil, estos observatorios han sido construidos para satisfacer una función muy concreta. Pero, a diferencia de aquellas infraestructuras, la finalidad de estas construcciones no se vincula de con el día a día del ser humano, sino que dirigen su atención al Cosmos, observando a veces regiones del espacio exterior situadas a años luz de distancia.

Para hacer posibles estas observaciones, estas construcciones deben cumplir algunas características muy concretas. En primer lugar, acostumbran a situarse en paisajes poco o nada poblados, lejos de los núcleos urbanos, a fin de poder desarrollar su función con la mínima cantidad de interferencias; eso abre la posibilidad a que acaben ubicándose en paisajes donde la acción humana es inexistente o poco evidente, hecho que enfatiza aún más la contraposición entre el paisaje natural y la construcción humana. En segundo lugar, para poder permitir las observaciones en los rangos necesarios, ya sea a distancias astronómicas o con enorme precisión, acostumbra a ser necesario que estas construcciones adquieran grandes dimensiones, hecho que obliga a tomar decisiones importantes en relación al paisaje y su escala. En tercer lugar, aunque no siempre, sí es habitual que compartan una geometría

circular en planta, una figura geométrica sencilla y abstracta que, al tiempo que casa a la perfección con sus fines observacionales, también ofrece un rotundo contraste con el paisaje en el que se insertan. No es casualidad que estas características ya fueran observables hace miles de años en el Stonehenge; pero es a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando el espacio observatorio alcanza dimensiones paisajísticas sin precedentes, fruto de una evolución que comenzó en la Ilustración.

Ya en la edad moderna, el observatorio se despojó de su carácter místico para convertirse en un espacio científico que cada vez estaría más tecnificado, equipado con todo tipo de instrumental para realizar observaciones y mediciones. A principios del siglo XVII, la invención del telescopio supuso un punto de inflexión en la configuración de los espacios de observación: aunque no es el único instrumento que albergan estas construcciones, sí se convirtió entonces en uno de los elementos con más peso en la configuración de estos espacios, especialmente a partir del siglo XVIII, con el desarrollo de las lentes ópticas. Además, debe tenerse en cuenta que cuanto mayor es el telescopio mayor es la calidad de las observaciones realizadas. Es por ello que su protagonismo en los espacios para la observación del Cosmos ha ido creciendo al mismo ritmo que la tecnología ha hecho posible fabricar mayores y más precisas lentes. Debido a ello, muchas arquitecturas dedicadas a la observación astronómica son proyectadas alrededor de un gran telescopio óptico montado sobre una plataforma giratoria que permite modificar su orientación: este es el caso, por ejemplo, del Gran Telescopio Canarias (GTC), que alberga un reflector primario de 10,4 metros de diámetro.

Durante el siglo XX, además de los telescopios ópticos se desarrollaron también los radiotelescopios. La principal diferencia entre ellos radica en lo que permiten observar: los primeros son utilizados para observar principalmente la luz del espectro visible, mientras que los segundos se utilizan para la captar radiación electromagnética no visible. Para ello es necesario el uso de antenas cuyo aspecto, inicialmente, no divergía demasiado de una antena de comunicaciones. Uno de los tipos más habituales se trata del disco parabólico, dotado con un sistema de rótula que permite orientarlo a casi cualquier coordenada celeste, como ocurre, por ejemplo, en el Radio Observatorio de Dwingeloo, construido en 1955 en los Países Bajos.

Uno de los tipos más habituales se trata del disco parabólico, dotado con un sistema de rótula que permite orientarlo a casi cualquier coordenada celeste, como ocurre, por ejemplo, en el Radio Observatorio de Dwingeloo, construido en 1955 en los Países Bajos.

Sin embargo, las ondas de radio tienen una longitud de onda notablemente más grande que las ondas visibles. Debido a esto, los radiotelescopios requieren de una superficie mucho mayor para alcanzar una resolución angular equiparable. La necesidad de llevar a cabo observaciones más precisas y de una mayor calidad llevó a desarrollar antenas de radiotelescopios cada vez más grandes: llegaron a alcanzar tal dimensión que dejaron de ser un componente superpuesto al espacio de observación para convertirse en el elemento sobre el cual se proyectaba todo el observatorio. Esto puede observarse, por ejemplo, en el radiotelescopio Stockert en Alemania (1956), de 25 metros de diámetro; o en el Parkes en Australia (1961), de 64 metros de diámetro.

Por supuesto, la avidez de conocimiento del ser humano hizo que el aumento de tamaño de los radiotelescopios no se detuviera y fueran necesarios radiotelescopios cada vez más y más grandes. No obstante, es ampliamente conocido el hecho de que las leyes de la física no permiten que una estructura sea escalada infinitamente sin alterar sus proporciones. A partir de cierto punto, la construcción de un disco que pivota sobre una rótula se vuelve inviable: es entonces cuando estas construcciones alcanzan tales dimensiones que ya no dialogan con la arquitectura del observatorio, sino con el propio paisaje. Durante la guerra fría se construyeron dos de los observatorios más icónicos de este tipo.

Una de la propuesta soviética fue el RATAN 600, un enorme observatorio radioastronómico situado en el suroeste de Rusia que fue oficialmente abierto en 1977. El RATAN 600 es un anillo de 577 metros de diámetro construido sobre un paisaje llano. Está compuesto de 895 reflectores que miden 2.0m x 7.4m. Cada uno de los flectores está montado sobre un mecanismo que permite tres grados de libertad de movimiento para que estos puedan orientarse. En el centro del anillo se encuentra una estructura compuesta de dos reflectores y un receptor para cuando todo el anillo es utilizado para observar los cuerpos celestes en el cenit. Sin embargo, también es posible utilizar solamente sectores específicos del anillo para observar otras coordenadas. Para este propósito, dentro del telescopio también es posible encontrar una

▼ FIG. 5



▼ FIG. 6



línea de reflectores una serie de estructuras móviles compuestas por reflectores y receptores.

Cuando el RATAN 600 observa el zenit, su funcionamiento es similar a una lente Fresnel. El paraboloide de revolución necesario para establecer un disco parabólico de un diámetro de 600 metros sería notablemente profundo y requeriría de una gran obra civil conformar dicha depresión. Por lo que solamente se utiliza un anillo del total del paraboloide con el fin de obtener un reflector con una gran resolución angular, con el mínimo impacto sobre el paisaje. ¿Pero qué pasaría si la naturaleza brindara al ser humano una orografía que cuasi óptima para el posicionamiento de un gran reflector? Este es el caso de una de las propuestas americanas durante la guerra fría.

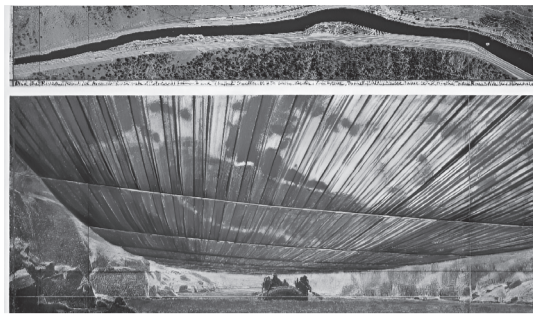
Éste es el caso del National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC) u Observatorio de Arecibo inaugurado en 1963 (desmantelada en 2020). Se trataba de un reflector esférico con un diámetro de 300 metros construido dentro de una depresión natural sobre la cual, colgado a 150 metros de tres pilares mediante cables, se hallaba el receptor. Sin embargo, el radiotelescopio de Arecibo no fue el más grande de su tipo.

En el 2016 se construyó en la provincia china de Guizhou el observatorio FAST, una versión notablemente más grande del telescopio de Arecibo. FAST son las siglas de "Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope" (Telescopio esférico de quinientos metros de apertura). Su reflector también está construido sobre una depresión y, tal y como su nombre indica, tiene un diámetro de 500 metros. La superficie del reflector tiene una curvatura esférica de 300 metros, pero a través de un mecanismo compuesto por cables y servomotores, dicha superficie esférica puede ser deformada en un paraboloide, lo que permite un enfoque óptimo de las ondas de radio sobre el receptor.

Tanto el RATAN, el NAIC como el FAST, son muestras claras de la interacción necesaria entre paisaje y tecnología a la hora de abordar un problema técnico del calibre de la construcción del reflector de un radiotelescopio de grandes magnitudes.

Sin embargo, existe otra forma de responder a los requerimientos de tamaño de los radiotelescopios: en vez de multiplicar el tamaño de las unidades de recepción, multiplicar sus cantidades. Quizás unos de los casos más conocidos de este tipo en la cultura popular sea el VLA o Karl G. Jansky Very Large Array. Se trata de un conjunto de 27 antenas de 25 metros de diámetro, distribuidas en tres ejes, separadas entre sí aproximadamente por 120°, que se encuentra en el desierto de Nuevo Méjico. Otro caso, aún más radical si cabe, es el observatorio solar DSRT: un conjunto de más de 313 antenas dispuestas en un círculo de más de tres kilómetros de perímetro construido en Daocheng, China.

Tampoco podemos dejar de mencionar el *Low Frequency Array*, más conocido por su acrónimo LOFAR. Se trata de una red de sensores distribuidos en estaciones que se encuentran a lo largo y ancho de toda Europa, cuyo núcleo central se encuentra en Países Bajos. El LOFAR se usa generalmente como radiotelescopio, por lo que sus estaciones cuentan con



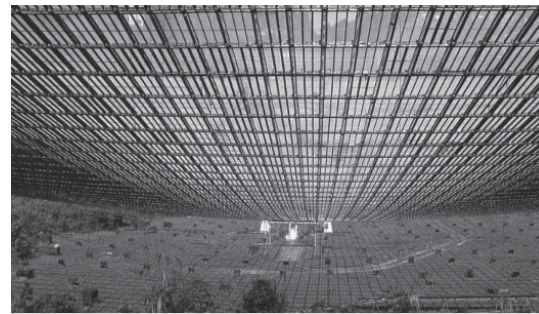
▲ FIG. 9

una enorme cantidad de antenas receptoras de ondas de baja frecuencia distribuidas a su alrededor. Esto produce unos amplios prados poblados por antenas como si se trataran de juncos metálicos que han brotado entre la hierba.

Todos los casos citados son ejemplos de arquitecturas que deben lidiar como interfaz entre las condiciones, matemáticamente abstractas y radicales de un observatorio radioastronómico contemporáneo, y las caprichosas orografías orgánicas pertenecientes a los paisajes naturales. Como consecuencia de este dialogo se producen unos paisajes únicos que indudablemente recuerdan a obras de *Land Art*. Por ejemplo, casos como el VLA, el RATAN o el observatorio de Daocheng, dan lugar a geometrías lineales abstractas que se superponen sobre paisajes naturales, que inevitablemente nos recuerdan a trabajos de artistas como Richard Long. En algunos casos, la abstracción formal de los radio observatorios no es tan radical, como ocurre con el LOFAR; sin embargo, el paisaje producido por la matriz de antenas de baja frecuencia evoca inevitablemente al *Lightning Field* de Walter de Maria. Casos como observatorio de Arecibo o el FAST sugieren imágenes como las propuestas por Christo y Jeanne-Claude, en las que los paisajes naturales son cubiertos por enormes superficies artificiales.

Mediante la observación de estos casos, podemos darnos cuenta de que *Land Art* no tiene otra función que generar una emoción plástica. En cambio, los observatorios seleccionados son capaces de generar una emoción plástica análoga sin habérselo impuesto, a la vez que cumplen una función técnica muy precisa. Por otro lado, el *Land Art* no siempre es capaz de conformar una idea de espacio o lugar, mientras que estas infraestructuras de observación sí suelen crear entornos potencialmente habitables o espacialmente experimentales que generan expectativas de potencial ocupación espacial.

Volviendo al proverbio chino al que hacíamos referencia al inicio, si en vez de mirar a la luna, es decir, de centrar nuestra atención en su potencial tecnológico y científico o, incluso, de mirar al Cosmos, somos lo suficientemente "tontos" como para mirar al dedo, es decir, a los propios observatorios y a su relación con el paisaje, descubrimos que todos ellos, desde el Stonehenge, hasta los más modernos, son capaces de generar relaciones con el paisaje de una enorme potencia.



▲ FIG. 10

BIBLIOGRAFÍA

- BAARS, Jacob WM; KÄRCHER, Hans J. *Radio Telescope Reflectors*. New York: Springer, 2018.
- MANTEROLA, Javier. *La Obra de ingeniería como obra de arte*. Pamplona: Laetoli, 2010.
- MARR, Jonathan M.; SNELL, Ronald L.; KURTZ, Stanley E. *Fundamentals of radio astronomy: observational methods*. CRC Press, 2015.
- RAQUEJO, Tonia. *Land art*. 3a ed. Madrid: Nerea, 2003.
- ### CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES
- Observatorio radioastronómico Karl G. Jansky Very Large Array. Fotograma de la película *Contact* (1997, Warner Bros. Pictures). Fuente: <https://new.nsf.gov/science-matters/vla-turning-40#image-caption-credit-block>.
 - Walking A Circle In Mist* (Escocia, 1986), de Richard Long. Fuente: <http://www.richardlong.org/Sculptures/2011sculptures/circmist.html>.
 - Daocheng Solar Radio Telescope. Fuente: https://www.elespanol.com/omicrofono/defensa-y-espacio/20221130/china-terminal-telescopio-grande-evitara-sin-internet/722427766_0.html.
 - Radio telescopio RATAN 600. Fuente: <https://www.welt.de/wissenschaft/article157909059/Raetsel-um-mysterioeses-Signal-aus-dem-All.html>.
 - Radio telescopio LOFAR. Autor: Tammo Jan Dijkema. Fuente: <https://www.flickr.com/photos/tammo80/14301667248/>.
 - Lightning fields* de Walter de Maria, 1977. Fuente: <http://eifd.masterproyectos.com/anamartinez/acciones-hibridas-en-el-paisaje/>.
 - Desert Cross* de Walter de Maria, 1969.. Fuente: <https://archive.nytimes.com/tmagazine.blogs.nytimes.com/2015/05/04/land-art-smithson-holt-heizer-troublemakers-movie/>.
 - Fotografía aérea del radiobservatorio Very Large Array, en Nuevo Méjico. Fuente: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communications/outreach/funfacts/txt_antenna_array.html.
 - "Over the River, Project for Arkansas River, State of Colorado, USA" de Christo y Jeanne-Claude, 2012. Fuente: <https://www.bukowskis.com/en/auctions/585/195-christo-jeanne-claude-over-the-river-project-for-arkansas-river-state-of-colorado-usa>.
 - Radiotelescopio de Arecibo. Vista desde debajo del reflector esférico. Fuente: <https://www.amusingplanet.com/2010/03/arecibo-observatory-of-seti-project.html>.

OSCAR LINARES DE LA TORRE es Doctor Arquitecto por la UPC y profesor de Proyectos Arquitectónicos de la ETSAB.
GAIZKA ALTUNA CHARTERINA es Doctor Arquitecto por la UPM y profesor de Representación y Diseño Arquitectónico de la TU Berlin.

▼ FIG. 7



▼ FIG. 8

