

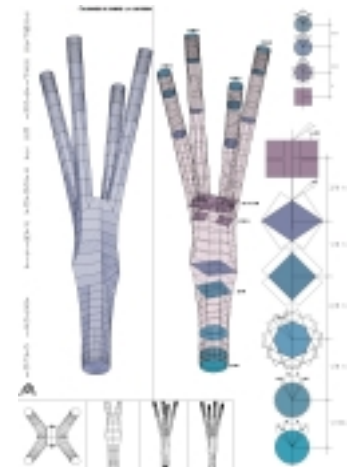
## COLUMNA DE DOBLE GIRO



Tronco y ramas de un árbol



Columnas arboladas del templo de la Sagrada Família



Esquemas geométricos de la columna rectangular de la nave del templo de la Sagrada Família

### JORDI BONET I ARMENGOL

Gaudí era de la opinión de que la nueva arquitectura que le inspiraba la observación de la naturaleza debía tener las características de la vida, que puede mostrarse con el color y el movimiento. Quería llegar a conseguir la síntesis entre estructura y forma, y también la continuidad que está muy presente en las figuras arboriformes y en el cuerpo humano. Concretamente, los huesos son cilindros que se transforman en hiperboloides en las articulaciones. También había observado que las superficies regladas eran más resistentes, y las utilizó cada vez más.

El uso del color llevaba ya siglos presente en la arquitectura, y Gaudí se sirvió de él ya en sus primeras obras, pero el movimiento era algo más difícil de conseguir. En el sistema de elementos de soporte, sólo la columna salomónica había mostrado un camino en ese sentido, pero no acababa de satisfacerle, posiblemente porque recordaba una resistencia estructural más pequeña, como si pudiera aplastarse.

Gaudí había probado una gran diversidad de columnas, entre las que podemos destacar las del Parc Güell. También había obtenido resul-

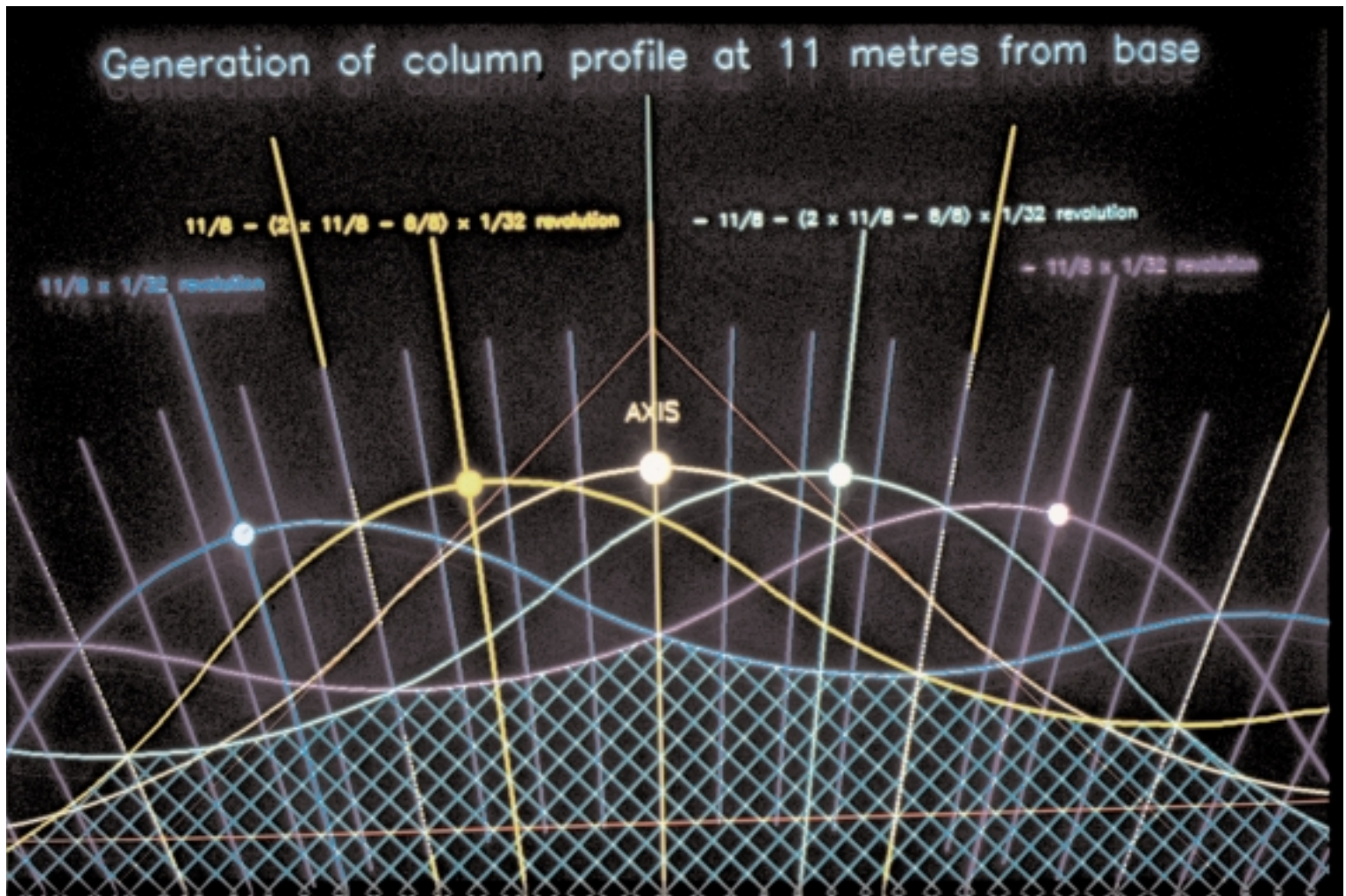
tados notables con las formas similares a olas petrificadas, como en la Pedrera. Finalmente, después de dos años de investigación, consiguió lo que quería: una columna nueva en la que el movimiento era esencialmente la fuente de su generación.

«Los astros van y vienen en sus órbitas, giran sobre sí mismos siguiéndolas en un movimiento helicoidal» (Bergós, 1974).

Así, a partir de un mismo polígono estrellado como base, dos superficies helicoidales se elevan y giran helicoidalmente en direcciones opuestas, la una hacia la derecha y la otra hacia la izquierda, y cuando se cortan generan unas aristas que se multiplican hasta llegar a conformar una circunferencia.

En los estudios publicados sobre el arquitecto se describieron el aspecto y el acierto del diseño de la columna gaudiniana. La generación geométrica se publicó, en parte gráficamente, en la sucesión de las secciones de las que constaba. Se restauraron las maquetas de las naves de la Sagrada Família, a escala 1:10, y se reprodujo la diversidad de formas de soporte que la

A la izquierda:  
Modelo informático de la columna rectangular de la nave del templo de la Sagrada Família



Generación del perfil de la columna de 8 a 11 metros desde la base

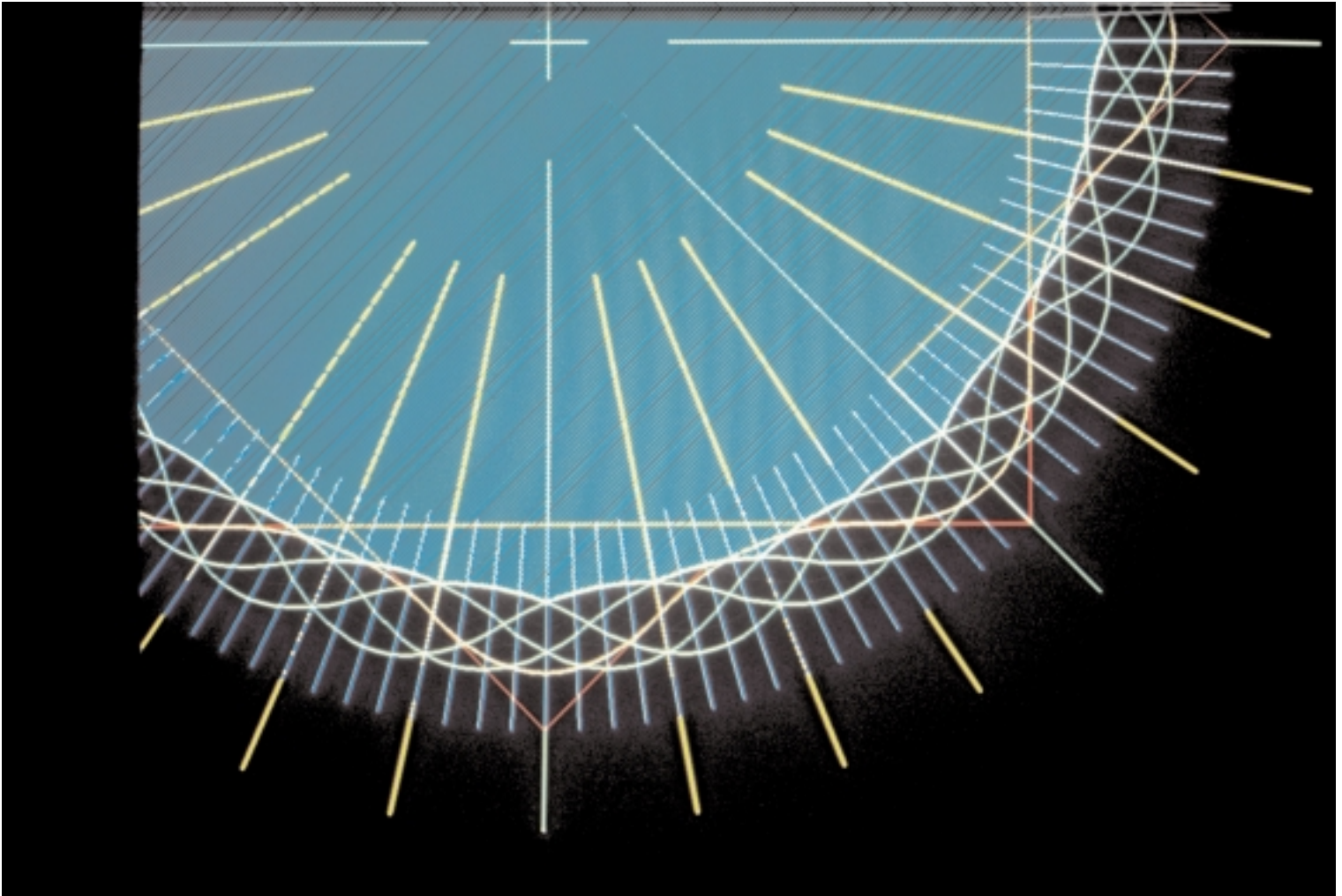
conformaban. Puig Boada aseguró, al describir esta columna: «La generación helicoidal le da movimiento y reposo al mismo tiempo» (*El Temple de la Sagrada Família*, p. 60).

Se presentó incluso a tamaño natural en la exposición conmemorativa que se celebró en el Saló del Tinell en 1956 y, gracias a la donación de la señora Malvehy, aquel mismo año se levantó en piedra granítica la columna dedicada a la diócesis de Barcelona, de unos 14 metros de altura, en el transepto del templo. Uno de los modelistas del taller de restauración de las maquetas, Jordi Brunet, ideó un artefacto que permitía obtener esa forma más fácilmente. El arquitecto Quintana, que había escrito sobre las formas regladas que utilizaba Gaudí, había dejado una nota con las alturas, los diámetros y las esbelteces de los cuatro tipos de columna que debían levantarse desde la planta del templo, que se correspondían con las que se engendraban a partir de los polígonos regulares de seis, ocho, diez y doce lados. Era necesaria aún una explicación geométrica completa y razonada que las incluyera a todas, que pudiera extenderse al resto de colum-

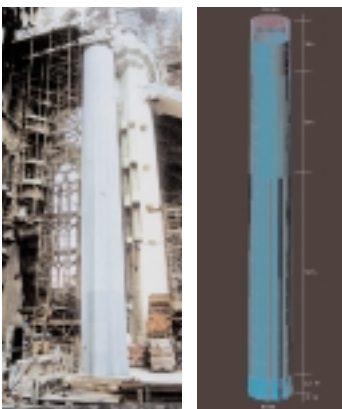
nas (que, evidentemente, se denominaban de doble giro) que completaban la totalidad del proyecto. Tampoco se conocía la generación de las ramificaciones que componían la solución estructural y plástica del conjunto.

Cuando me hice cargo de la dirección de las obras del templo de la Sagrada Família, en 1985, daba por hecho que todos esos aspectos ya se habían estudiado, y hasta que el encargado de las obras, Antoni Pastor, me planteó los problemas de ejecución de la piedra granítica de las columnas de las naves no emprendí a fondo su investigación, para dar una solución mejor a la complicadísima forma en que se había llevado a cabo la primera columna. Los defectos con los que se había construido eran importantes y evidentes, y había que ponerles remedio. Hasta entonces los giros se producían a unas alturas que no concordaban con los tambores de un metro de altura.

Afortunadamente, entre los elementos originales conservados estaban los moldes de la columna de base octogonal que había hecho Gaudí, y también las plantillas de zinc situadas a cada



Perfil de una sección superior de la columna de 8



Columna de 8 construida y modelo informático de la columna de 12

metro, y una buena parte de la columna original, con el «trenzado» que unía las plantillas con yeso. La palabra «trenzado» define el trabajo que había que hacer a partir del yeso para pasar de una plantilla a otra con la ayuda de una regla. En los originales en negativo (es decir, los moldes) y en una parte de los fragmentos de las columnas que se habían conservado era evidente que los tambores tenían un metro de altura y que los giros en ambos sentidos que originaban las aristas se producían a ocho, cuatro y dos metros de altura en la columna octogonal.

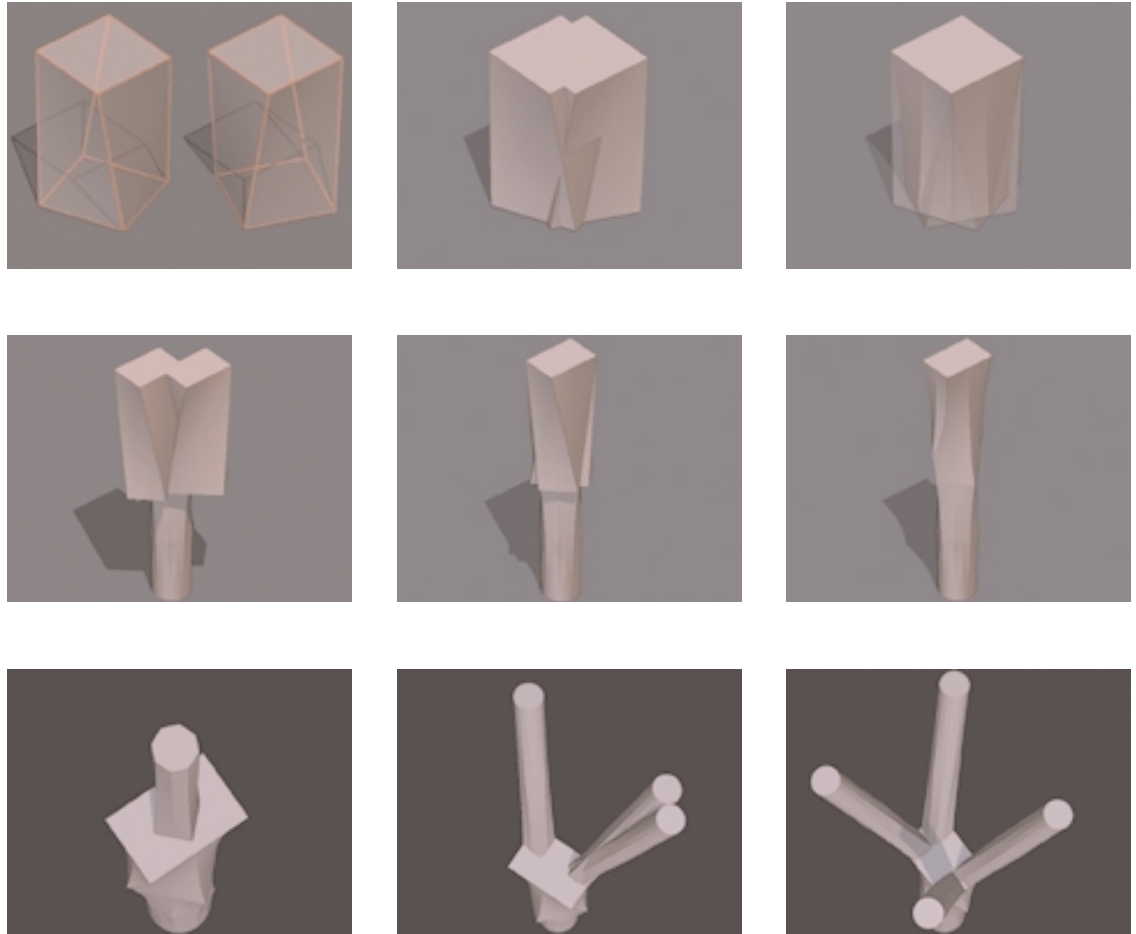
Eso comportaba que en el octógono el número de lados (ocho) correspondiera a ocho tambores de un metro y a un giro de  $360^\circ : 8 = 45^\circ$ , que representaba  $22 \frac{1}{2}$  grados que giraban en sentido contrario, a derecha e izquierda. Así, el resultado era una curva que pasaba de 8 a 16 aristas que aparecían en el centro de las canales redondeadas por las parábolas de la base, unas aristas que se levantaban verticalmente y configuraban una curva de 16 aristas.

Después se producía un segundo giro a una altura de cuatro metros (que equivalía a la mitad

de ocho), es decir, la mitad del número de lados del octógono. Los ángulos de giro eran de  $11 \frac{1}{4}$  grados por lado, y a 12 metros de altura se llegaba a 32 aristas, el doble de las 16 inferiores.

Un tercer giro se producía al cabo de dos metros, es decir, a una altura correspondiente a la cuarta parte de ocho, y en un ángulo de giro de  $11 \frac{1}{4}^\circ : 2$ , y originaba, por tanto, 64 aristas. Siguiendo ese proceso, un metro más arriba las aristas se multiplicaban por dos, 128, y así sucesivamente: a medida que decrecía la altura, se multiplicaban las aristas, de modo que, cuando se llegaba al doble de la altura, en metros, de los lados del polígono inicial (en el caso del octógono a 16 metros de altura), la sección de la columna se convertía en un círculo.

Gaudí quedó satisfecho con el resultado obtenido. «Hemos estado dos años trabajando indefectiblemente y se han gastado 4.000 duros para llegar a una solución completa de las columnas», comentó, tal como explica Joan Bergós. Así, pues, a partir de ese descubrimiento Gaudí decidió utilizarla para todas las columnas de las naves, tanto con la base poligonal en la parte



Secuencia geométrica de imágenes la generación de la columna rectangular de doble giro y su arborescencia

inferior y el círculo en la superior como a la inversa. Y siguió ese proceso no únicamente con polígonos regulares, sino también con una gran variedad de formas poligonales y maclas. Así resolvía la continuidad que quería para su sistema arboriforme, ya que conseguía pasar de unas maclas de dos cuadrados y dos pentágonos al círculo, o bien a partir de dos hexágonos, de dos cuadrados o de la figura que mejor se adaptara a las necesidades estructurales que le planteaban los cálculos, y que resolvía con su inteligencia prodigiosa.

Una muestra clara de la manera en que resolvió magistralmente la ramificación del tronco con cuatro ramas es una imagen del árbol cercano al obrador de Gaudí.

A partir de un rectángulo, como base, surgen cuatro columnas de sección cuadrada que se levantan para entregarse sin discontinuidad a los hiperboloides macizos que se abren más arriba hacia las formas estrelladas de los hiperboloides abiertos, en el paso del collarino del hiperboloide a la sección circular superior de cada columna.

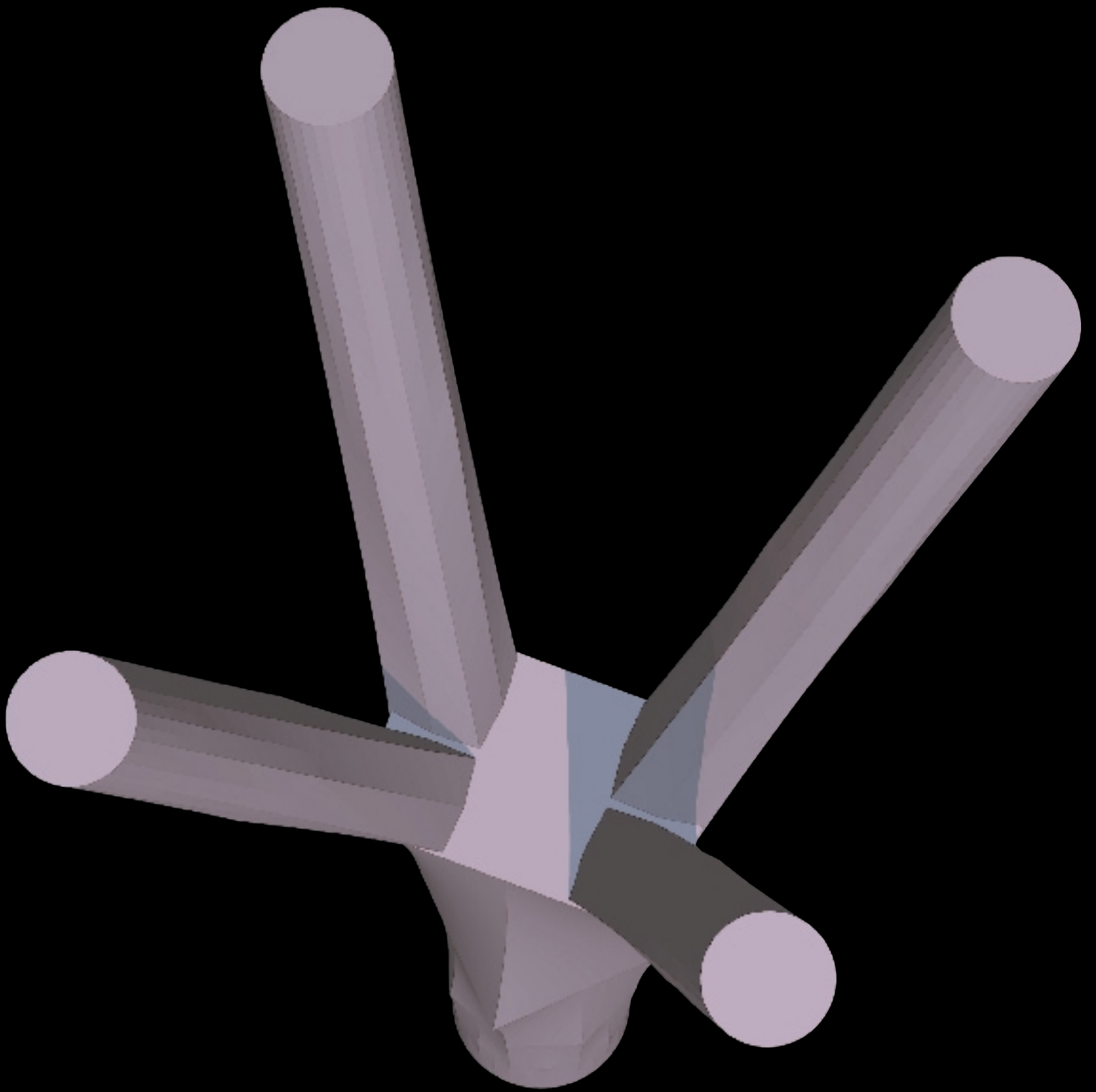
El rectángulo es el polígono que, con doble giro, se transforma en una sección circular, colo-

cada en el origen de las graderías laterales para los cantores, y, por tanto, en la parte inferior, que proviene de las columnas de seis lados que arrancan del nivel cero del templo.

El primer giro se produce a 90°, la cuarta parte de los 360° del círculo, y a una altura de cuatro metros correspondiente a los lados del rectángulo. De ese modo se consigue un ensanchamiento importante que permite recoger las líneas de presión de las cargas gravitatorias de las bóvedas, y el rectángulo se transforma en un cuadrado. El segundo giro se hace a dos metros, la mitad de cuatro, y el cuadrado se convierte en un octógono; el tercero, a un metro, etcétera. Y así en todas las columnas y ramificaciones, siguiendo la misma ley geométrica. Con la ayuda de la geometría, pues, se muestra la forma en que Gaudí obtuvo la síntesis entre estructura y forma.

Sin embargo, para construir este proyecto había que poder tallar la piedra siguiendo la geometría con medios industriales, para así ahorrarse la dificultad que representaba hacerlo manualmente. En aquella época se realizaban unas restauraciones en Bath, en el Reino Unido, en las que se utilizaba una máquina de la casa holandesa Van Worden con la que se construían las colum-

A la derecha: Columnas superiores de la columna rectangular



nas. Tras ver cómo funcionaba y hacer unas pruebas, se decidió adquirirla para construir los tambores (de piedra granítica de la Roca del Vallès) de las columnas de la nave principal de la Sagrada Familia. El funcionamiento de la máquina era el siguiente: una sierra de disco de diamante hacía siempre la misma curva sobre la piedra, pasaba primero en un sentido y después en el contrario, se desplazaba y multiplicaba las pasadas. Facilitaba, pues, la ejecución del tambor, ya que cada medio centímetro cortaba unas curvas diferentes, guiada por un sencillo ordenador con el control numérico correspondiente. Así, a partir del primer tambor hicieron todas las demás columnas que arrancan del plano del templo, a partir del hexágono, el octógono, el decágono y el dodecágono, con piedra de Montjuïc, con granito de la Roca del Vallès, con basalto y pórfido, tal como quería Gaudí. La parte inferior se ha dejado pulida, ya que asegura una mejor conservación, y gran parte del resto, con la marca horizontal de cada surcado del disco, con una gran perfección, a diferencia de cuando se hacía manualmente.

Las bases, también geométricas, se han cortado a mano, del mismo modo que la parte superior en la que se abren las aristas para seguir las inclinaciones de las columnas superiores, que se ramifican a partir de los nudos o capiteles.

La investigación realizada para llegar a conocer la generación que acabamos de explicar de la totalidad de las columnas y las ramificaciones no fue fácil. A partir de los elementos originales de las maquetas a escala 1:10 que se han conservado, de los negativos y de las fotografías, el jefe de los modelistas de la obra, Jordi Cusó, y, más adelante, los ordenadores facilitaron no solamente la solución de lo que había resuelto materialmente Gaudí, sino también la de aquellos elementos que pedía la estructura arboriforme del resto de la columna y que, muy posiblemente, tan sólo era capaz de imaginar, gracias a la visión que tenía del volumen y del espacio.

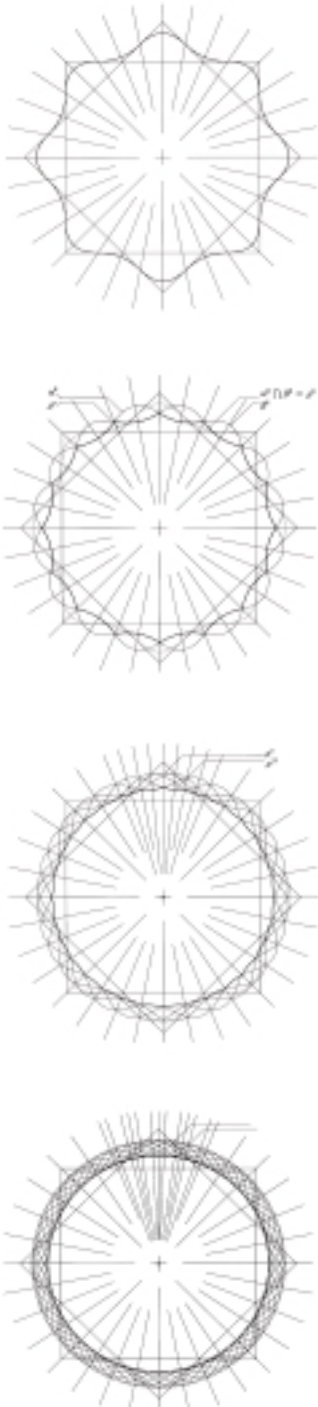
Esa investigación nos llevó a no resignarnos a pasar de los modelos de los nudos y los capiteles a escala 1:10 multiplicando por 10 cada medida, sino a seguir más allá. Así pues, se descubrieron poco a poco las modulaciones de las medidas esenciales del templo y, al mismo tiempo, la complejidad y la sencillez de aplicar una misma ley geométrica generadora de las diferentes columnas que forman el conjunto.

Se trata de una nueva aportación a la historia de la arquitectura que concibió Gaudí y que, como las naves con las bóvedas en las que las superficies regladas son las protagonistas, solamente podía observarse en las maquetas que, a escala 1:10 y 1:25, mostraban lo que proyectó él.

Sus palabras, con las que se mostraba contento de lo que había alcanzado, así lo demues-

tran: «Estoy satisfecho de la última maqueta de las naves del templo, pero me contraría no poder realizar un tramo completo» (Bergós, 1954). Ahora, 75 años después de su muerte, se presentan para que todo el mundo pueda contemplarlas.

J. B. y A.



Secciones geométricas de la columna de 8

100	200	300	400	500	600	700
10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000
TEMPLO DE LA SAGRADA FAMILIA SERIE DE LAS COLUMNAS						

Modulación y proporciones de las columnas del templo de la Sagrada Familia



Dibujo geométrico de la columna de 8

A la derecha: Generación de doble giro de la columna rectangular

