

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 180 409**

21 Número de solicitud: 201631332

51 Int. Cl.:

**G09B 27/04** (2006.01)

**G09B 29/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**09.11.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**11.04.2017**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE ALICANTE (100.0%)  
CARRETERA SAN VICENTE DEL RASPEIG, S/N  
03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**MAESTRE LÓPEZ-SALAZAR, Ramón**

54 Título: **CARTA SOLAR TRIDIMENSIONAL UNIVERSAL**

**ES 1 180 409 U**

## DESCRIPCIÓN

Carta solar tridimensional universal.

### 5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al área de estudio relativa al soleamiento de la Tierra, que puede abarcar desde la Geografía y Ecología en la educación secundaria hasta el diseño y la energía solar e iluminación, y su conocimiento es fundamental y específicamente importante en las profesiones relacionadas con la arquitectura y también en la fotografía y en el cine.

Por tanto los campos de aplicación de este instrumento son:

- a) Oficinas de arquitectura para que los arquitectos puedan observar y estudiar el soleamiento de un edificio situado en cualquier punto de la Tierra.
- 15 b) Centros educativos de secundaria y universidades, para que los estudiantes de ciencias en general, y los de arquitectura, ingeniería y geografía, en particular, puedan comprender mejor la geometría del soleamiento terrestre.
- c) Museos de ciencia y astronomía, como instrumento didáctico.

### 20 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

El tema de las órbitas del Sol alrededor de un punto de la Tierra que se reflejan en las conocidas cartas solares es ampliamente conocido, estudiado y dibujado desde hace mucho tiempo y del que existe abundante bibliografía, tablas, instrumentos, programas de ordenador y últimamente hasta aplicaciones para teléfonos móviles.

25 Una carta solar de un punto cualquiera de la Tierra, es un gráfico de los recorridos del Sol sobre la bóveda celeste relativa a dicho punto y sirve para todos los puntos de la Tierra que tengan esa misma latitud geográfica, es decir, que se encuentren en el mismo paralelo terrestre.

30 Hay diversos tipos de cartas solares, según la forma de dibujarlas, las más conocidas son la ortográfica de Fisher, la estereográfica de Fisher-Mattioni y la cilíndrica, pero todas ellas son imágenes sobre un plano de un conjunto de arcos en el espacio, y además necesitamos una distinta para cada latitud. Una carta solar nos proporciona, para un día determinado del año a una hora determinada, los dos ángulos, el azimut y la altura solar, que nos permiten

conocer la dirección de los rayos del Sol respecto del punto donde nos encontramos, así como la hora de salida y de la puesta del Sol, y en consecuencia el número de horas que éste está por encima del horizonte.

5 Actualmente en internet podemos encontrar información e imágenes sobre el tema. Podemos conseguir una carta solar de cualquier punto de la Tierra en la Universidad de Oregón en la siguiente dirección: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>, pero con estas cartas, como son planas, no se resuelve el problema de la comprensión espacial global de las órbitas del Sol en distintos puntos de la Tierra.

10

Desde finales del siglo XX, los principales programas infográficos utilizados para dibujar en arquitectura, como AutoCAD, 3DStudio, Rhinoceros, Sketch'up, Archicad, entre otros, contienen un simulador de sombras producidas por el soleamiento aplicable a maquetas virtuales que se pueden situar en cualquier latitud del mundo. En estos programas podemos  
15 obtener la dirección de los rayos solares respecto de un punto de la Tierra a una hora de un día del año y ver las sombras correspondientes, pero nos tenemos que imaginar las órbitas del Sol ya que no las podemos ver.

Existen también otros programas de ordenador, de mayor complejidad, como es el caso de  
20 Revit de la casa Autodesk, que realizan animaciones de la simulación de sombras que produce un determinado intervalo de soleamiento en una edificación y además permiten observar una perspectiva de la bóveda celeste relativa a un punto concreto de la Tierra con las trayectorias de los días principales del Sol durante el año, así como las líneas horarias, pero no se pueden observar las órbitas nocturnas del Sol y lo que vemos en la pantalla no  
25 deja de ser una serie de imágenes planas que lógicamente no se pueden tocar.

Por otra parte, existen aplicaciones como Sun Seeker, Sun calc o Sun surveyor, entre otras, que muestran las trayectorias y posiciones del Sol en cualquier punto de la Tierra y cualquier día a cualquier hora en la pantalla de un teléfono móvil, pero no dejan de ser imágenes  
30 planas en una pantalla que sólo marcan la posición y la trayectoria de un día determinado en un punto de la Tierra determinado, con las que es muy difícil resolver la cuestión de la comprensión geométrica del fenómeno en otros puntos.

Entre los antecedentes relacionados, destaca el denominado "heliodon" patentado en 1930 y  
35 otros aparatos posteriores, que aunque parten de la misma idea, no son de sencillo

funcionamiento manual, no permiten observar los soles que están por debajo del horizonte y no llevan incorporados los dos polos celestes como ocurre en este instrumento, lo que no permite comprender la posición espacial de las órbitas del Sol en cada latitud y entender el porqué de los círculos polares y los trópicos.

5

Otro antecedente relacionado es la solicitud CU19830035988 con título "Equipo analizador de la orientación geográfica". El equipo está formado básicamente por una mesa y un arco semicircular que gira y que se puede desplazar, que además contiene una bombilla con un mecanismo que se puede deslizar por el arco, lo que permite iluminar una maqueta situada en el centro de la mesa simulando cualquier punto de la bóveda celeste. Sin embargo, no se puede reproducir correctamente la geometría de las trayectorias solares en las latitudes por encima de 45 grados y no se puede entender la trayectoria nocturna por lo que no se puede entender la diferencia entre la duración del día y de la noche en los distintos meses del año.

10

15

La patente US 2328456, aunque parecida a la anterior, tiene peor funcionamiento, ya que se trata de un simple arco con bombilla deslizante que gira alrededor de un eje situado sobre la mesa, no permite desplazamientos con lo que sólo reproduce realmente la órbita de los equinoccios, pudiendo simular cualquier otra posición del Sol, pero sin que el arco se corresponda con la órbita diaria, con lo que no se pueden relacionar la salida y la puesta de sol de ese día.

20

La solicitud EP 1536396 A2 trata de un sistema parecido al anterior pero con mucha más limitación, ya que no es un arco lo que gira, sino un pórtico rectangular que lleva también un mecanismo deslizante con una bombilla, pero sólo puede moverse por el lado opuesto al eje de giro, con lo que, además de los inconvenientes de los instrumentos anteriormente citados, la simulación del soleamiento de determinadas posiciones cercanas a los puntos cardinales Este y Oeste, se hace prácticamente imposible.

25

La patente US 6449854 B1 se refiere a una carta solar universal, que fundamentalmente permite calcular los dos ángulos de determinación del Sol en cualquier latitud de la Tierra pero que está compuesta por una figura plana que gira alrededor de otra figura plana superpuesta. El conjunto es un instrumento completamente plano en el que hay que imaginar todas las órbitas, lo que sin el conocimiento previo del fenómeno no resulta fácil.

30

En la página web del Instituto de tecnologías educativas del Ministerio de Educación, podemos encontrar un enlace a un simulador del movimiento del Sol de la University of

35

Nebraska-Lincoln: <http://astro.unl.edu/naap/motion3/animations/sunmotions.html>, que desde el punto de vista interactivo es el más didáctico, pero que no permite percibir de forma global y real la situación relativa de todas las órbitas y la posición de las líneas horarias principales.

5 Por todo esto, no encontramos en el estado de la técnica ningún antecedente que resuelva el mismo problema que nosotros planteamos y nos parece interesante realizar un instrumento que permita expresar la geometría del soleamiento para conseguir que cualquiera que lo utilice pueda comprender espacialmente el movimiento del Sol a lo largo del año, visto desde un punto determinado, de cualquier latitud de la Tierra y su porqué.

10

### **EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN**

La invención permite observar y comprender los recorridos diarios del Sol sobre la bóveda del cielo de un punto cualquiera determinado de la superficie de la Tierra y la posición del Sol relativa a éste cualquier día del año a cualquier hora.

15

La principal diferencia de la invención con los antecedentes citados es que el instrumento ideado representa la totalidad de las órbitas del Sol, no sólo las diurnas sino también las nocturnas, y sobre todo lleva incorporados los dos polos celestes que son fundamentales para entender la colocación del conjunto de órbitas que representan las de una determinada latitud. Además, no necesita ninguna luz artificial para simular los rayos solares porque se trata de que el observador use sus propios rayos visuales para observar el soleamiento de una determinada maqueta de edificación que se puede colocar en su centro alineándola con la posición del Sol correspondiente.

20

25 Otra diferencia importante es que al llevar en cada órbita los veinticuatro soles correspondientes a cada hora y de mayor tamaño los de las líneas horarias principales, de mediodía XII, medianoche XXIV, VI de la mañana y XVIII de la tarde, ayuda a entender de forma global y relacionada las trayectorias, la duración de los días y las noches y la posición del Sol en su salida y en su ocaso.

30

En comparación con algunos prototipos de gran tamaño, se trata de un sencillo instrumento tridimensional de un tamaño manejable que permite el fácil funcionamiento manual para que alumnos y profesionales puedan observar, tocar y mover para entender las trayectorias del Sol alrededor de un punto cualquiera de la superficie de la Tierra y sobre todo a relacionarlas y compararlas con las de otros puntos situados a distintas latitudes.

35

La experiencia nos demuestra la utilidad de disponer de maquetas tridimensionales de determinados elementos geométricos o arquitectónicos como ayuda didáctica fundamental para entender la relación que hay entre un objeto tridimensional y sus imágenes representadas en un plano. Comprender la geometría del movimiento aparente del Sol alrededor de un punto de la Tierra es un problema que encierra cierta complejidad espacial, por lo que observando que no hay en el mercado ni en museos, ningún instrumento didáctico tridimensional, se diseñó un modelo 3D virtual para poder “imprimir” en 3D las piezas con ayuda de un programa infográfico y construir después la maqueta de un tamaño manejable manualmente para uso didáctico.

En resumen, presenta las siguientes ventajas:

- Agrupa en un único instrumento tridimensional todas las posibles posiciones del Sol relativas a cualquier punto de la Tierra de cualquier latitud, Norte o Sur, y por eso se puede denominar “universal”, ya que actualmente se necesita una carta solar “local” distinta para cada latitud.
- Al tratarse de un instrumento tridimensional manipulable, tanto la visión estereoscópica como el sentido del tacto ayudan a la comprensión visual, espacial y global de la posición del Sol, porque como ya se ha señalado, las cartas solares tradicionales y otras imágenes de ordenador, al ser planas, presentan la dificultad de imaginar la bóveda celeste semiesférica a partir de éstas.
- No necesita, como otros instrumentos, una luz complementaria, ya que podemos analizar el soleamiento anual de una edificación simplemente alineando nuestro ojo con el Sol de una hora de un día determinado y una pequeña maqueta de la edificación, para deducir directamente en que partes de ésta inciden los rayos solares.
- Permite observar no sólo las trayectorias y las horas de Sol del año que están por encima del horizonte, como ocurre en las citadas cartas solares locales y también en la mayoría de los citados programas de ordenador, sino también simultáneamente las trayectorias que están por debajo del horizonte, facilitando la mejor comprensión espacial del fenómeno de la duración de los días y las noches.
- Permite ver en conjunto los veinticuatro soles de cada hora en cada órbita y el mayor tamaño de los soles correspondientes a las líneas horarias principales identifica y distingue mejor a éstas.
- La colocación del conjunto de órbitas para una latitud determinada se hace simplemente situando la estrella Polar (para puntos del hemisferio Norte) en su lugar fijo sobre el polo

Norte del horizonte, o situando el Polo Sur Celeste (para puntos del hemisferio Sur) en su lugar fijo sobre el polo Sur del horizonte. En ambos casos como sabemos, el ángulo que forma el Polo Celeste con el horizonte es exactamente el de la latitud geográfica (N o S) del punto en cuestión.

5

En definitiva se trata de un sencillo instrumento que facilita la comprensión de los recorridos diarios del Sol alrededor de un punto cualquiera de la superficie terrestre, de manera fácil, intuitiva y didáctica para que cualquiera pueda entender la geometría de este fenómeno.

10 Naturalmente, al igual que en la mayoría de las cartas solares se simplifica el problema real usando las horas solares “medias”, dado que se trata de comprender globalmente la geometría del soleamiento, por lo que se supone que el usuario debe saber convertir la hora oficial de su localidad en la hora solar media correspondiente y viceversa.

15 Este instrumento comprende una pieza fija que representa la superficie del lugar de la Tierra del que queremos saber su soleamiento y otra pieza móvil con una síntesis de las posiciones relativas del Sol con sus siete órbitas diarias principales, que girando puede colocarse en la posición correspondiente a un punto de la Tierra de latitud geográfica cualquiera, lo que permite ver, entender, comparar y sobre todo manipular lo que ocurre con  
20 el Sol en las diferentes latitudes.

La pieza fija comprende una plataforma graduada circular con los puntos cardinales sujeta a un soporte que la mantiene horizontal por dos pivotes situados en los puntos Este y Oeste.

25 La pieza móvil comprende un conjunto de siete circunferencias cada una con sus veinticuatro soles situados cada hora y cuatro arcos transversales que las sujetan para que la pieza pueda girar alrededor del eje determinado por los dos pivotes y colocarse en cualquier posición. Uno de esos cuatro arcos transversales, el más largo, tiene dos figuras, una en forma de estrella (estrella Polar o Polo Norte celeste) y otra en forma de cilindro en el  
30 punto opuesto (Polo Sur celeste). Esta pieza móvil comprende un tope para que no se puedan producir situaciones de soleamiento imposibles.

En una realización en particular, en el centro de la plataforma se puede insertar un arco auxiliar, que consiste en un arco graduado en grados nonagesimales y con dos radios, que

puede girar alrededor de dicho centro para poder determinar con los dos ángulos la posición del Sol.

5 En una realización en particular, en el centro de la plataforma se puede colocar una pequeña figura humana o una pequeña maqueta de una edificación.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Figura 1: descripción general del instrumento.

A es una perspectiva del instrumento con sus tres piezas 1, 2 y 3.

10 B es otra perspectiva donde se ha sustituido la pieza auxiliar 3 por la figura humana 4, y se pueden ver las flechas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 que indican el movimiento del Sol y que señalan las órbitas de los días veintiuno de cada mes.

Figura 2: descripción de las piezas.

15 Se trata de la misma perspectiva de la figura 1 A en la que se han separado las tres piezas para poder entender mejor su acoplamiento. En ellas se puede distinguir mejor la numeración de las distintas partes que componen el instrumento.

Figura 3: funcionamiento.

20 En A, B y C se puede ver una perspectiva de la plataforma horizontal y de las posiciones tipo del arco graduado que permite colocar las órbitas en cualquier latitud: en A en el ecuador, en B las latitudes Norte y en C las latitudes Sur.

D es un conjunto de vistas laterales desde el Oeste que explican con unas flechas el movimiento del conjunto de órbitas y sus puntos límite.

25 E es una perspectiva de la plataforma horizontal en la que se ha representado sólo una órbita de un día para explicar el cálculo de los dos ángulos de la posición del Sol a una hora determinada.

Figura 4: ejemplos.

30 A, B, C, D, E, F, G son perspectivas del instrumento colocado en las distintas posiciones tipo principales.

H es una perspectiva que permite ver en detalle como un Sol de un momento determinado del año iluminaría las caras de una maqueta de edificación colocada en el centro de la plataforma.

35

## EXPOSICIÓN DETALLADA

Como se puede ver en las figuras 1 y 2, la carta tridimensional universal consta de dos piezas principales, la pieza fija 1 que comprende la plataforma circular que representa la zona de terreno plano alrededor de un punto cualquiera de la Tierra, y la pieza móvil 2 insertada en la pieza fija 1, que puede girar alrededor de dicha pieza fija.

En la figura 2 podemos ver el detalle de las piezas para poder entender mejor su acoplamiento.

10 La pieza fija 1 comprende:

1. Una plataforma circular 39 fijada por dos pivotes 34 a un soporte 40. Esta plataforma está graduada 37 y lleva indicados los cuatro puntos cardinales 38. El borde de esta plataforma representa el horizonte por donde sale y se pone el Sol.

15 La pieza móvil 2 comprende las siguientes partes:

1. Un conjunto de siete circunferencias unidas por cuatro arcos transversales 32, 20, 22 y 19 que pueden girar alrededor del eje, determinado por los pivotes 34 que unen la plataforma circular 39 a su soporte 40. Estas circunferencias representan las trayectorias de los días veintiuno de cada mes, y para ello disponen de unas flechas que llevan adosadas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 y que además indican el sentido del movimiento del Sol, (de Este a Oeste). En cada circunferencia 25 - 31 se han colocado veinticuatro esferas equidistantes que representan la posición del Sol cada hora en punto, tomando como referencia la posición del Sol a mediodía con correspondencia por convenio con la hora solar XII. De los cuatro arcos transversales, en los extremos del más largo 19, se han situado dos figuras, una en forma de estrella 17 que representa la estrella Polar o Polo Norte celeste y la otra, situada en su punto opuesto, el Polo Sur celeste en forma de cilindro 33 ya que no hay ninguna estrella en este punto del firmamento, como ocurre en el Norte. Este arco está graduado 21 para poder situar el Polo celeste Norte o Sur, correspondiente a un punto de la Tierra, con un ángulo sobre el horizonte que, como sabemos, es el mismo que el de su latitud geográfica.

Las siete circunferencias representadas son las principales correspondientes a doce días muy concretos del año:

- La del solsticio del veintiuno de junio 5,
- La del solsticio del veintiuno de diciembre 11,

- La de los dos equinoccios, misma órbita para el veintiuno de marzo y el veintiuno de septiembre 8,
- Veintiuno de enero y de noviembre 10,
- Veintiuno de febrero y de octubre 9,
- 5 • Veintiuno de abril y de agosto 7,
- Veintiuno de mayo y de julio 6.

La órbita de cualquier otra fecha del año se puede interpolar. Las líneas transversales a estas circunferencias unirían los soles situados en una misma hora “solar” y constituyen por tanto, líneas de igual hora, y para que se distinguan bien se han colocado sólo las

10 cuatro principales, correspondientes a los:

- Arco transversal del mediodía solar 22, correspondiente a la hora solar XII, que es la situación intermedia y más alta del Sol sobre su órbita diurna y además el Sol nos marca en ese momento siempre el Sur en los puntos de la Tierra situados en
- 15 el hemisferio N.
- Arco transversal de la medianoche 19, correspondiente a la hora solar XXIV, opuesta de la anterior, que se ha alargado para colocar la graduación y en sus extremos los citados Polos celestes N y S.
- Arco transversal de la hora solar intermedia VI 32.
- 20 • Arco transversal de la hora solar intermedia XVIII 20.

2. Un tope 24 para que no se puedan producir situaciones de soleamiento imposibles.

En una realización en particular, los soles situados sobre los cuatro arcos transversales

25 tienen un mayor tamaño, y los soles situados cada tres horas, en las III, IX, XV y XXI, tienen un tamaño intermedio, respecto del resto de soles 18, para poder identificar y diferenciar más claramente cualquier hora solar.

En una realización en particular, en el centro de la plataforma está insertado el arco 3

30 mediante un pivote cilíndrico 16 en el hueco circular 36, sujeto por dos elementos radiales 13 y 15 y graduado en grados nonagesimales 14. Esta pieza puede girar alrededor del citado pivote y nos sirve para determinar con precisión los dos ángulos que definen la posición de Sol un día determinado del año, a una hora concreta.

En una realización en particular, en el centro de la plataforma 36 está colocada una pequeña

35 figura humana 4 o una maqueta de una edificación.

En la figura 3, se puede observar el funcionamiento del instrumento. En primer lugar hay que elegir un determinado punto de la Tierra cuyo soleamiento queremos estudiar y conocer el ángulo de su latitud geográfica, y si es Norte o Sur. Si suponemos que el punto en cuestión

5 tiene latitud Norte, para representar su correspondiente soleamiento, tenemos que localizar en la pieza móvil 2 el Polo Norte celeste representado por la estrella Polar 17, y situarlo junto al punto cardinal Norte 38. Elevaremos esta estrella girando la pieza hasta que el ángulo  $a$  sobre el horizonte sea exactamente el de la latitud geográfica y que podemos medir con la graduación 21 a partir de dicho Polo celeste (figura 3.B). En esta posición

10 podemos ver, en cada órbita del año, la duración del día/noche y el lugar y hora por donde sale y se pone el Sol, además de los ángulos de incidencia de los rayos solares. Si el punto pertenece al hemisferio Sur hay que proceder de forma similar localizando primero el cilindro que representa el Polo Sur celeste 33 y colocar éste sobre el punto cardinal Sur, elevándolo el mismo ángulo  $b$  de la latitud geográfica de dicho punto (figura 3.C). Como se puede ver

15 en la figura 3.D, el giro de la pieza 2 viene limitada por el tope 24, colocado en el Sol de las XII del equinoccio, para que de esta forma no se puedan producir situaciones de soleamiento imposibles, ya que desde un punto de la Tierra situado en el hemisferio N, siempre veremos la estrella Polar (Polo Norte celeste) por encima de nuestro horizonte y nunca podremos ver el Polo Sur celeste, y viceversa, salvo que estemos exactamente en el

20 Ecuador desde donde podemos ver ambos Polos celestes sobre el mismo horizonte, que en este caso particular coinciden con los Polos cardinales, porque el ángulo con el que tenemos que colocarlos sobre dicho horizonte es el de la latitud del Ecuador, es decir, de  $0^\circ$ . A continuación, llevamos a cabo la obtención de los ángulos de posición del Sol para un día del año a una hora determinada y para ello se utiliza la pieza 3. Al igual que hacemos en

25 cualquier carta solar, una vez elegida la órbita correspondiente al día en cuestión, interpolando en caso necesario, seleccionamos sobre ésta la hora solar para determinar la posición espacial del Sol en ese momento. A continuación insertamos el pivote del arco 3 en el orificio central 36 de la plataforma, y giramos la pieza alrededor de dicho pivote, hasta que el arco 12 esté lo más próximo posible a la posición del Sol que hemos determinado,

30 entonces el radio 15 de dicho arco nos indica el ángulo azimut solar "az" sobre la graduación 37 respecto del punto cardinal Sur (o respecto del Norte, según el convenio angular que se establezca) y el ángulo altura solar "hs" lo podemos determinar directamente en la graduación de dicho arco 14.

En la figura 4, podemos observar algunos ejemplos. Como lo que queremos es observar de

35 forma global el soleamiento no es necesario insertar la pieza 3, pero sí podemos situar en el

centro de la plataforma una figura humana 4 o una maqueta de una edificación para entender y estudiar su soleamiento. A continuación veremos las siguientes posiciones tipo que se representan en la figura 4:

- Figura 4.A Alicante, latitud:  $38^{\circ} 21' N$
- 5      Figura 4.B Círculo polar ártico, latitud:  $66^{\circ} 33' N$
- Figura 4.C Polo Norte, latitud:  $90^{\circ} N$
- Figura 4.D Trópico de Cáncer, latitud:  $23^{\circ} 27' N$
- Figura 4.E Línea ecuatorial, latitud:  $0^{\circ}$
- Figura 4.F Mar del Plata, latitud:  $38^{\circ} S$
- 10     Figura 4.G Polo Sur, latitud:  $90^{\circ} S$
- Figura 4.H Soleamiento de una edificación.

Figura 4.A Alicante, latitud:  $38^{\circ} 21' N$ .

En Alicante, el centro de la ciudad tiene una latitud de  $38^{\circ} 21' N$ , y la provincia está  
 15 comprendida entre los paralelos  $38^{\circ}$  y  $39^{\circ}$ , por lo que podemos establecer de forma  
 aproximada una latitud de  $38,5^{\circ}$  para toda la provincia. Esto implica que desde cualquier  
 punto podemos ver la estrella Polar 17 fija sobre el horizonte, exactamente hacia el Norte,  
 con ese mismo ángulo,  $38,5^{\circ}$ , que como hemos dicho antes, podemos medir sobre la  
 graduación 21 que hay sobre el arco a partir de dicha estrella, con lo que el conjunto de  
 20 órbitas del Sol y líneas horarias principales que puede girar alrededor del eje E-W 34,  
 adopta la posición real del soleamiento anual que tendría un observador situado en el centro  
 de la plataforma horizontal, supuestamente en Alicante.

Figura 4.B Círculo polar ártico, latitud:  $66^{\circ} 33' N$ .

A partir de la posición anterior, podemos ir incrementando el ángulo sobre el horizonte hasta  
 25 que éste sea aproximadamente de  $66^{\circ} 5'$  con lo que obtendremos la carta solar  
 tridimensional del círculo polar ártico donde se puede observar que la órbita del Sol del  
 veintiuno de junio queda toda por encima de la línea del horizonte, excepto en el punto de  
 contacto con éste, que se produce en la línea horaria de medianoche, hora XXIV, dando  
 30 lugar al fenómeno conocido como "Sol de medianoche".

Figura 4.C Polo Norte, latitud:  $90^{\circ} N$

Si seguimos aumentando la latitud norte llegaremos a la posición tope,  $90^{\circ} N$   
 correspondiente como sabemos al polo Norte, donde tendremos la estrella Polar en el cenit  
 35 de la bóveda celeste, es decir, en la vertical sobre la cabeza de alguien situado allí.

Observando esta posición del conjunto de órbitas, se puede comprender por qué decimos que en el polo el día dura seis meses y luego la noche, los otros seis, ya que podemos observar que sólo las órbitas de los soles de primavera y verano están por encima del horizonte mientras que las de los soles de otoño e invierno permanecen por debajo de dicho horizonte, siendo la órbita de los equinoccios la intermedia, donde medio disco solar describe una circunferencia completa sobre el mismo horizonte, límite entre ambas estaciones boreales. Como ya hemos referido antes, en esta latitud la pieza móvil 2 tiene un tope 24 que impide que siga girando, ya que esa posición daría lugar a unas órbitas que no se corresponderían con la realidad.

10

Figura 4.D Trópico de Cáncer, latitud:  $23^{\circ} 27' N$

Si giramos la pieza móvil disminuyendo la latitud Norte hasta colocarla en  $23^{\circ}27'$  observaremos otra posición clave que es precisamente la del Trópico de Cáncer, donde podemos observar que en la órbita del veintiuno de junio, a mediodía, el Sol está en el cenit de la bóveda celeste.

15

Figura 4.E Línea ecuatorial, latitud:  $0^{\circ}$

Si reducimos la latitud a  $0^{\circ}$ , como ya hemos referido antes, la estrella Polar se sitúa en el punto cardinal polo Norte y podremos observar cómo se produce el soleamiento en el Ecuador, de forma simétrica respecto del plano que pasa por la órbita de los equinoccios, donde esos dos días, a mediodía, el Sol alcanza el punto cenit en la bóveda celeste.

20

Figura 4.F Mar del Plata, (Argentina) latitud:  $38^{\circ} S$

Hemos cogido como ejemplo esta ciudad porque tiene los mismos grados de latitud prácticamente que Alicante, pero en el hemisferio Sur. Una vez colocado el Polo Sur celeste con dicho ángulo sobre el punto cardinal Sur, observaremos que las órbitas del Sol correspondientes a este punto son simétricas respecto de la plataforma horizontal, de las relativas a la misma latitud Norte. Como sabemos, las órbitas del Sol de otoño e invierno en ese punto del hemisferio sur, son equivalentes a las de primavera y verano en Alicante y viceversa.

30

Figura 4.G Polo Sur, latitud:  $90^{\circ} S$

Al igual que ocurre en el polo Norte, la posición tope de la latitud Sur está en  $90^{\circ} S$ , polo Sur, donde tendremos el cilindro que representa el Polo Sur celeste en el cenit de la bóveda celeste. Las órbitas del Sol vuelven a ser, simétricas respecto de las del polo Norte, por lo

35

que el Sol estará describiendo órbitas sobre el horizonte sin ponerse (verano polar antártico o austral), desde el veintiuno de septiembre hasta el veintiuno de marzo, día en que medio Sol recorre todo el horizonte, para desaparecer después del cielo, dando lugar al invierno polar antártico, hasta que justo seis meses después vuelve a aparecer con esa misma órbita, el veintiuno de septiembre.

#### Figura 4.H Soleamiento de una edificación

Si una vez colocada la carta solar tridimensional con su latitud correspondiente, sustituimos la figura humana del centro de la plataforma por una pequeña maqueta de una edificación situada con su orientación cardinal correcta, podemos analizar fácilmente su soleamiento. Para ello, tenemos que alinear con nuestros rayos visuales el Sol correspondiente a una hora de un día determinado con la maqueta. De esta manera, podemos deducir directamente en que superficies de la edificación de ésta inciden los rayos del Sol en los distintos meses, días y horas del año. En la figura 4.H se puede ver como ejemplo, la incidencia del Sol en dos fachadas y la cubierta de una edificación a la hora solar XIV 41 del día veintiuno de febrero (u octubre) 9.

**REIVINDICACIONES**

1. Carta solar tridimensional universal caracterizada por comprender una pieza fija y una  
5 pieza móvil, donde la pieza fija es una plataforma graduada circular con los puntos  
cardinales sujeta a un soporte que la mantiene horizontal por dos pivotes en los puntos  
Este y Oeste, y la pieza móvil insertada en la pieza fija y que gira alrededor de dicha  
pieza fija y que comprende un conjunto de siete circunferencias unidas por cuatro arcos  
transversales, donde cada circunferencia tiene veinticuatro esferas equidistantes y una  
10 flecha adosada para indicar el sentido del movimiento del Sol y donde el arco transversal  
más largo incorpora dos figuras, una en cada extremo; y un tope para que no se puedan  
producir situaciones de soleamiento imposibles.
  
2. Carta solar tridimensional universal según la reivindicación 1, donde las esferas situadas  
15 sobre los cuatro arcos transversales tienen mayor tamaño, y las esferas situadas cada  
tres horas, en las III, IX, XV y XXI, tienen un tamaño intermedio, respecto del resto de  
esferas, para poder identificar y diferenciar más claramente cualquier hora solar.
  
3. Carta solar tridimensional universal según la reivindicación 1, donde en el centro de la  
20 plataforma está insertado un arco graduado en grados nonagesimales mediante un  
pivote sujeto por dos elementos radiales.
  
4. Carta solar tridimensional universal según la reivindicación 1, donde en el centro de la  
25 plataforma está colocada una pequeña figura humana o una maqueta de una edificación.

FIGURA 1

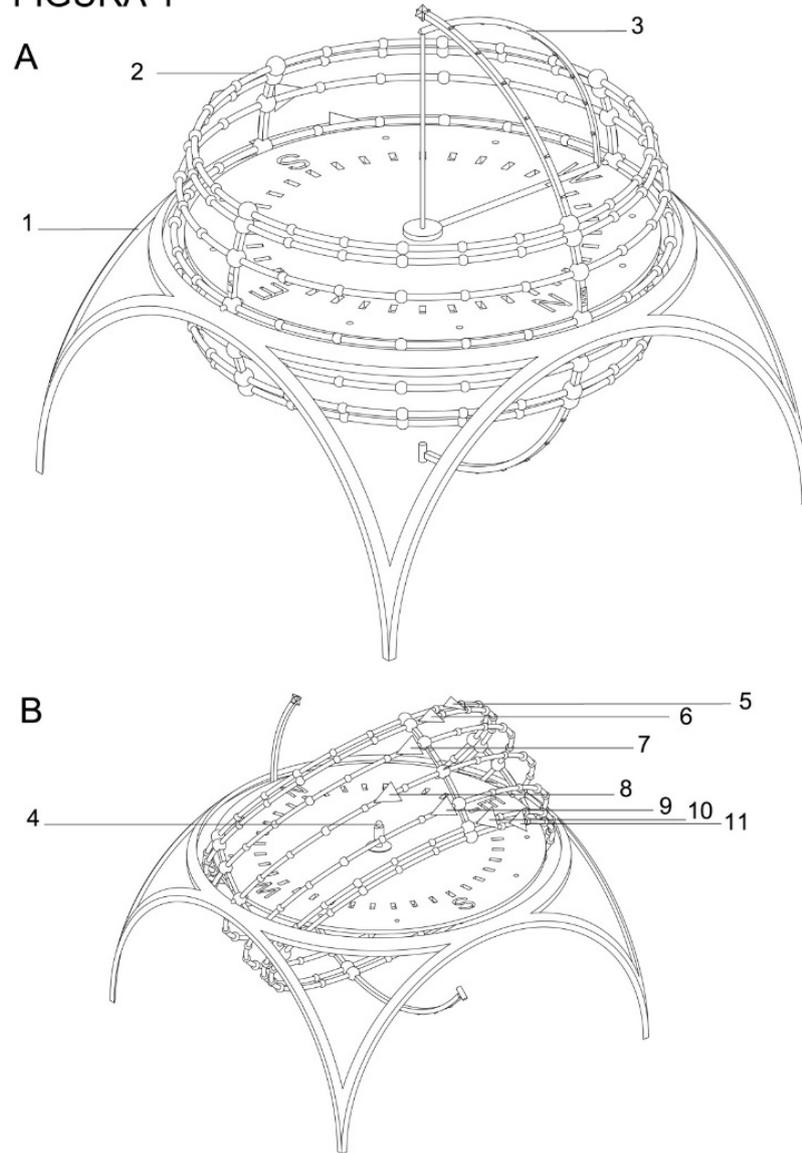


FIGURA 2

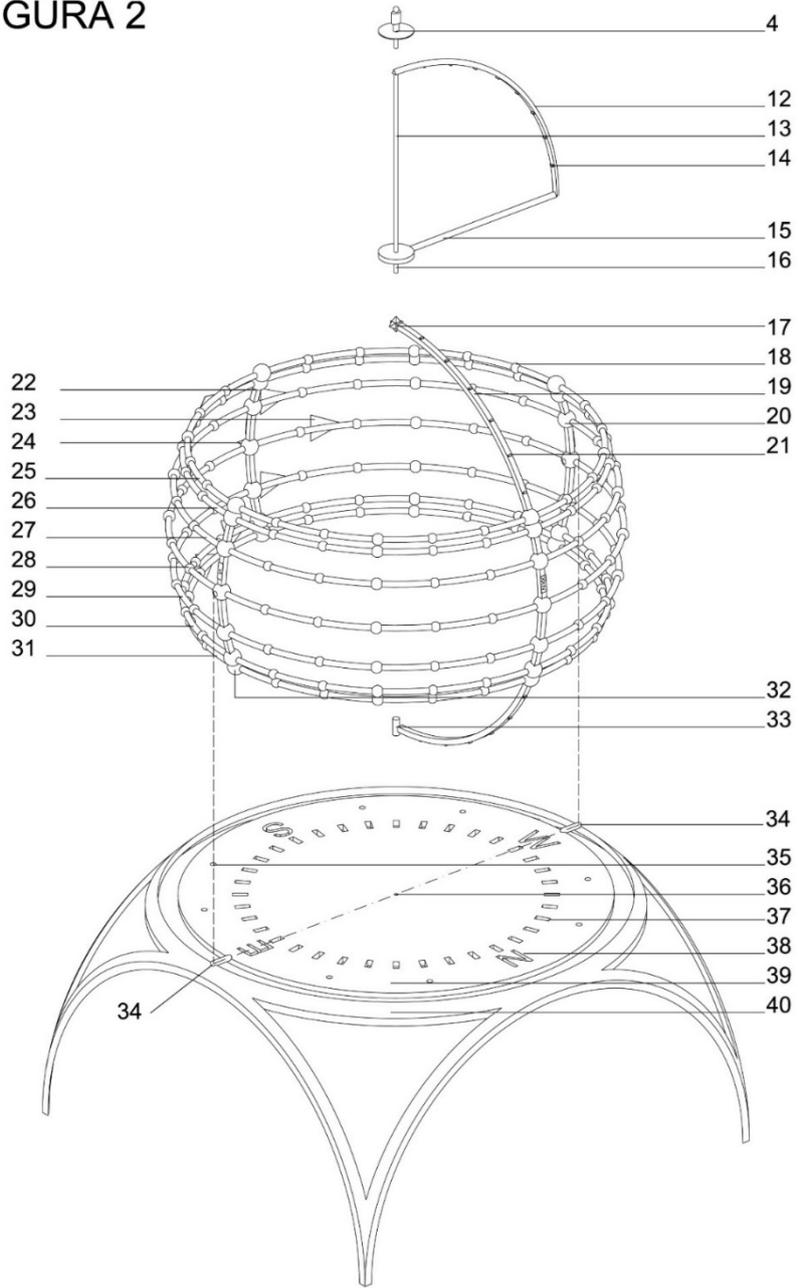


FIGURA 3

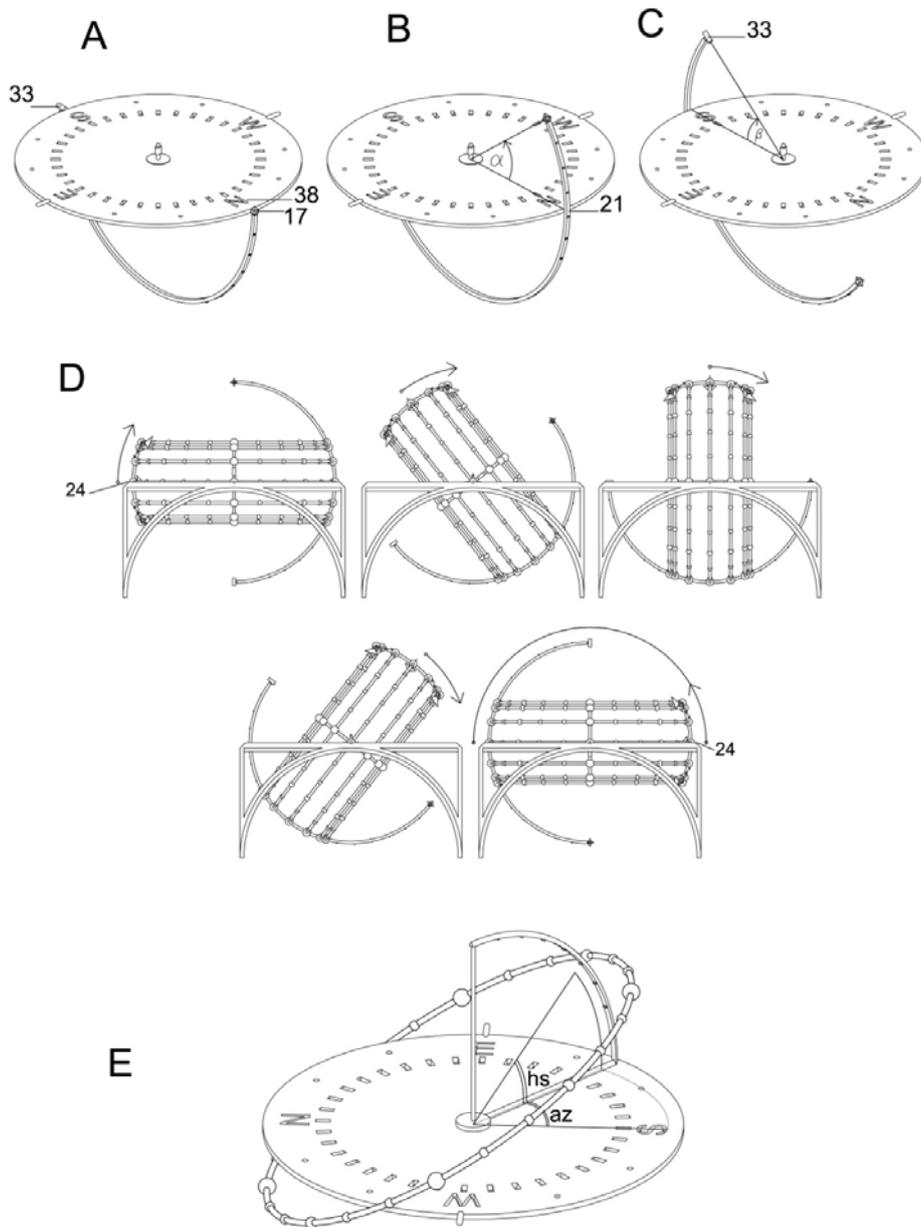


FIGURA 4

