

Miguel de Lózar de la Viña
estudio2arquitectos, Soria, España

Si existe una imagen verdaderamente elocuente para describir a Richard Buckminster Fuller (1895-1983) esta es, sin duda, la que el pintor Boris Artzybasheff (1899-1965) realizó para la portada con la que la revista *Time* abrió el 10 de enero de 1964 (fig. 1). En ella se puede ver cómo la cabeza de este inventor, ingeniero, poeta y arquitecto se encuentra facetada en cientos de triángulos, formando algo que no es sino una cúpula geodésica, como aquellas que lo habían hecho famoso en todo el mundo.

Frente a esta identificación que se da en la imagen de Artzybasheff entre Fuller y sus cúpulas –transformando al arquitecto en su propia obra–, lo que se pretende realizar en este trabajo de investigación es el camino inverso: penetrar en esa cabeza o, mejor dicho, en esa cúpula que la alberga, a través del estudio de una de las cúpulas más personales que construyera el arquitecto: la que fue su casa en Carbondale, en la que vivió durante toda la década de los años sesenta del pasado siglo, precisamente los mismos años de aquella fantástica portada de *Time*. El análisis detallado de esta obra nos permitirá acercarnos al centro gravitacional del pensamiento de Buckminster Fuller: la búsqueda de una mayor libertad para el hombre gracias a una arquitectura más sostenible y, por ello, más económica. Una búsqueda que lo llevó a crear no solo una casa, sino todo un mundo propio.

LA CABAÑA GEODÉSICA

Durante algo más de una década, Fuller fue profesor investigador de Southern Illinois University, institución ubicada en el pequeño poblado de Carbondale. En 1960, el nuevo profesor (que ya contaba con 65 años) irrumpió estrepitosamente en aquella tranquila ciudad con una *troupe* de obreros y estudiantes para construirse una casa. Bajo la atónita mirada de sus vecinos, rápidamente la obra fue tomando la forma de algo que, hasta entonces, solo habían podido ver en aquellas películas de ciencia ficción que últimamente se habían hecho tan populares: una nave espacial, un auténtico platillo volador. El platillo volador era, en realidad, una cúpula geodésica: la forma más resistente, ligera y eficiente de cubrir un espacio conocida por el hombre, tal y como la definiría en 1970 el *American Institute of Architects*¹. En concreto, esta era una cúpula geodésica icosaédrica, truncable y de frecuencia 3, con un diámetro de 12,15 m y una estructura portante de madera de 1.800 kg, un peso equivalente al de un automóvil de gama alta.²

A la familia de las cúpulas geodésicas icosaédricas pertenecen aquellas construidas gracias a un icosaedro, es decir, a un poliedro regular de veinte caras triangulares iguales entre sí, inscrito en una esfera. Después de los primeros experimentos de Fuller en la geometría geodésica a través de los cuboctaedros –poliedros de catorce caras formados por seis caras cuadradas y ocho triangula-

res–, y que le habían llevado a patentar su *Dymaxion Air Ocean Map* en 1946³, la construcción experimental pronto demostró las ventajas de una trama más regular basada en el icosaedro. Ello debido a la mayor estabilidad estructural otorgada por el triángulo que, a diferencia del pentágono o del hexágono, es un elemento estructuralmente estable en sí mismo.

A partir de este icosaedro base se había venido desarrollando toda una serie de tramas cuya función era subdividir cada cara en una serie de polígonos que permitiesen reducir las dimensiones de las barras con las que, finalmente, se construiría la cúpula, así como aproximar todavía más el volumen de icosaedro al de la esfera. Las primeras de ellas fueron las llamadas tramas regular, alterna y de 31 círculos diametrales, pero tenían –especialmente la última– dos problemas importantes: el elevado número de barras de distinto tamaño que hacían falta para construir la cúpula, con la consiguiente pérdida de eficacia al no poder estandarizar al máximo el proceso, y la aparición de ventanas, inexactitudes geométricas que daban lugar a espacios donde las barras no llegaban a unirse dejando vacíos que hacía falta cubrir mediante nuevas barras especiales.

Shoji Sadao, socio principal de Fuller en el desarrollo de las cúpulas geodésicas, señaló la trama *Triacon*⁴ (1951) como el hito que vino a solucionar estos dos problemas, gracias a una trama en diamante que reducía el número de barras distintas y las diferencias de longitud entre ellas, origen de los problemas detectados. Sin embargo, a medida que los encargos fueron sucediéndose, una nueva dificultad se puso en evidencia: era imposible realizar un corte paralelo al ecuador de la esfera de modo que coincidiese con una línea de nodos estructurales, siendo necesario implementar una nueva serie de barras especiales con las que realizar la transición.

Con la firma de un contrato para suministrar las cúpulas con que se protegerían los radares que el ejército estadounidense iba a colocar en la primera línea defensiva del país, conocida como línea DEW (*Distant Early Warning*) –situada en el Ártico– se hizo acuciante la resolución de este problema, pues el programa obligaba a construir cúpulas mayores que la semiesfera para cubrir la antena rotatoria de los radares. William Wainwright, uno de los colaboradores de Fuller, fue el matemático que resolvió el problema de estas cúpulas conocidas como “Radomes” mediante el desarrollo de una nueva trama que se denominó “truncable” o “paralela”. Se señalaba así que con ella se podía trincar la cúpula geodésica por un paralelo a su ecuador (Gorman, 2005, p. 108).

La cúpula que Fuller había levantado en su jardín aquel invierno de 1960 y en la que viviría los próximos 10 años, era una de estas cúpulas de última generación. Pero, al contrario de lo que sucedía con las “Radomes”, Fuller no necesitaba que su cúpula

La construcción de su propia casa es para Fuller una oportunidad para hacer “más con menos” en un ejercicio constructivo y geométrico que renueva los estándares de la vivienda económica del s. XX y se acerca, sin proponérselo, a la noción de proyecto sostenible.

Palabras clave: Arquitectura – EE.UU., estructura de madera, geometría geodésica, domo, sostenibilidad.

Fig. 1. Fuller en la portada de *Time*, 10 de enero de 1964.
Fuente: revista *Time*.
Fuller on the *Time* magazine cover, January 10th, 1964.
Source: *Time* magazine.

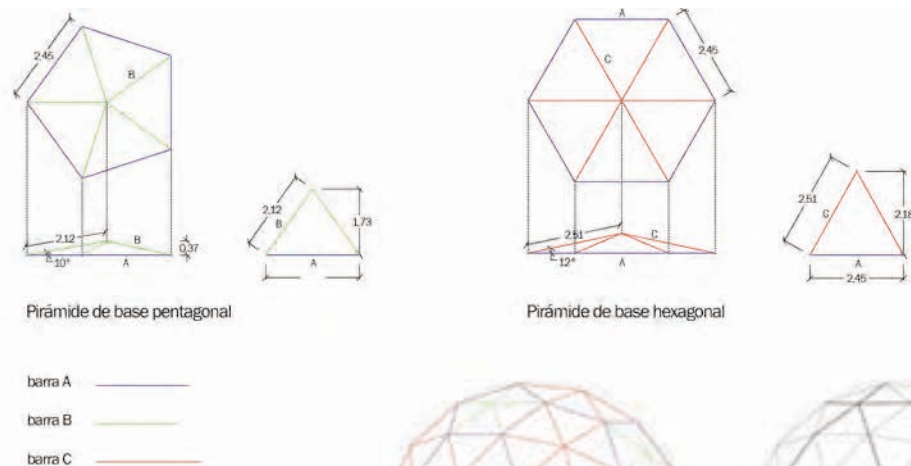
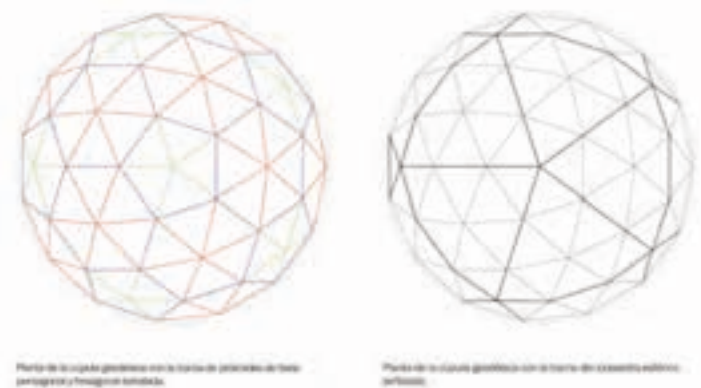


Fig. 2. Casa Fuller en Carbondale, 1960.
Análisis estructural: cúpula geodésica de trama truncable con frecuencia 3.
Fuente: dibujo del autor
E. 1: 200
Fuller House, Carbondale, 1960.
Structural analysis: truncable pattern geodesic dome with frequency 3.
Source: drawing by the author.
S. 1: 200



fuese mayor que una semiesfera. Debido al pequeño programa que la vivienda tenía que cumplir, albergando exclusivamente al matrimonio, el interés radicaba en construir una cúpula con un menor volumen interior. Así, aprovechando la posibilidad abierta por la trama truncable, Fuller levantó un casquete esférico que no llegaba hasta el ecuador, sino que terminaba en un paralelo de nodos estructurales situado, aproximadamente, un metro por encima de él. La frecuencia 3, otorgada en esta ocasión a la trama, realizaba la subdivisión en tres unidades de cada una de las aristas del icosaedro esférico que formaba el esquema principal de la cúpula, de modo que cada una de sus caras pasaba a construirse mediante nueve triángulos. Estos triángulos daban lugar, simultáneamente, a la formación de otra nueva trama compuesta por la yuxtaposición de pequeñas pirámides con bases pentagonales y hexagonales. Así, finalmente, la construcción de toda la estructura se había llegado a reducir al ensamblaje de tres tipos de barras que, unidas, daban lugar a dos tipos de triángulos: la barra A (2,45 m de longitud), común a las bases de los dos tipos de pirámides, conformaba una trama de pentágonos y hexágonos planos; la barra B (2,12 m) formaba las caras laterales de las pirámides de base pentagonal; mientras que la barra C (2,51 m) hacía lo mismo con las pirámides de base hexagonal (fig. 2).

- 1 En junio de 1970 la AIA concedió a Fuller la medalla de oro al considerar la cúpula geodésica “the strongest, lightest and most efficient means to enclosing space yet known to man” (Gorman, 2005, p. 115).
- 2 En la publicación de la obra completa de Richard Buckminster Fuller, donde más exhaustivamente se recoge toda la documentación existente sobre la casa cúpula de Carbondale, únicamente se aportan unas plantas esquemáticas correspondientes a los niveles de planta baja y primera, así como un plano de situación de la construcción dentro de la parcela. No hay ningún alzado o sección, ni tampoco una planta exclusiva de la cubierta que, en el caso de esta vivienda, son los planos que más información aportan (Ward, 1985, p. 32-34). A partir de esta documentación disponible, así como de las fotografías conservadas de la ejecución de la obra, de aquellas que se realizaron en los años en los que Buckminster Fuller y su mujer la habitaron, así como de las fotografías de su precario estado actual, hemos realizado el levantamiento planimétrico de la casa, que se acompaña de un análisis gráfico de su estructura. El peso de la estructura ha sido calculado tomando una densidad de madera de pino de 550 kg/m³.
- 3 El descubrimiento por Fuller de la geometría geodésica surge a partir del encargo de distintos trabajos de análisis en torno a la distribución de la riqueza a escala mundial –medida en función de la cantidad de cobre usado por país, para la Phelps Dodge Corporation, o por el número de “esclavos energéticos” por habitante de cada región de la Tierra, para la revista *Fortune*–, lo que le habría llevado a cuestionarse la idoneidad de la cartografía tradicional. Frente a la proyección Mercator, que distorsionaba los tamaños de los países a medida que se alejaban del ecuador, Fuller buscó un nuevo sistema que le permitiese analizar gráficamente la relación entre los tamaños de los distintos países y regiones del globo con respecto a determinados parámetros de riqueza o de desarrollo industrial. Esta nueva proyección cartográfica de la Tierra fue desarrollándose paulatinamente a lo largo de finales de los años treinta y comienzos de los cuarenta, hasta que, en 1943 fue publicado por primera vez el *Dymaxion Air-Ocean Map*, patentado por Fuller en 1946.
- 4 La trama *Triacon* fue descubierta en 1951 por Duncan Stuart, matemático de la sede en Raleigh, Carolina del Norte, de Geodesics, Inc., la empresa que Fuller había fundado para el desarrollo y comercialización de las cúpulas geodésicas (Sadao, 2010, p. 90).

Casa Fuller en Carbondale durante su construcción, 1960.

Fuente: RBF Dome NFP.

Fuller House in Carbondale in construction, 1960. Source: RBF Dome NFP.

Fig. 3. Los obreros trabajan en la ejecución de una pirámide de base hexagonal. With the first two pyramids completed, the workers work on the execution of a hexagonal pyramid.

Fig. 4. Uno de los triángulos prefabricados que conforman la cúpula. A group of workers place one of the prefabricated triangles that makes up the dome.

Fig. 5. Fuller supervisa el montaje de la cúpula. Fuller supervised the dome's assembly.



EL PROCESO CONSTRUCTIVO: MÁS CON MENOS

Para agilizar el proceso constructivo del domo, Fuller descompuso la cúpula en sus triángulos básicos y los llevó prefabricados a obra en unidades que incluían tanto las barras estructurales de madera como los paneles de madera impermeabilizada que formaban el cerramiento exterior. De esta manera, la obra se reducía al ensamblaje de dos tipos de triángulos que iban formando las pirámides pentagonales o hexagonales de la cúpula. Estos triángulos prefabricados llevaban una subestructura, también de madera, en la que un listón unía el vértice que iría a formar el ápice de las pirámides con el punto central de la cara opuesta. Dicha subestructura, con la mitad de sección que la estructura principal dispuesta en las aristas de los triángulos, no formaba parte del armazón estructural de la cúpula, siendo su cometido únicamente el de facilitar el montaje de los paneles de los revestimientos exteriores e interiores que, de otra manera, habrían tenido dificultades en salvar distancias que habrían llegado, en ocasiones, hasta los 2,5 m sin apoyos intermedios.

El montaje fue muy rápido. Sobre un anillo de cimentación dispuesto en el perímetro de la cúpula se colocaron los primeros triángulos que, rápidamente, fueron formando los grandes pentágonos y hexágonos. A medida que se iba ganando altura con la formación de las pirámides, se las iba sujetando con alguno que otro tablón, sin que en ningún momento del proceso hiciese falta emplear cimbras. El hecho de que tanto los materiales como los sistemas constructivos empleados se correspondiesen con los usualmente utilizados en la tradicional técnica constructiva del *balloon frame*, permitió a Fuller contratar a unos carpinteros locales (la firma Ira E. Parrish Carpenter & Builder) para la ejecución de la obra, lo que evitó el encarecimiento de la construcción que hubiese tenido lugar de haber tenido que recurrir a mano de obra especializada (fig. 3 a 6).

El empleo de la geometría geodésica, que trabajaba siguiendo – como el propio Fuller decía– “la relación más económica entre dos acontecimientos”⁵, suponía reducir formidablemente la cantidad de material necesario para construir la estructura de la vivienda. Debido a esta excelente eficacia estructural era posible utilizar materiales tan baratos y accesibles como la madera, trabajada en escuadrías con secciones mínimas. Todo ello redundaba en un sustancial abaratamiento de la casa, al tiempo que, de extenderse su aplicación a la construcción en masa de viviendas, supondría un efecto muy positivo sobre el medio ambiente al permitir un mejor aprovechamiento de los recursos del planeta. Esta segunda derivada era tanto consecuencia de la reducción de la cantidad de material empleado en la construcción, como de la capacidad de utilizar materiales con menor resistencia que el acero, pero con un coste energético mucho menor, como la madera o incluso el papel, y que

eran, al mismo tiempo, fácilmente reciclables o biodegradables. Se había, en definitiva, sustituido el conocido axioma miesiano de “menos es más” por un “más con menos” con el objetivo marcado de dar un mayor servicio con menos recursos. Se operaba así el cambio de un paradigma estético a otro de carácter técnico pero, al mismo tiempo, cargado con un mayor contenido social y ecológico.

Sin embargo, esta mejora del impacto ambiental no era consecuencia directa de una especial preocupación por el medio ambiente, sino de una estrategia muy bien definida para conseguir abaratar al máximo el coste de la vivienda. Así se entiende mejor el hecho de que Fuller utilizase en Carbondale una máquina termodinámica de climatización del aire para asegurar el confort térmico, a pesar del contrasentido, a un nivel ecológico, que el continuo gasto energético asociado a ella conllevaba. Fuller, al contrario de lo que había hecho en la *Dymaxion Dwelling Machine* –donde sí había dedicado mucho esfuerzo a instalar un sistema de ventiladores rotatorios de convección en la cubierta, con lo que buscaba aumentar el confort térmico de la vivienda gracias a la creación de flujos de aire en su interior⁶–, deja ahora de entender la vivienda como una máquina mecánica de climatización del ambiente. En la cúpula de Carbondale no se realiza el menor esfuerzo por integrar ningún mecanismo que facilite la regulación del nivel de confort climático sin tener que recurrir a máquinas termodinámicas de control ambiental.

No existe, más allá de las puertas y ventanas de la planta baja, nada que permita una mayor o menor entrada del viento o del sol. Ni siquiera se aprovecha el descubrimiento que el propio Fuller había realizado en sus casas *Dymaxion* acerca de los flujos del aire en el interior de una cúpula cuando esta cuenta con un respiradero superior y otros periféricos, pues las únicas aperturas practicables se encuentran situadas en planta baja, mientras que los pequeños tragaluces dispuestos en la parte superior de la cúpula –fijos– no permiten regular ningún flujo de aire.

La estrategia que se emplea en el domo de Carbondale es exactamente la opuesta: construir una envolvente que aisle la vivienda al máximo del exterior para conseguir un ambiente interior lo más estable posible, en el que el gasto energético derivado del uso de climatizadores artificiales se reduzca al mínimo. En cualquier caso, gracias al coste de la energía en Estados Unidos en la década de los sesenta, el gasto era insignificante en relación con el que pueda suponer hoy en día. Todo esto cobra sentido cuando se piensa que el objetivo de Fuller no era tanto un control del gasto energético derivado de la construcción y uso de la vivienda, como un control de los costos que este consumo energético, entre otros, suponía como factor determinante para favorecer el acceso a la vivienda del mayor número de gente posible.



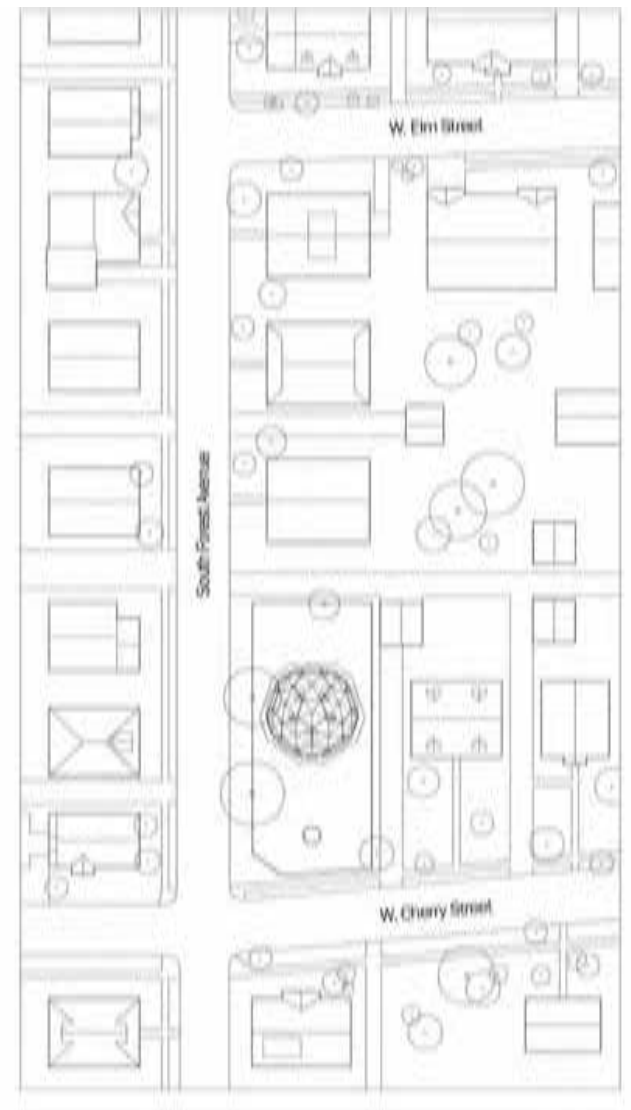
Fig. 6. Casa Fuller en Carbondale durante su construcción, 1960. La cúpula ya se encuentra terminada.
Fuente: RBF Dome NFP.
Fuller House in Carbondale. In construction, 1960. The dome is now completed.
Source: RBF Dome NFP.



Fig. 7. Casa Fuller en Carbondale, 1960. Se puede apreciar el vallado de dos metros de altura que delimita el solar, aislándolo por completo de su entorno.
Fuente: The Estate of R. Buckminster Fuller.

Fuller House in Carbondale. In construction, 1960. Exterior photograph of the building once finished. The two-meter fence that delimits the site completely isolates it from its surroundings.
Source: The Estate of R. Buckminster Fuller.

Fig. 8. Planta de emplazamiento casa Fuller.
Fuente: dibujo del autor.
E. 1: 1.000
Fuller house site plan.
Source: drawing by the author.
S. 1: 1.000



UNA CABAÑA CENTRADA

Una vez finalizado el montaje de este cascarón aislante, el interior de la vivienda se resolvía con mayor sencillez, si cabe. Las instalaciones se agruparon en un núcleo central que incluía un aseo, un baño y el equipamiento de la cocina. Girando en torno a este núcleo se distribuía el resto del programa, como el gran salón a doble altura que ocupaba la mitad sur de la cúpula y que creaba un eje principal este-oeste que dividía el domo en dos mitades. El recorrido en torno al núcleo de instalaciones se completaba, en la mitad norte, con el acceso, el dormitorio y la cocina que se abría, de nuevo, sobre el salón. Sobre esta mitad norte se había dispuesto un altillo que permitía su uso como biblioteca abierta hacia el salón, y a la que se accedía mediante una escalera que marcaba un nuevo eje transversal a través del centro de la vivienda. La continuidad espacial entre el salón y la biblioteca hacía posible que la cúpula se desarrollase libremente, dominando por completo el interior de la vivienda.

Este diagrama de distribución, con un núcleo central de instalaciones en torno al cual giraba el resto de las dependencias, no era nuevo para Fuller, ya que lo venía utilizando desde sus primeras propuestas para la serie de casas *Dymaxion*, como la *Dymaxion House*, de 1929, o la *Dymaxion Dwelling Machine*, de 1946. Las casas *Dymaxion* presentaban plantas de simetría radial –hexagonal o circular– derivadas de su construcción a partir de un mástil central, lo que las acercaba a las plantas de los domos geodésicos. Sin embargo, a pesar de esta proximidad en cuanto a la geometría y distribución de la planta, una diferencia singular no puede pasar desapercibida, y es que la relación que se establece entre el interior de las viviendas y el entorno en el que se emplazan es, en uno y otro caso, radical-

mente opuesta. Así, tanto en la *Dymaxion House* como en la *Dymaxion Dwelling Machine* –igual que en su primer precedente en las *4DTowers*, de 1928–, amplias franjas horizontales de ventanas recorren toda la fachada de los edificios, estableciendo con el entorno que los rodea una estrecha relación que, según críticos como Federico Neder (2008, p. 146), se convierte en la clave para comprender las propuestas de Fuller en aquellos años, al asimilar estas casas a torres de observación desde donde dominar el mundo circundante.

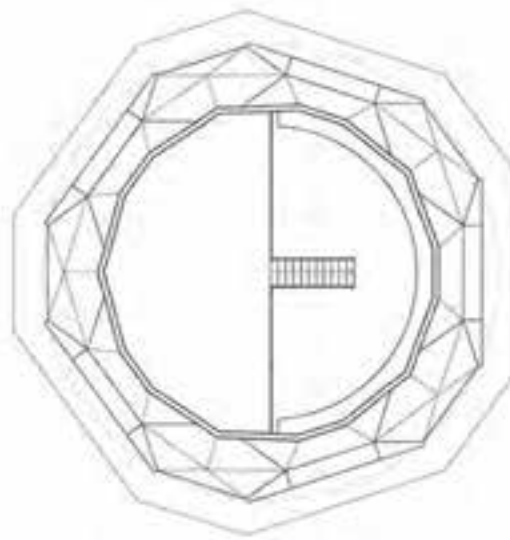
En la casa de Carbondale, tal y como ya se ha comenzado a ver al analizar su estrategia energética, la relación con el mundo exterior se ve reducida a la mínima expresión. En vez de la generosa ventana panorámica de la serie *Dymaxion*, cuatro huecos aproximadamente cuadrados son los encargados de establecer, en planta baja, una relación fragmentada con el exterior. Esta falta de interés por el lugar en el que se emplaza se ve reforzada al instalar en el límite de la parcela un vallado totalmente ciego, de unos dos metros de altura, que termina por aislar, definitivamente, a la vivienda (fig. 7 y 8). Este hecho llama más la atención, si cabe, debido a que el resto de las casas del vecindario mantienen, sin excepción,

5 “Great circles are geodesic lines because they provide the most economical (energy effort) distances between any two points on a spherical system’s surface; therefore, nature, which always employs only the most economical realizations, must use those great circles which, unlike spiral lines, always return upon themselves in the most economical manner” (Fuller, 2008, p. 74).

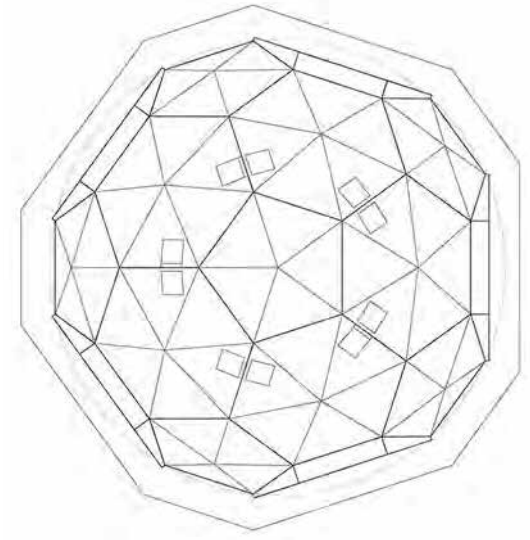
6 “We associate the idea of air conditioning with very large apparatus and when anybody talked about air conditioning for small houses they found it way out of their price range, because of the apparatus and expensive quantities of energy to accomplish that task. Now with our ventilator employing outside air motion to accelerate interior dynamic fountain motion it becomes an inexpensive feat to provide excellent air conditioning”. (R. Buckminster Fuller, *Designing a New Industry* (1946), p. 31; citado por Krausse, Lichtenstein, 1999, p. 245).



Fig. 9. Planta primer piso. Fuente: dibujo del autor.
E. 1: 200
Ground plan. Source: drawing by the author.
S. 1: 200



Planta segundo piso.
Upper level plan.



Planta cubierta.
Roof plan.

el jardín sin vallar, lo que acentúa aún más el aislamiento de la cúpula de Fuller. ¿Qué ha pasado? ¿Ha cambiado Fuller, con el paso de los años, su forma de ver el mundo o es que se trata, más bien, de la excepción que confirma la regla?

Lejos de ser una excepción o de indicar un cambio de rumbo en el pensamiento del arquitecto, la cúpula de Carbondale habla, más bien, de una radicalización de los principios que desde 1928, con el lanzamiento de su manifiesto *4DTime lock*, impulsaban la acción transformadora del mundo en la que se había conjurado el arquitecto. La búsqueda de mayor libertad para el hombre, al que Fuller considera alienado respecto de los intereses económicos y políticos que rigen el planeta, es el eje que vertebra todo su pensamiento. Se trata de otorgar al hombre una mayor autonomía, basada en el decidido abaratamiento de la vivienda; en su capacidad para ser instalada allí donde libremente se decida, garantizando la protección del hombre en cualquier región del globo, en cualquier clima; facilitando, en definitiva, las condiciones básicas que permitan al hombre ser realmente independiente.

Es entendiendo, por tanto, la libertad como el motor que impulsa su arquitectura, que se podrá llegar a resolver la aparente contradicción en la que se movió el inventor americano durante toda su carrera, y de la que su casa en Carbondale resulta esclarecedora, centrando aquí con mayor precisión que nunca el verdadero sentido de su búsqueda. Así, el camino que sigue Buckminster Fuller para liberar al hombre no pasa por un enfrentamiento directo con la naturaleza en la que ha de vivir; aunque en ocasiones, tal y como señalara Federico Neder (2008, p. 146), hubiera parecido así. La libertad no se conseguirá a través de una técnica que, al cosificar la existencia del hombre bajo el signo del dominio sobre la naturaleza, renuncie a satisfacer las necesidades esenciales del hombre. Ni, por supuesto, llevará implícita la menor nostalgia romántica de un retorno a la naturaleza. Fuller, como creador absoluto, crea su propio mundo. Un mundo en el que el hombre para ser libre ha de ser capaz de trascender tanto a la naturaleza como a sí mismo.

El programa con el que el arquitecto venía trabajando desde sus primeros proyectos visionarios de los años veinte, hasta los que finalmente llegó a construir, no era otro que la realización de un microcosmos a la medida del hombre. Este microcosmos, que en

un primer momento se entretenía en establecer relaciones con el mundo exterior, posteriormente, a medida que fue ganando conciencia de sí mismo, comenzó a aislarse paulatinamente del exterior para terminar, en los últimos años de vida de Fuller, ajeno por completo al mundo que le rodeaba. Si en las casas Dymaxion sus habitantes podían mantener aún una relación con el exterior –que Neder consideraba descendiente de los modelos panópticos de Bentham⁷–, estableciéndose como puestos de vigilancia del mundo que las rodeaba, la casa de Carbondale se aísla completamente de su entorno, absorta en una atenta introspección de sí misma.

En uno de los últimos proyectos realizados por Fuller, los domos “Ojo de Mosca”, no solo no necesitan establecer ninguna comunicación con el exterior, sino que se convierten en universos radicalmente independientes. Son, literalmente, el mismo Jardín del Edén. Lugares que, como el paraíso perdido, cuentan con todas las necesidades esenciales satisfechas en su interior: “El ‘Ojo de Mosca’ mayor tiene un diámetro de cincuenta pies y puede tener tres o más plantas (cada una con un área de 2.000 pies cuadrados), un jardín, árboles y una piscina. [...] acomoda lo que llamamos la vida en el Jardín del Edén” (Fuller, 2003 b, p. 144).

Pero Fuller no se detendrá ahí. Gracias al descubrimiento de las estructuras *Tensegrity*⁸ y a su aplicación en la construcción de cúpulas geodésicas, el arquitecto tratará de escapar de este mundo y construir el suyo propio arriba en el cielo, en satélites artificiales con cabida para miles de personas. Un proyecto visionario que denominó *Cloud Nine cities*: “As geodesic spheres get larger than one-half mile in diameter they become floatable cloud structures [...] Many thousands of passengers could come and go from cloud to cloud, or cloud to ground, as the clouds float around the earth or are anchored to mountain tops”⁹ (Fuller, citado por Gorman, 2005, p. 184).

Como una de aquellas nubes flotantes que nunca llegaron a construirse, la cúpula en la que Fuller vivió durante aquella década de los años sesenta constituía un pequeño mundo, vivido y conformado desde su interior. En este sentido, la forma esférica de la cúpula geodésica refuerza esta condición de espacio autónomo, concebido exclusivamente desde el sí mismo; y es que, tal y como dice el filósofo francés Gaston Bachelard (1884-1962): “Vécu du dedans, sans extériorité, l'être ne saurait être que rond”¹⁰ (2004, p. 210). A través de la fenomenología de la imaginación, Bachelard abre nue-

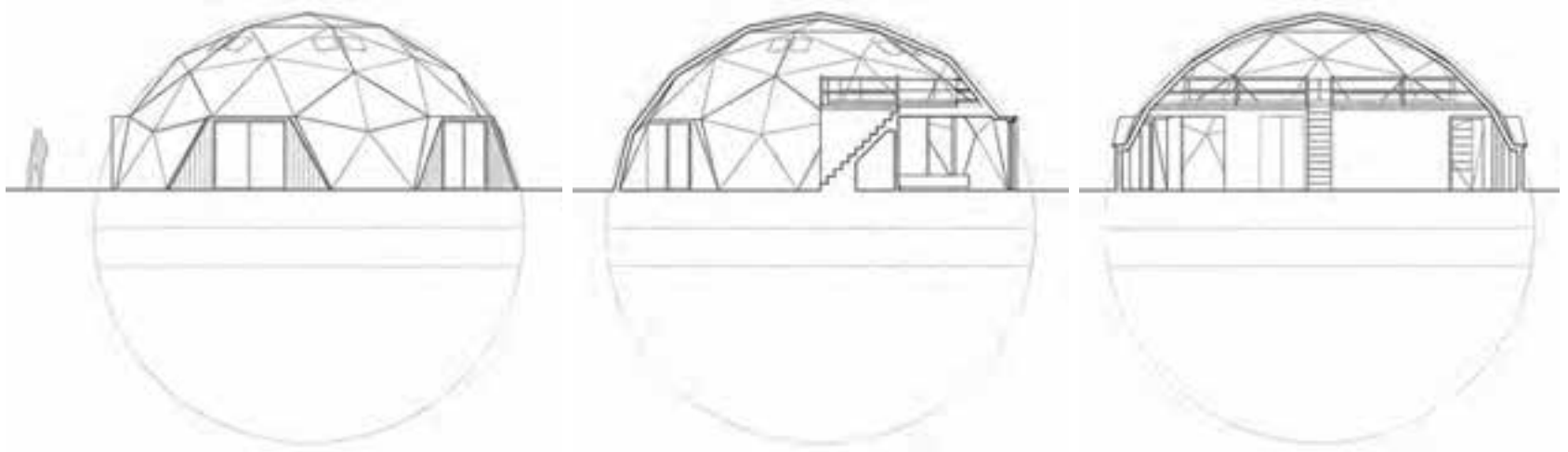


Fig. 10. Elevación oeste. Fuente: dibujo del autor.
E. 1: 200
West façade. Source: drawing by the author.
S. 1: 200

Corte AA
Section AA

Corte BB
Section BB

vas puertas para el reconocimiento de esta esencia del habitar en la que Fuller profundizó a lo largo de toda su vida. En este sentido, su propia vivienda en Carbondale es la más indicada para ilustrar sus más íntimos misterios. Los mismos misterios que, tras el traje negro del tecnócrata, parecían alentar, en palabras de Lewis Mumford, “el impulso de suprimir la variedad y autonomía humanas y de obligar a todas las necesidades e impulsos a adaptarse al sistema de control colectivo que imponga el diseñador autocrático”¹¹.

En la fenomenología de Bachelard cabe distinguir dos tipos de casas, aquellas imaginadas como seres verticales, que desde el sótano ascienden hasta el granero; y aquellas otras imaginadas como seres concentrados (Bachelard, 2004, p. 34), como la casa de Fuller en Carbondale. Esta casa, redonda por partida doble, tanto en planta como en sección, desvelará el pensamiento místico que se esconde bajo la piel del “tecnócrata” (fig. 9 y 10). Una casa que se repliega, solitaria, sobre sí misma, estableciéndose como zona de máxima protección, convirtiéndose en centro de fuerza, en la raíz de la que el hombre extraerá todo lo necesario para la función de habitar (fig. 11). En la cúpula de Carbondale, Fuller vive “dans une maison ronde, dans la hutte primitive”¹² (Bachelard, 2004, p. 45).

Al mismo tiempo, la soledad centrada de esta cabaña primitiva hace del eremita su mejor habitante, el que con más intensidad encuentra en ella la esencia del habitar: “La hutte de l’ermite [...] doit recevoir sa vérité de l’intensité de son essence, l’essence du verbe habiter. Aussitôt, la hutte est la solitude centrée. Dans le pays de légendes, il n’y a pas de hutte mitoyenne. [...] Nous allons à la solitude extrême. L’ermite est seul devant Dieu. La hutte de l’ermite est l’antitype du monastère. Autour de cette solitude centrée rayonne un univers qui médite et qui prie, un univers hors de l’univers”¹³ (Bachelard, 2004, p. 46).

El hombre que regresa a esta casa, enfundado en su traje negro, tras predicar incansablemente por medio mundo las ventajas de la técnica, su poder salvífico para con la humanidad, no es solo un visionario, es también un místico capaz de crear su propio universo a través del cual alcanzar la comunión con el Universo-Dios. Como se puede comprobar en sus numerosos escritos, el pensamiento de Fuller dista mucho de ser una fría acumulación de datos y hechos, de los que un científico extraería las obligadas conclusiones. Más bien recuerda una gran sopa cósmica repleta de

información, en la que determinados vectores de fuerza condensan la energía en ideas con la potencia necesaria como para plantearse cambiar el mundo. Una de ellas es la del significado trascendental que Fuller da a la vida, en base a una concepción antrópica del universo¹⁴. Según este principio, el hecho de que existamos es la

- 7 Jeremy Bentham (1748-1832), pensador inglés creador de la corriente utilitarista, concibió, por encargo de Jorge III, un modelo de prisión en que bastaría una mirada, desde un punto central, para vigilarla. Esta mirada siempre presente serviría, además, para que todos los presos la interiorizaran y terminasen por vigilarse a sí mismos. Federico Neder analiza la obra de Fuller desde esta perspectiva de dominio que ya había descrito el filósofo francés Michel Foucault (1926-1984). “The reference is familiar. In *Discipline and Punish*, Michel Foucault elaborately describes the visual mechanics of Jeremy Bentham’s institutional building designs from the end of the eighteenth century. His psychiatric ward, penitentiary, house of correction, school, and factory proposals were construction divided into radiating windowed cells that open towards a central space at the middle of which a separate tower is constructed. A series of relationships based on the act of observation are set in place” (Neder, 2008, p. 147).
- 8 *Tensegrity* es un término acuñado por Fuller, resultado de la contracción de *tensional integrity*, con lo que hacía referencia a la cualidad de estas estructuras de poseer componentes aislados comprimidos dentro de una red tensada continua, formada, normalmente, por cables traccionados. La paternidad del descubrimiento de estas estructuras ha sido objeto de una viva polémica, fundamentalmente entre Fuller y Kenneth D. Snelson, a la sazón alumno del propio Fuller en 1948 cuando se produjo el descubrimiento. Hay que decir, sin embargo, que en fecha tan temprana como 1921, estas estructuras ya habían sido utilizadas por el constructivista ruso Karl Ioganson.
- 9 Las esferas geodésicas, al alcanzar diámetros mayores a una y media milla, pueden transformarse en nubes estructurales flotantes [...] Muchos miles de pasajeros podrían ir y venir de nube en nube, o de las nubes a la tierra, mientras estas nubes flotan libremente alrededor de la tierra o se mantienen ancladas a cumbres montañosas (Trad. del ed.).
- 10 “Vivida desde adentro, sin exterioridad, la existencia solo puede ser redonda” (Trad. del ed.).
- 11 Estas palabras las escribió Lewis Mumford para criticar el proyecto de Fuller para la ciudad tetraédrica flotante en la bahía de Tokio (1965): una nueva pirámide faraónica, según él, lo suficientemente grande como para convertirse en la tumba de toda la ciudad (Mumford, 2011, p. 719).
- 12 “En una casa redonda, en la choza primitiva” (Trad. del ed.).
- 13 La cabaña del ermitaño [...] debe recibir su verdad de su esencia intensa, la esencia del verbo habitar. Al mismo tiempo, la cabaña es la soledad centrada. En las tierras míticas, no hay una cabaña media. [...] Vamos a la extrema soledad. El ermitaño es solo, ante Dios. La choza del ermitaño es la antítesis del monasterio. Alrededor de esta soledad centrada, hay un universo que medita y ora, un universo fuera del universo (Trad. del ed.).
- 14 “El problema del diseño cósmico –con cuya solución nos ocupamos ahora– fue emplear una forma segura de proporcionar la cantidad correcta de energía exclusivamente emanada por las estrellas para desarrollar y mantener la función crítica de que el Universo-sirva-a-los-humanos en el único planeta que tiene el medio ambiente adecuado tanto para proteger y soportar ecológicamente a esos humanos diseñados de modo complejo y delicado, junto con sus funciones físicas y metafísicas” (Fuller, 2003 a, p. 91).

Fig. 11. Detalle
 Fuente: dibujo del autor.
 E. 1: 20
 Detail.
 Source: drawing by
 the author.
 E. 1: 20

1. Posterior recubrimiento exterior de tejas flexibles asfálticas
 2. Primer recubrimiento exterior de panel de madera impermeabilizado
 3. Cámara de aire
 4. Recubrimiento interior de panel de madera pintado blanco
 5. Listones de madera conformando el armazón estructural de la cúpula geodésica
 6. Acera perimetral de hormigón armado
 7. Cimentación de hormigón armado
 8. Terreno compactado
-
1. Exterior envelope, asphalt flexible shingles
 2. Original exterior envelope, water-proof wood board
 3. Air chamber
 4. Interior wall cladding, white-painted wood board
 5. Wood strips, geodesic dome structural framework
 6. Reinforced concrete perimeter slab
 7. Reinforced concrete foundation
 8. Compacted soil

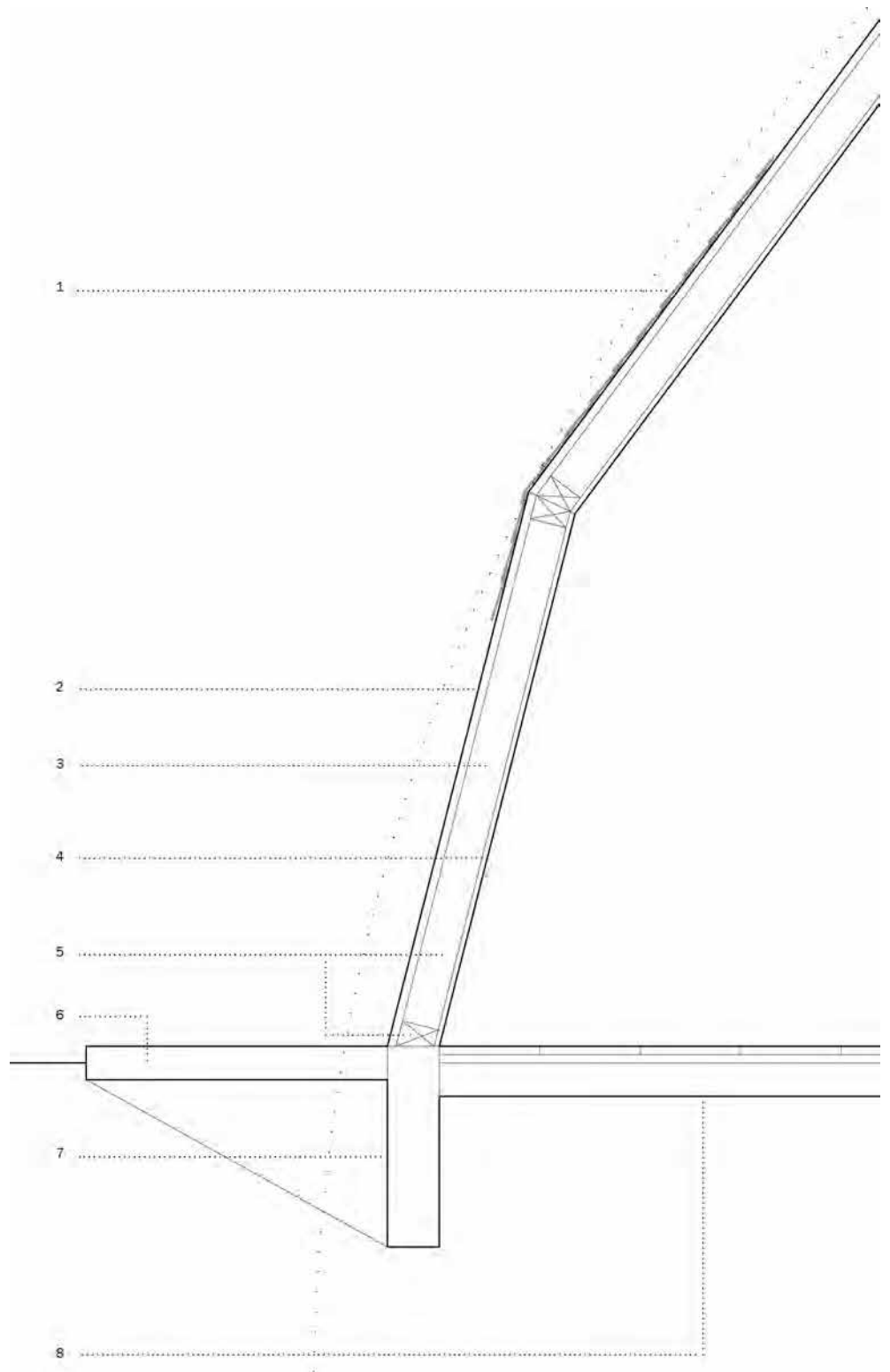


Fig. 12. Fuller en el salón de su casa en Carbondale.
 Fuente: The Estate of R. Buckminster Fuller.
 Fuller at the living room of his house in Carbondale.
 Source: The Estate of R. Buckminster Fuller.

demostración palmaria de que el universo ha sido creado precisamente para que podamos existir en este diminuto planeta situado en un pequeño sistema solar al borde de una galaxia mediana que da vueltas en no se sabe muy bien qué remota parte del universo. Lógicamente, si se ha acometido el ingente gasto energético que supone la creación y mantenimiento de todo el universo para que nosotros, como especie, podamos vivir, es innegable que esta existencia ha de tener un sentido.

Así, Fuller sostiene que “el propósito de Dios es que los humanos tengan éxito económico de modo que en su momento cumplan una función esencial, solo con la mente” (Fuller, 2003 a, p. 99). Una función “semidivina como recopiladores locales de informa-

ción universal en apoyo del escenario eternamente regenerativo del Universo” (2003 a, p. 89). Para Fuller cobra, entonces, vital importancia nuestra capacidad para “extender nuestras facultades conceptuales para entender los potenciales físicos y el posible significado místico de nuestro inventario más completo de información cosmológica y cosmogónica” (2003 a, p. 90).

Desde las casas *Dymaxion*, con su estructura autoestable en la que un mástil recibía un haz de cables traccionados para sujetar los forjados, los proyectos de Fuller siempre han sido microcosmos en busca de la plena independencia con respecto al emplazamiento en el que se instalan. Sin embargo, a raíz del descubrimiento de las estructuras geodésicas, este proceso de aislamiento del exterior

se radicaliza gracias a un impulso místico que si bien ya se podía intuir en los periodos anteriores, ahora alcanza su máximo desarrollo. En la serie de casas *Dymaxion*, con una arquitectura que se identifica en el arquetipo de la tienda a través de una estructura de cables que se eleva, ligera, de la superficie, este impulso místico se equilibra –aplicando la fenomenología poética de Bachelard– con el componente racional que poseen las construcciones que, como estas, tienden hacia el cielo: “Avec les rêves dans la hauteur claire nous sommes, répétons-le, dans la zone rationnelle des projets intellectualisés”¹⁵ (Bachelard, 2004, p. 35).

Sin embargo, en la cúpula de Carbondale ya no hay equilibrio posible, pues la arquitectura cambia, ahora, de arquetipo. La forma, directamente extraída de la tierra –recordemos que Fuller descubrió la geometría geodésica al estudiar la forma de representar en un plano el planeta Tierra– y que, irremediamente, nos sumerge de nuevo en ella, en un espacio interior desprovisto de otras referencias, nos remite al arquetipo de la cueva, con la componente de irracionalidad asociada a las profundidades que siempre la acompaña. Y es que en la cueva “le fait ne suffit pas, la rêverie travaille. Du côté de la terre creusée, les songes n’ont pas de limite”¹⁶ (Bachelard, 2004, p. 35). El misticismo cósmico –tan presente en los escritos de Fuller y que, aparentemente, resultaba tan difícil de compaginar con una obra construida que hace de la técnica su bandera– se muestra con intensidad en esta casa de Carbondale. Aquí se demuestra que estas dos facetas del arquitecto americano no solamente no son incompatibles, sino que se encuentran indisolublemente unidas en una obra que las comprende a ambas y que necesita de ambas para cobrar sentido. Sin esta profunda convicción, Fuller no habría podido contar con el impulso que, durante toda su vida, le permitió llevar a cabo la titánica tarea de mostrar, a través de la acción, que otro mundo es posible (fig. 12).

El eterno nómada que fue Fuller, con decenas de vueltas al mundo a sus espaldas, necesitaba un sitio donde regresar, exclusivamente, a sí mismo, a un centro de soledad concentrada como la que le ofrecía su casa-cúpula. Pero este microcosmos centrador del sí mismo, precisamente por su necesidad de aislamiento del exterior, se convierte en un mecanismo perfectamente ubicuo, una perfecta máquina para habitar capaz de desplazarse allí donde su habitante la transporte, sin por ello perder un ápice de su fuerza interior. Como un auténtico platillo volador. La libertad Fuller la consigue, de este modo, gracias a la suma de dos componentes básicos: aquel que el mismo arquitecto calificaba de místico y que también se podría definir como de hermenéutico o portador de sentido, junto a aquel otro componente empírico-analítico que se correspondería con el desarrollo de la técnica. Juntas, ambas componentes, técnica y de sentido, consiguen establecer el necesario equilibrio en el que se sustenta la obra de Richard Buckminster Fuller (fig.13).

CONCLUSIONES

Richard Buckminster Fuller ha contribuido de manera decisiva al desafío medioambiental en el que se encuentra inmerso el planeta, a través de una arquitectura que podría definirse con el aforismo “más con menos”: una arquitectura que, gracias a un diseño eficiente, pueda llegar a construir edificios que den el máximo servicio posible al menor coste, gracias a la optimización de los recursos necesarios para su construcción y funcionamiento. Se trata de abaratar, en la medida de lo posible, el coste de la vivienda, en un proceso en el que el universal de vivienda así creado va perfeccionándose a sí mismo en cada nuevo enfrentamiento con una reali-

dad siempre cambiante, avanzando constantemente hacia un diseño final cada vez más eficiente que terminará por liberar al hombre de sus ataduras tanto económicas como físicas.

De este modo, la relación que Fuller establece con la naturaleza es extrema: arquitectura y naturaleza son dos universos radicalmente independientes. En la casa-cúpula de Carbondale la relación entre la vivienda y su entorno deviene paradigmática para comprender la distancia sideral que Fuller interpone entre su microcosmos y el resto del planeta. La cúpula, aislada totalmente de su entorno, se constituye como un cronotopo independiente: excluyendo de sí el cambiante mundo circundante, Fuller construye un lugar de permanencia, un refugio absoluto en el que su habitante se encuentra solo frente a Dios. Y, sin embargo, a pesar de que Fuller no realiza ningún esfuerzo por relacionarse con el medio ambiente que le rodea, es precisamente en este grado máximo de aislamiento, tanto espiritual como físico, donde demuestra poseer la máxima capacidad de adaptación a cualquier entorno, por extremo y hostil que sea este.

En un mundo superpoblado en el que la necesidad de vivienda digna va a ser cada vez más acuciante, propuestas como esta, encaminadas a abaratar el acceso a la vivienda, sin, por ello, agravar aún más los ya frágiles equilibrios medioambientales, van a ser imprescindibles. Pero, paradójicamente, a pesar de su sostenibilidad medioambiental, nos encontramos ante una arquitectura centrada, no en la naturaleza, sino en el hombre, del que se extraen las directrices principales que le señalan el camino a recorrer. A partir de aquí, los buenos resultados medioambientales no son sino la lógica consecuencia de su particular entendimiento del hombre y de sus expectativas en este mundo. **ARQ**

¹⁵ “Con los sueños en la clara altura estamos, repitémoslo, en la zona racional de los proyectos intelectualizados” (Trad. del ed.).

¹⁶ El hecho no basta, el ensueño trabaja. Del lado de la tierra cavada, los sueños no tienen límite (Trad. del ed.).

Miguel de Lózar de la Viña | Arquitecto, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2004; DESS Urbanisme et Gestion de Villes, Université Paris XII, 2000 y Diploma de Estudios Avanzados por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2008. El artículo que aquí se presenta es parte de una investigación realizada en el marco de la tesis doctoral que actualmente se encuentra realizando en la ETSAM. La tesis *-La cabaña moderna-* indaga en la dialéctica entre técnica y sentido en la arquitectura de la modernidad. Finalista del concurso internacional “The Great Egyptian Museum”, Egipto, 2003, es cofundador del estudio de arquitectura estudio2arquitectos.

Bibliografía

- BACHELARD, Gastón. *La poétique de l'espace*. Original de 1957. Presses Universitaires de France, París, 2004.
- FULLER, Richard Buckminster. “Introducción. Conejillo de Indias B de Inventiones”. *El capitán etéreo y otros escritos*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, Murcia, 2003(a), p. 83-138.
- FULLER, Richard Buckminster. “El camino crítico (cuarta parte)”. *El capitán etéreo y otros escritos*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, Murcia, 2003(b), p. 139-192.
- FULLER, Richard Buckminster. *Operating Manual for Spaceship Earth*. Original de 1968. Lars Müller Publishers, Baden, 2008.
- GORMAN, Michael John. *Buckminster Fuller. Designing for Mobility*. Skira Editore, Milán, 2005.
- KRAUSSE, Joachim y Claude LICHTENSTEIN (ed.). *Your Private Sky. The Art of Design Science*. Lars Müller Publishers, Baden, 1999.
- MUMFORD, Lewis. *El pentágono del poder. El mito de la máquina Vol. 2*. Original de 1970. Pepitas de calabaza Ed., Logroño, 2011.
- NEDER, Federico. *Fuller Houses. R. Buckminster Fuller's Dymaxion Dwellings and other Domestic Adventures*. Lars Müller Publishers, Baden, 2008.
- SADAO, Shoji. “Breve historia de las cúpulas geodésicas”. *Arquitectura Viva Monografías* N° 143, *Buckminster Fuller. 1895-1983*. Editorial Arquitectura Viva SL, Madrid, 2010, p. 86-93.
- WARD, James. *The Artifacts of R. Buckminster Fuller. A Comprehensive Collection of his designs and Drawings in Four Volumes Volume 4. The Geodesic Revolution, part 2, 1960-1983*. Garland, Nueva York, 1985.





Fig. 13. Fuller en la biblioteca de su casa en Carbondale.
Fuente: The Estate of R. Buckminster Fuller.
Fuller at the library of the Carbondale house.
Source: The Estate of R. Buckminster Fuller.

DOMO HOUSE IN CARBONDALE, ILLINOIS. R. B. FULLER, 1960

Miguel de Lózar de la Viña
estudio2arquitectos, Soria, Spain

If there exists a truly eloquent image to describe Richard Buckminster Fuller (1895-1983) it is, without a doubt, the one by painter Boris Artzbasheff (1899-1965) for the cover of *Time* magazine on January 10, 1964 (fig. 1). In it you can see the head of this inventor, engineer, poet and architect faceted in hundreds of triangles, forming what looks like a geodesic dome like those that had made him famous throughout the world.

Given this association presented in the Artzbasheff image of Fuller with his cupolas, transforming the architect into his work, what this investigation seeks to realize is the inverse path, to penetrate in that head, or better said, in that cupola that houses it, by means of the studio of one of the most personal cupolas built by the architect: his personal home in Carbondale in which he lived during the 70's of the last century, precisely the same time as the fantastic *Time* cover. Detailed analysis of this project allows us to approach the gravitational force of Buckminster Fuller's thoughts: the search for greater freedom for man thanks to a more sustainable architecture and, as such, more economical. A search that led him to create not only his own house, but his own world.

THE GEODESIC CABIN

For a little more than a decade, Fuller was an investigative professor at Southern Illinois University, a school located in the small town of Carbondale. In 1960 the new professor (now 65 years old), noisily invaded that sleepy town with a troupe of workers and students to build a house that, under the astonished gaze of the neighbors, was rapidly taking the form of something that, until then, had only been seen in science fiction movies that had lately become popular: a space ship, an authentic flying saucer. The flying saucer was, in reality, a geodesic dome: the most resistant, light and efficient way known to man to cover a space, as defined by the American Institute of Architects in 1970¹. Concretely, this was a frequency 3 geodesic dome, icosahedral and truncated, with 12.15-meter diameter and an 1800 kg load bearing wood structure. It is a weight equivalent to a high-end car².

To the family of geodesic and icosahedral domes belong those built thanks to a icosahedron, that is, a regular polyhedron of 20 identical triangular faces in the form of a sphere. After Fuller's first experiments with geodesic geometry with cub octahedrons (polyhedrons with 14 faces formed with 6 square and 8 triangle faces) and had patented his *Dymaxion Air Ocean Map* in 1946³, the experimental construction soon demonstrated the advantages of a more regular pattern based on the icosahedron due to its greater structural stability given by the triangle which, unlike the pentagon and hexagon, is an independently structurally stable element.

From this icosahedron came the development of a whole series of patterns whose functions were to subdivide each face in a series of polygons that would be able to reduce the dimensions of the bars with which, finally, the dome would be built, and thus coming closer still to the volume of a sphere. The first of these patterns were called regular, alternative, and of 31 diametrical circles that had (especially this last one) two important problems: the elevated number of struts of different sizes needed to build the dome, and with the resulting problem of losing efficiency from not being able to standardize to the maximum and the appearance of "windows", geometric inexactitudes that gave place to spaces where the struts did not touch leaving voids needing to be covered by special, new struts.

Shoji Sadao, Fuller's main partner in the development of the geodesic domes, named the *Triacon* pattern⁴ (1951), as the milestone that arrived to solve these two problems at the same time, thanks to a diamond pattern that reduced the number of different sized struts and their lengths, the origin of the detected problems. However, with each new project, a new problem became evident: it was impos-

Fuller takes the construction of his own house as an opportunity to build "more with less" and develops a geometric and constructive exercise that renews the 20th century affordable housing standards and stretches out towards today's mandatory sustainability.

Keywords: Architecture - U.S.A., wood structure, geodesic geometry, dome, sustainability.

sible to make a parallel cut at the equator of the sphere to coincide with a line of structural nodes, making it necessary to implement a new series of special struts with which to realize the transition. With the signing of the contract to provide domes to protect the radar towers for the United States Army to be placed on the country's defensive front line, the DEW line (Distant Early Warning), situated in the Arctic, resolving this problem became urgent as the program required the construction of domes larger than the semi-sphere to cover the rotary antennas of the radars. William Wainwright, one of Fuller's collaborators, was the mathematician that resolved the problem of these domes known as "Radomes" by developing a new pattern called the "truncated" or "parallel," named as such as the dome can be cut parallel to its equator (Gorman, 2005, p. 108).

The dome that Fuller had built in his garden the winter of 1960 and in which he would live the next ten years was one of these last generation domes. But, contrary to what occurred with the "Radomes", Fuller didn't need this dome to be larger than a semi-sphere. Due to the small program the dwelling needed to accommodate, housing one couple, its interest arises from building a dome with less interior volume. And so, taking advantage of the possibility given by the truncated pattern, Fuller built a spherical cap that instead of arriving at the equator, ended at a parallel to the structural nodes situated approximately one meter above it. The frequency 3, awarded on this occasion to the pattern, realized the subdivision in three units of each of the corners of the spherical icosahedron that formed the principal scheme of the dome in such a way that each of its faces were built with 9 triangles. These triangles simultaneously gave place to the formation of another new pattern composed by the juxtaposition of small pyramids with pentagonal and hexagonal bases. And so, finally, the construction of the whole structure was reduced to the assembly of three types of struts that united created two types of triangles: the A strut (2.45 m long) typical of the bases of the two pyramid types making up the pattern of pentagonal and hexagonal planes; the B strut (2.12 m) forming the lateral faces of the pyramids for the pentagonal base, while the C strut (2.51 m) does the same with the hexagonal base pyramids (fig. 2).

THE CONSTRUCTION PROCESS: MORE WITH LESS

To accelerate the construction process of the dome, Fuller split the dome into its basic triangles and took them prefabricated to the site in units that included the structural wood struts as well as the waterproofed wood panels that formed the exterior envelope. This way construction was reduced to the assembly of two types of triangles that form the pentagonal and hexagonal pyramids of the dome. These prefabricated triangles have a substructure, also wood, in which a strip joins the vertex that forms the apex of the pyramids with the central point of the opposed face. This said substructure, with half section that the principal structure in the corners of the triangles, did not form part of the structural frame of the dome appearing only to facilitate mounting the panels of the exterior and interior cladding that otherwise would have been difficulties in overcoming distances that would have occasionally reached up to 2.5 meters without intermediate supports.

The mounting of the dome was very quick. Over a ring of foundation at the dome's perimeter they placed the first triangles that rapidly began forming the large pentagons and hexagons. As it gained height with the formation of the pyramids, they supported it with planks without ever needing formwork throughout the process. The fact that both the materials and constructive processes used correspond to those usually utilized in the traditional construction of the balloon frame, allowed Fuller to employ local builders (Ira E. Parrish Carpenter & Builder) for the execution of works, avoiding the elevations of construction costs incurred had that needed to employ specialized labor (fig. 3 to 6).

The employment of the geodesic geometry that worked following (as Fuller said himself) “the most economical relationship between two events”, sought to formidably reduce the amount of material necessary to build the structure of a dwelling. Due to this excellent structural efficiency it was possible to use such cheap and accessible materials like wood worked in structural frames with minimal cross-sections. All this resulted in a substantial cut in building costs that with time would extend its application to mass housing construction: it would supposedly have a very positive effect for the environment by better using the planet’s resources. This second derivative was just as much a consequence of the reduction of construction materials as the capacity to use materials with less resistance than steel but with the a much lower energy cost, like wood or even paper and that were easily recyclable or biodegradable at the same time. They had, in definitive, substituted the well-known Miesian phrase of “less is more” with “more with less,” with the objective marked in giving a greater service with fewer resources. And this was how the change was operated from an aesthetic paradigm to another technical character but at the same time, charged with a greater social and ecological content.

However, this improvement on environmental impact was not a direct consequence from a special preoccupation for the environment, but a well-defined strategy to maximize the cost efficiency of the dwelling. Now one can understand better why Fuller used a thermodynamic acclimatization machine in Carbondale to assure thermal comfort despite the contradiction, on a ecological level, that the continuous energy waste it entails. Fuller, on the contrary with what he has done on in the *Dymaxion Dwelling Machine*, where he had dedicated some energy to installing a system of rotary convection fans in the roof to augment the thermal conform of the dwelling thanks to the creation of air flows in its interior⁶, now abandons the understanding of the house as a mechanical machine for acclimatizing the environment. In the Carbondale dome not the least amount of effort was made to integrate any mechanisms that facilitate the regulation of the climatic comfort level without resorting to thermodynamic acclimatization. Apart from the doors and windows of the ground floor there exists nothing that allows for a greater or smaller entrance of wind or sun. It does not even take advantage of Fuller’s own discovery in the *Dymaxion* houses about the air flows in the interior of a dome when it has an upper respirator and other peripheral ones as the only openings are found on the ground floor while the small fixed skylights on the upper part of the dome do not allow the regulation of air flow.

The strategy employed in the Carbondale dome is exactly the opposite: to build an envelope that insulates the dwelling from the exterior to stabilize the interior environment as much as possible so that the energy waste derived from the use of artificial air conditioning is reduced to the minimum. A waste that, in any case, thanks to energy costs in the United States in the 70’s was insignificant compared to today. This all makes sense when one thinks that Fuller’s objective was not so much waste control derived from the construction and use of the dwelling as a cost control that this energy consumption, among other factors, supposed as a determining factor to favor the access to the dwelling for the most people possible.

A CENTERED CABIN

Once the mounting of this isolating shell was finalized, the interior of the dwelling was resolved with an even greater simplicity. The installations were grouped around a central nucleus that included a bathroom and the kitchen equipment. Around this nucleus was distributed the rest of the program, such as the double height living room occupying the southern half of the dome and created a principal east-west axis dividing the dome in two halves. The circulation around the installation nucleus in the north half was completed with the entrance, bedroom and the kitchen that opened onto the living room. Over this north half a buildup that allows the use of the first floor as a library opening toward the living room and accessed by a stair marking a new transversal axis through the center of the dwelling. The spatial continuity between the living room and the library makes possible the free development of the dome, completely dominating the interior of the dwelling.

This distribution diagram, with a central installation nucleus around which the rest of the spaces are laid out was no new for Fuller that he had been using since the first proposals for the *Dymaxion* houses, like the *Dymaxion House* of 1929 or the *Dymaxion Dwelling Machine* of 1946. The *Dymaxion* houses presented the radial symmetry plans (hexagonal or circular) derived from its construction starting from a central mast, bringing them closer to the geodesic domes. However, despite this proximity in both geometry and plan distribution, a singular difference can go unperceived, and the relationship established between the interior of the dwellings and the surroundings it is found in, in one case or another, is radically opposed. And so, in both the *Dymaxion House* and the *Dymaxion Dwelling Machine*, like in its first precedent in the 4D Towers in 1928, wide horizontal swaths of windows run along the whole facade of the buildings, establishing

with the world that surrounds a narrow relationship that according to critics like Federico Neder (2008, p. 146), is converted into the key to understanding Fuller’s proposals during these years, transforming these houses in observation towers from which it is possible to master the environment.

In the Carbondale house, as we have begun to see while analyzing its energetic strategy, that relationship with the exterior world is reduced to its minimal expression. Instead of the generous panoramic window from the *Dymaxion* series, four approximately square voids are in charge with establishing, on the lower floor, a fragmented relationship with the exterior. This lack of interest in the place it is found is reinforced by the installation of a totally blind fence in the limit of the site about two meters height that effectively isolates the dwelling (fig. 7 and 8). This act calls attention to itself as the rest of the houses in the neighborhood, without exception, maintain their front yards without a fence accentuating even more the isolation of Fuller’s dome. What happened? Has Fuller’s worldview changed with the passing of years or is this the exception that confirms the rule?

Far from being an exception or an indication of deviation in the architect’s philosophy, the Carbondale dome speaks to us of a radicalization of principles that since 1928, with the inauguration of his *4D Time lock* manifesto propelled the transformative action of the world that had conjured up the architect. The search for greater freedom, which Fuller considered alienated respect to the political and economic interests ruling the planet, is the axis that forms the backbone of this whole philosophy. It consists in giving man greater autonomy from the decided reduction in housing cost in its capacity to be installed where needed, guaranteeing man’s protection anywhere on the globe, in any climate, definitively facilitating the basic conditions that allow man to be truly independent.

Understanding this freedom as a motivating force for this architecture can aide in resolving the apparent contradiction of what moved the American inventor over the course of his career and of which his house in Carbondale is illuminating, centering Fuller here with greater precision than ever the true sense of his search. And so, the path Fuller follows to free man is not a direct confrontation with the nature he must live in, although on occasion, as Federico Neder notes (2008, p.146) it would seem that way. Freedom will not be achieved through a technique that, upon dehumanizing the existence of man under the sign of his dominion over nature, cannot satisfy the essential needs of man. Of course, neither will it make implicit the slightest romantic nostalgia for a return to nature. Fuller, as absolute creator, has created his own world. A world in which for a man to be free, he must be capable of transcending not only nature, but himself as well.

- 1 In June 1970, the AIA gives Fuller the gold medal, considering the geodesic dome “the strongest, lightest and most efficient means to enclosing space yet known to man” (Gorman, 2005, p. 115).
- 2 In the publication of Richard Buckminster Fuller’s complete works, where all the existing documentation on the Dome House in Carbondale was exhaustively collected, only a few schematic plans corresponding to the ground and first floors are added, like a site plan for construction. There are no sections or elevations nor even an exclusive roof plan that in the case of this house would be the most informative (Ward, 1985, p. 32-34). From the available documentation and with the conserved construction photography taken in the years that Buckminster Fuller and his wife inhabited it, along with the photos of its current precarious state, we have created a set of drawings for the house with an accompanying graphic analysis of its structure. The structural weight has been calculated using a pine wood density of 550 kg/m³.
- 3 Fuller’s discovery of the geodesic geometry arose from the commission of different works of analysis on the distribution of wealth on a world scale (measured in function of the quantity of copper used per country, for the Phelps Dodge Corporation, or by the number of “energy slaves” per inhabitant of each region on earth for *Fortune*) which led him to question the suitability of traditional mapping. Facing the Mercator projection that warped the sizes of countries as they were distanced from the equator, Fuller sought a new system that would allow him to graphically analyze the relationship between the sizes of different countries and regions of the globe with respect to the sizes of different countries and regions of the globe with respect to the determined parameters of wealth or industrial development. This new map projection of the Earth was developed slowly over the last years of the thirties until it was published for the first time in 1943 as the *Dymaxion Air-Ocean Map*, patented by Fuller in 1946.
- 4 The *Triacon* was discovered in 1951 by Duncan Stuart, mathematician of the Geodesic Center in Raleigh, North Carolina, Inc., the enterprise that Fuller had founded for the development and commercialization of the geodesic domes (Sadao, 2010, p. 90).
- 5 “Great circles are geodesic lines because they provide the most economical (energy effort) distances between any two points on a spherical system’s surface; therefore, nature, which always employs only the most economical realizations, must use those great circles which, unlike spiral lines, always return upon themselves in the most economical manner” (Fuller, 2008, p. 74).
- 6 “We associate the idea of air conditioning with very large apparatus and when anybody talked about air conditioning for small houses they found it way out of their price range, because of the apparatus and expensive quantities of energy to accomplish that task. Now with our ventilator employing outside air motion to accelerate interior dynamic fountain motion it becomes an inexpensive feat to provide excellent air conditioning”. (R. Buckminster Fuller, *Designing a New Industry* (1946), p. 31, cited by Krausse, Lichtenstein, 1999, p. 245).

The program with which the architect had been working since his first visionary projects in the 20's, until those finally built, were none other than the realization of a human scaled micro cosmos. This micro cosmos that, in its first moments, took pleasure in establishing relationships with the outside world, subsequently, as it gained consciousness of itself, began to slowly isolate itself from the exterior to end up, in Fuller's last years of life, completely unconnected from the world around it.

As such, whereas the inhabitants of the *Dymaxion* houses could still maintain their relationship with the outside world that Nader considered descendants of the Bentham's panoptic models⁷, establishing themselves as lookouts from the world around them, the Carbondale house is completely isolated from its surroundings, absorbed in attentive self-introspection.

In one of Fuller's last projects, the "Fly's eye domes" not only establish zero communication with the exterior but are converted in radically independent universes. They are, literally, copies of Garden of Eden itself. Places that, as in paradise lost, come with all essential needs satisfied within its interior: "The largest 'fly's eye' has a fifty foot diameter and can have up to three floors (each with an area of 2,000 square feet), a garden, trees and a pool [...] accommodating what we call life in the Garden of Eden" (Fuller, 2003 b, p. 144).

But Fuller will not stop there. Thanks to the discovery of *Tensegrity* structures⁸ and its application to geodesic dome structures, the architect will try to escape from this world and build his own above in the sky, in artificial satellites with space for thousands of people. A visionary project that he called "Cloud Nine cities": "As geodesic spheres get larger than one-half mile in diameter they become floatable cloud structures [...] Many thousands of passengers could come and go from cloud to cloud, or cloud to ground, as the clouds float around the earth or are anchored to mountain tops" (Fuller, quoted by Gorman, 2005, p. 184).

Like one of those floating clouds that were never built, the dome where Fuller lived during that decade in the 70's constituted a small world, lived and defined by its interior. In this sense, the spherical form of the geodesic dome reinforces this condition of autonomous space, conceived exclusively from within itself, and it is that, just as the French philosopher, Gaston Bachelard, tells us (1884-1962) "vécu du dedans, sans extériorité, l'être ne saurait être que rond"⁹ (2004, p. 210). Through the phenomenology of the imagination, Bachelard opens for us new doors to recognizing the essence of the inhabitation in which Fuller delved into throughout the length of his life. In this sense, his own home in Carbondale will be the most suitable for illustrating to us his most intimate mysteries. The same mysteries that, behind the black suit of the technocrat, appears to encourage, in the words of Lewis Mumford, "the impulse to suppress the human diversity and autonomy and obligate all needs and impulses to adapt to the system of collective control imposed by the autocratic designer".¹⁰

In Bachelard's phenomenology he distinguishes two types of houses, those imagined as vertical beings, that from the basement ascend to the attic; and those imagined to be concentrated beings (Bachelard, 2004, p. 34), like the Fuller house in Carbondale. This house, doubly rounded, in plan and section, will reveal the mystic belief hidden under the skin of the "technocrat" (fig. 9 and 10). A house that is withdraws on itself, solitary, establishing itself as a maximum protection zone, converting itself in a power source, in the root of that which man will extract everything necessary for the function of living (fig. 11). In the Carbondale dome, Fuller lives "dans une maison ronde, dans la hutte primitive"¹¹ (Bachelard, 2004, p. 45). At the same time, the centered solitude of this primitive cabin is best for the hermit, he who with the most intensity finds his essence: "La hutte de l'ermite [...] doit recevoir sa vérité de l'intensité de son essence, l'essence du verbe habiter. Aussitôt, la hutte est la solitude centrée. Dans le pays de légendes, il n'y a pas de hutte mitoyenne. [...] Nous allons à la solitude extrême. L'ermite est seul devant Dieu. La hutte de l'ermite est l'antitipe du monastère. Autour de cette solitude centrée rayonne un univers qui médite et qui prie, un univers hors de l'univers"¹² (Bachelard, 2004, p. 46).

The man that returns to this house, wearing his black suit, after tirelessly preaching the advantages of his technique, his salvific power for humanity, is not only visionary, is also mystic, capable of creating his own universe from which he achieves communion with the Universe/God. As can be confirmed by his numerous writings, Fuller's philosophy is a long way off from being a cold accumulation of facts, from which the scientist would extract the obligatory conclusions. It resembles more a grand cosmic soup full of information in which the determined vector forces condense the energy in ideas with the necessary potential to change the world. One of these is the transcendental significance that Fuller gives to life, based on an anthropic conception of the universe¹³. According to this principle, the fact that we exist is a clear demonstration that the universe has been created precisely so that we can exist on this small planet situated in a small solar system on the border of a medium sized galaxy that drifts through some unknown remote part of the universe. Logically, if the enormous expense of energy that

requires creation has been made and maintaining the whole universe so that we, as a species, can live, it is undeniable that this existence has meaning. And so, Fuller sustains that "the intention of God is that humans have economical success in such a way that in their moment they achieve an essential function, only with the mind" (2003 a, p. 99). This is a function "semi-divine as local compilers of universal information in support of the eternally regenerative stage of the Universe" (2003 a, p. 89). For Fuller claims, then, vital importance our capacity to "extend our conceptual faculties to understand the physical potentials and the possible mystic significance of our more complete inventory of cosmological information" (2003 a, p. 90).

Since the *Dymaxion* houses, with their self-supporting structures in which the mast receives a bundle of cables to support the framework, Fuller's projects have always been microcosms in search of complete independence with respect to the site where they are installed. However, upon the discovery of the geodesic structures, this process of isolation with the outside is radicalized thanks to the mystic impulse that can be sensed in previous periods now reaching its maximum development. In the *Dymaxion* house series, with an architecture that is identified by the archetype of the store through a structure of cables that are elevated and lightened from the surface, this mystic impulse is balanced (applying the poetic phenomenology of Bachelard) with the rational component that possesses the constructions which, like these, approach the sky: "Avec les rêves dans la hauteur claire nous sommes, répétons-le, dans la zone rationnelle des projets intellectualisés"¹⁴ (Bachelard, 2004, p. 35).

However, in the Carbondale dome balance is no longer possible as the architecture changes from the archetype. The direct form extracted from the earth (we remember that Fuller described the geodesic geometry studying a form to represent the Earth on a plane) and which, irremediably, we are once again submerged in it, in an interior space lacking other references, reminds us of the cave archetype, with the irrational component associated with the depths that always accompany it. And it is the cave "le fait ne suffit pas, la rêverie travaille. Du côté de la terre creusée, les songes n'ont pas de limite"¹⁵ (Bachelard, 2004, p. 35). The cosmic mysticism so present in Fuller's writings and that apparently was so difficult to combine with a built work that makes the technique its flag is shown intensely in this house in Carbondale. Here it is demonstrated that these two facets of the American architect are not only incompatible, but are found indissolubly united in a work that understands them both and needs both to achieve meaning. Without this profound conviction Fuller would have been unable to count on the impulse that during his life allowed him to complete the titanic task of showing through action that another world was possible (fig. 12).

The eternal nomad that was Fuller, with dozens of world trips behind him, needed a site to return, exclusively, to himself, to a center of solitude concentrated like that offered by his dome-house. But this centering micro cosmos, precisely by its need for isolation from the exterior, is converted into a perfectly ubiquitous mechanism, a perfect machine for inhabitation capable of traveling where its inhabitant takes it, without losing a shred of its inner strength. Like an authentic flying saucer. The freedom Fuller achieves, in this way, thanks to the sum of two basic components: that which the architect himself qualifies as mystic and which also can be defined as hermeneutical or significance-bearing, together with that other empirical-analytical component that would correspond with the development of the technique. Together, both components, technical and meaningful, establish the necessary equilibrium in which the work of Richard Buckminster Fuller is sustained (fig.13).

CONCLUSIONS

Richard Buckminster Fuller has decisively contributed to the environmental challenge in which the planet is found immersed through an architecture that can be defined with the aphorism more with less: an architecture that, thanks to an efficient design, can build buildings that provide the maximum possible service at the lowest cost thanks to the optimization of the necessary resources for their construction and functioning. It consists of cutting costs of the cost of the dwelling as much as possible in a process in which the universal of housing created in this way is perfecting itself in each new confrontation with an always changing reality, advancing constantly toward a final design, more efficient each time, that ends up freeing man from his bonds, economical as well as physical. In this way, the relationship that Fuller establishes with nature is extreme: architecture and nature are two radically independent universes. In the dome-house of Carbondale, the relationship between the dwelling and its environment becomes paradigmatic to understand the sidereal distance that Fuller interposes between his microcosms and the rest of the planet. The dome, totally isolated, is constituted with an independent chronotope: excluding the surrounding world Fuller builds a place of permanence, an absolute refuge in which the inhabitant is found alone with God. And however, even though Fuller made no effort to relate with the world around

him, it is precisely in this maximum level of isolation, both spiritual and physical, where he shows possession of the maximum capacity of adaptation to any setting, as hostile or extreme as it may be.

In an overpopulated world in which the need for a dignified dwelling is ever more urgent, proposals like this, directed at reducing costs to housing access, without aggravating the already fragile environmental balances will be indispensable. But, paradoxically, despite its environmental sustainability, we find ourselves with an architecture centered, not on nature, but on man; from which are extracted the principal directives that signal the path to follow. From here, good environmental results are not only the logical consequence of its particular understanding of man and his expectations in this world. ^{ARQ}

- 7 Jeremy Bentham (1748-1832), English thinker, creator of the utilitarian current, conceived, commissioned by George III, a prison model that would require only one perspective from a central point to guard it. This always-present watch would also mean that the prisoners would embrace it and even guard themselves. Federico Neder analyzes that work of Fuller from the perspective of power previously described by the French philosopher Michel Foucault (1926-1984). "The reference is familiar. In *Discipline and Punish*, Michel Foucault elaborately describes the visual mechanics of Jeremy Bentham's institutional building designs from the end of the eighteenth century. His psychiatric ward, penitentiary, house of correction, school, and factory proposals were construction divided into radiating windowed cells that open towards a central space at the middle of which a separate tower is constructed. A series of relationships based on the act of observation are set in place" (Neder, 2008, p. 147).
- 8 *Tensegrity* is a term coined by Fuller resulting from contraction of *tensional integrity*, making reference to the quality of these structures possessing isolated compressive components within a continuous tensile structure, normally formed by cables. The discoverer of these structures has been the object of a polemic disputes between Fuller and Kenneth D. Snelson, at that time a student of Fuller's in 1948 when the discovery was made. However, it must be said that at a date as early as 1921, the Russian constructivist Karl Ioganson had already used these structures.
- 9 "Seen from the inside, without exteriority, being can only be round".
- 10 Lewis Mumford wrote these words to criticize Fuller's floating tetrahedral city in Tokyo bay (1965): a new pharaonic pyramid, according to him, big enough to become the whole city's tomb (Mumford, 2011, p. 719).
- 11 "In the round house, the primitive hut".
- 12 The hermit's hut [...] its truth must derive from the intensity of its essence, which is the essence of the verb "to inhabit". The hut immediately becomes centralized solitude, for in the land of legend, there exists no adjoining hut [...] The image lead us on towards extreme solitude. The hermit is alone before God. His hut, therefore, is just the opposite of the monastery. And there radiates about this centralized solitude a universe of meditation and prayer, a universe outside the universe.
- 13 "The problem of the cosmic design (with whose solution we occupied now) was to employ a safe form of providing the correct amount of energy exclusively emanating from the stars to develop and maintain the critical function that the Universe-serves-humans on the only planet that has an appropriate environment to ecologically protect and support these complexly and delicately designed humans together with their physical and metaphysical functions" (Fuller, 2003 a, p. 91).
- 14 And, as I said before, when we dream of the heights we are in the rational zone of intellectualized projects.
- 15 The fact is not enough, the dream is at work. When it comes to excavated ground, dreams have no limits.

Miguel de Lózar de la Viña | Architect, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2004; DESS Urbanisme et Gestion de Villes, Université Paris XII, 2000 and Advanced Diploma Studies at Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2008. The present article is part of the studies that will shape the author's doctoral dissertation currently in progress at the ETSAM. The thesis -*La cabaña moderna*- addresses the dialectic between technics and sense in Modern architecture. Finalist at the international competition "The Great Egyptian Museum", Egypt, 2003, he is co-founder of the studio estudio2arquitectos.

Bibliography

- BACHELARD, Gastón. *La poétique de l'espace*. 1st edition 1957. Presses Universitaires de France, Paris, 2004.
- FULLER, Richard Buckminster. "Introducción. Conejillo de Indias B de Inventiones". *El capitán etéreo y otros escritos*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, Murcia, 2003(a), p. 83-138.
- FULLER, Richard Buckminster. "El camino crítico (cuarta parte)". *El capitán etéreo y otros escritos*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, Murcia, 2003(b), p. 139-192.
- FULLER, Richard Buckminster. *Operating Manual for Spaceship Earth*. 1st edition 1968. Lars Müller Publishers, Baden, 2008.
- GORMAN, Michael John. *Buckminster Fuller. Designing for Mobility*. Skira Editore, Milano, 2005.
- KRAUSSE, Joachim and Claude LICHTENSTEIN (ed.). *Your Private Sky. The Art of Design Science*. Lars Müller Publishers, Baden, 1999.
- MUMFORD, Lewis. *El pentágono del poder. El mito de la máquina Vol. 2*. 1st edition 1970. Pepitas de calabaza Ed., Logroño, 2011.
- NEDER, Federico. *Fuller Houses. R. Buckminster Fuller's Dymaxion Dwellings and other Domestic Adventures*. Lars Müller Publishers, Baden, 2008.
- SADAO, Shoji. "Breve historia de las cúpulas geodésicas". *Arquitectura Viva Monografías* N° 143, *Buckminster Fuller. 1895-1983*. Editorial Arquitectura Viva SL, Madrid, 2010, p. 86-93.
- WARD, James. *The Artifacts of R. Buckminster Fuller. A Comprehensive Collection of his designs and Drawings in Four Volumes Volume 4. The Geodesic Revolution, part 2, 1960-1983*. Garland, New York, 1985.