

PROTOTIPO DE DOMO GEODÉSICO CONSTRUIDO EN GUADUA ORIENTADO AL GLAMPING.

Franduartz Jhoel Beltrán Aguirre, Jeysson Alexander Alarcón.



Tecnología En Construcciones Arquitectónicas, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2021

Prototipo De Domo Geodésico Construido En guadua Orientado Al Glamping.

Franduarz Jhoel Beltrán Aguirre, Jeysson Alexander Alarcón.

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (Tecnólogo En Construcciones
Arquitectónicas)**

José Alcides Ruiz “Profesor”



**UNIVERSIDAD
La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

Tecnología En Construcciones Arquitectónicas, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2021

Dedicatoria

Nuestro proyecto de grado queremos dedicárselo a Dios en primera instancia. Seguidamente gracias a nuestros familiares más cercanos, a padre y madre por apoyarnos en todo momento, por su acompañamiento y buenas costumbres inculcadas, a nuestras parejas por su amor y su confianza y a nuestro Alma Máter en agradecimiento por la excelente formación brindada.

Tabla de contenido

1.	RESUMEN	7
2.	ABSTRACT.....	9
3.	PROBLEMA	10
	3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
	3.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	12
4.	OBJETIVO GENERAL	13
	4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
5.	HIPÓTESIS.....	14
6.	JUSTIFICACIÓN	15
7.	METODOLOGÍA.....	17
8.	¿QUÉ BENEFICIOS TRAERÍA ESTE PROTOTIPO?	18
9.	¿CÓMO PROPONER ESTA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA?.....	19
10.	MARCO TEÓRICO.....	20
	10.1 ¿QUÉ ES UN DOMO GEODÉSICO?	20
	10.2 LOS SÓLIDOS PLATÓNICOS.....	21
	10.3 LA GUADUA COMO MATERIAL.....	25
	10.4 ANÁLISIS DE ESTA Y OTRAS PROPUESTAS.	26
	10.5 EL JUNCO COMO MATERIAL	27
	10.6 ¿QUÉ ES EL GLAMPING?	28
	10.7 ACAMPADA, CAMPING, HISTORIA DE LA ACAMPADA.....	30
	10.8 PANELES SOLARES.....	32
11.	PROCESO CONSTRUCTIVO	34
12.	DESCRIPCIÓN	35

13.	COMPONENTES	36
14.	PRUEBAS DE VALIDACIÓN	37
15.	RESULTADO FINAL	38
16.	CONCLUSIONES	39
17.	LISTA DE REFERENCIAS	40

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Eco-Living Resort Forest Camp - Gales</i>	11
Figura 2 <i>Carpas de Meditación y Cúpulas de Estudio de Yoga de Pacific Domes</i>	11
Figura 3 <i>Sólidos platónicos</i>	22
Figura 4 <i>Sólidos Arquimedianos</i>	23
Figura 5 <i>Sólidos Platónicos Truncados</i>	23
Figura 6 <i>Estructura Domo Geodésico</i>	24
Figura 7 <i>Usos Domo Geodésico</i>	25
Figura 8 <i>Construcciones en Guadua</i>	25
Figura 9 <i>Techo de Junco</i>	28
Figura 10 <i>Domo Geodésico con Cubierta de PVC, Vinilo y Poliéster</i>	29
Figura 11 <i>Carpa Benudia (comunidad nómada)</i>	31
Figura 12 <i>Panel Solar Triangular</i>	32
Figura 13 <i>Domo Vista Superior Geodésico Construido en Guadua: Orientado al Glamping</i>	38
Figura 14 <i>Domo Vista Frontal Geodésico Construido en Guadua: Orientado al Glamping</i>	38

1. Resumen

Se propone diseñar un prototipo con forma de icosaedro geodésico, que tiene la finalidad de ser utilizado como alojamiento en el Grampín, que permita hacer uso de su área interior para llevar a cabo diversas actividades, aprovechando su diseño y características.

Se elaborará el diseño constructivo de los componentes que conforman la estructura a partir de elementos existentes dentro de la industria de los domos, selección de materiales adecuados para su construcción y el análisis de fuerzas y esfuerzos provenientes de diversas fuentes a considerar.

La estructura propuesta debe cumplir de manera satisfactoria con los requerimientos establecidos en la industria del Glamping. Además, el prototipo se construirá a partir de guadua (*Angustifolia 'Kunth'*) que es considerado como un material que se renueva, y que adicionalmente cuenta con características físicas, químicas y mecánicas que son extraordinarias.

Este tipo de estructuras representan una gran contribución al pensamiento ecologista de la actualidad, al ser una propuesta que permite utilizar la estructura como espacio habitable diseñada con materiales disponibles en nuestra naturaleza, por medio del software Ketchup se realizó un modelado en 3d y la respectiva planimetría para generar una ficha constructiva del prototipo de domo geodésico en guadua simulando su funcionamiento en uso real.

Se implementará el uso de paneles solares que brindan electricidad sin tener la necesidad de permanecer conectados a la red eléctrica por medio del sistema Off-grid y es una energía limpia de fácil acceso además de tener beneficios de ley que excluyen la compra de estos equipos del impuesto del IVA, una reducción especial del impuesto de renta, exención del gravamen arancelario.

Adicional a esto se implementará el Junco como material para la cubierta ya que además de ser un material completamente sostenible es de larga duración e impermeable, lo que lo hace el material ideal

para nuestro propósito de implementar materiales que son amigables con el medio ambiente y adicionalmente proporcionan calidad.

Palabras clave: Glamping, domo, geodésico, frecuencia, guadua, unión, Junco, paneles solares.

2. Abstract

It is proposed to design a prototype in the form of a geodesic icosahedron, which is intended to be used as accommodation in the Glamping, which allows you to use its interior area to carry out various activities, taking advantage of its design and characteristics.

The constructive design of the components that make up the structure will be elaborated from affected elements within the dome industry, the selection of suitable materials for its construction and the analysis of forces and efforts from various sources to consider.

The proposed structure must satisfactorily meet the requirements established in the Glamping industry. In addition, the prototype will be built from guadua (*Angustifolia 'Kunth'*), which is a renewable material, with extraordinary physical, chemical and mechanical characteristics.

This type of structure represents a great contribution to current ecological thinking, as it is a proposal that allows the structure to be used as a determined habitable space with materials available in our nature, by means of sketchup software, a 3D modeling and the respective planimetry will be carried out planimetry to generate a construction sheet of the prototype geodesic dome in guadua simulating its operation in real use.

The use of solar panels that provide electricity without the need to be connected to the electrical grid through the Off-grid system will be implemented, and it is clean energy that is easily accessible, in addition to having the benefits of the law that exclude the purchase of this equipment from the VAT, a special reduction of income tax, exemption from customs duties.

In addition to this, Junco will be implemented as a material for the cover since, in addition to being a completely sustainable material, it is long-lasting and waterproof, which makes it the ideal material for our purpose of using environmentally friendly and quality materials.

Keywords: Glamping, dome, geodesic, frequency, guadua, union

3. Problema

¿Cómo diseñar un prototipo de domo geodésico construido en guadua (*Angustifolia 'Kunth'*) para el desarrollo de Glamping en Colombia?

3.1 Planteamiento del Problema

Actualmente en nuestro país se viene desarrollando e implementando una nueva forma de hacer turismo, conocido como el Glamping, la cual es una actividad según artículo:

Surgió como una necesidad de los nuevos viajeros, que buscan experiencias únicas en entornos naturales y están un poco hartos de los alojamientos convencionales, pero que al mismo tiempo no están dispuestos a dejar de lado el confort”, le explicó a la agencia Efe el empresario de origen marroquí Talal Benjelloun, cofundador y director de operaciones de Glamping Hub. (El Tiempo, 2017, párr. 3).

Estos tipos de alojamiento satisfacen a los viajeros que buscan una experiencia de alojamiento única a través de una inmersión total en la naturaleza y un impacto ambiental mínimo según: (Glamping.com, 2018, párr. 2).

El planteamiento principal de esta investigación toma como punto de partida algunos componentes actualmente utilizados en la construcción de domos para la industria del Glamping. (ver figura 1 y 2), en donde se pueden proponer materiales naturales como alternativa para que estas estructuras sean más amigables con la naturaleza y generen menos impacto ambiental y que sean totalmente amigables con el medio ambiente desde el uso de sus materiales hasta la energía usada cuando este en uso.

Figura 1

Eco-Living Resort Forest Camp - Gales



Tomado de “Pacific Domes Inc.” por Eco de Resort Domes. 2011. (<https://pacificdomes.com/eco-living-resort-forest-camp-wales/>)

Figura 2

Carpas de Meditación y Cúpulas de Estudio de Yoga de Pacific Domes



Tomado de “Pacific Domes Inc.” Eco de Resort Domes. 2015. (<https://pacificdomes.com/yoga-has-found-its-perfect-home-in-a-pacific-dome-at-nectar-yoga/>)

Existen materiales de uso convencionales para la construcción de domos en el Glamping que son muy comunes, como PVC, poliuretano, vinilo, poliéster, acrílico, hierro galvanizado y aluminio, por lo cual una gran preocupación es sin duda alguna el gran consumo energético y el impacto ambiental que

es generado a causa de la producción de estos elementos constructivos, provocando así una dependencia a los productos que son nocivos para el medio ambiente.

3.2 Delimitación del Problema

Al realizar una investigación de los conceptos básicos del Glamping y sus características se podrán escoger y delimitar los materiales para la realización de un domo geodésico además de que se utilice una energía completamente limpia y amigable con el medio ambiente cuando el mismo ya esté en uso.

4. objetivo general

4.1 Diseñar un prototipo de domo geodésico construido en guadua (*Angustifolia 'Kunth'*) para el desarrollo de Glamping en Colombia.

4.2 Objetivos Específicos

4.2.1 Estudiar los distintos tipos de domos geodésicos que existen, su historia, sus beneficios y características que puedan ser de gran aporte para este proyecto.

4.2.2 Analizar la Guadua (*Angustifolia 'Kunth'*) y el junco (*schoenoplectus californicus*) como material constructivo con sus propiedades y características, definiendo las uniones y articulaciones que serán empleadas en el diseño y elaboración del prototipo.

4.2.3 Comprender el concepto del Glamping con todas sus características y aplicaciones en la actualidad.

4.2.4 Diseñar un domo geodésico con materiales amigables con el medio ambiente como guadua (*Angustifolia Kunth*), junco (*schoenoplectus californicus*) y paneles solares que se adapte las características que comprende el Glamping.

5. Hipótesis

Es posible construir un domo geodésico en guadua (*Angustifolia 'Kunth'*) para Glamping a partir de elementos existentes, como lo es también la demostración de su funcionamiento y desempeño en un caso real por medio del modelado en software y planimetría. La efectividad de los elementos que lo componen y del modelo como tal para la industria del Glamping.

6. Justificación

En la actualidad ha surgido una nueva tendencia y más que una tendencia esta se define como la industria turística y hotelera del Glamping, que en pocas palabras se trata de “acampar con algunas comodidades y lujos de nuestro hogar” (Glamping Hub, s.f., párr. 1); es allí en donde existe un concepto clave: menos, es más mientras que en los alojamientos como hoteles; los costos constructivos suelen ser elevados, en donde los materiales y energía empleados son bastante altos, el Glamping reúne una serie características comprometidas con el cuidado del medio ambiente y a su vez aprovecha los elementos de la naturaleza disponibles. Por esta razón surge la idea de desarrollar un prototipo enfocado al Glamping, a partir de un domo geodésico construido con guadua (*Angustifolia 'Kunth'*), para lo cual este material reúne los requerimientos y conceptos básicos de esta técnica de acampado.

Partiendo de uniones y elementos constructivos existentes en la construcción de domos se llevará a cabo el desarrollo diseño de nuestro prototipo, para ejecutar un proceso constructivo como este, se desarrollan métodos propios e integrales dependiendo de la estructura y/o a partir de sistemas tradicionales como la inyección de mortero con varilla roscada, entre otros. Es nuestra iniciativa realizar una investigación en pro de diseñar y efectuar una mejora en los tipos de uniones propuestas en el mercado y puntualmente por el arquitecto indonesio Andry Widyowijatnoko en reticulados con fines arquitectónicos. Dado esto es importante conocer y explorar el material doctoral del Arquitecto Andry según Pinzon (2017) y poder así tener un referente importante desde su vista técnica constructiva aplicada de su unión planteada. Lo primero que debemos hacer es adentrarnos en conceptos como el Glamping y conocer el material sobre el cual se centra este proyecto: la guadua y su caracterización; de acuerdo a Cely et al. (2012) y el proceso constructivo de un domo geodésico. Entendiendo estos métodos e identificando las falencias actuales que presentan las uniones y elementos utilizados en los domos se puede continuar con el proceso y proponer un prototipo tipo de eficaz. Se pueden abordar

diseños interesantes que permitan aprovechar y mejorar las propuestas del arquitecto indonesio y en general al proceso y técnica constructiva con guadua. La metodología escogida para trabajar será:

1. Documentación e investigación y fundamentación sobre los domos geodésicos y su construcción, como también sobre el Glamping y la guadua como material. En esta etapa se recopila la información existente proveniente de las fuentes bibliográficas referentes a estos temas, por ejemplo; la tesis doctoral del arquitecto Andry Widyowijatnoko según Pinzon (2017), también se tomará la información de expertos en cada tema como lo es la propuesta presentada en CECAR (2018), -Corporación Universitaria de Caribe- por nuestro profesor y arquitecto Manuel Fernando Martínez Forero según Pinzon (2017), en donde también propone mejoras para las uniones en bambú, por otra parte se aborda como punto de partida la “empresa sevillana Glamping Hub” mundialmente reconocida en el sector de viajes y turismo del Glamping. posteriormente se evalúa, analiza y adopta las propuesta y técnica más favorables para a su vez arrojar conclusiones positivas y que aporten gran material a la investigación.
2. Diseñar y escoger los componentes del prototipo que se va a desarrollar en construcción de un domo geodésico en guadua enfocado al Glamping.
3. Construir un domo geodésico en guadua haciendo usos de las uniones y elementos existentes y mejorados, con el fin de demostrar el funcionamiento de estas, el comportamiento y sus beneficios, con respecto al enfoque escogida y evaluarlo en función de las características que tiene el Glamping y si cumple con dichos requerimientos, proponiendo así su aplicación en esta industria.

7. Metodología

1. Partir de la revisión, documentación e investigación y fundamentación de referentes bibliográficos sobre Glamping, los domos geodésicos y su construcción, así como también la guadua como material constructivo y los tipos de uniones.

2. Indagación y conocimiento del material con “guadua” el cual se construyen los domos, tipos, beneficios, usos, patologías, centrándose en la condición anisotrópica como material.

3. Mejorar y escoger los componentes de las uniones y elementos que se va a desarrollar para la construcción de un domo geodésico en guadua para Glamping.

4. Se toma como referentes propuestos de diseños de uniones actuales y se reconocen los aspectos favorables de estas para luego proponer mejoras y obtener excelentes resultados con respecto a los existentes.

8. ¿Qué beneficios traería este prototipo?

1. Construir domos para glamping en guadua de manera rápida.
2. Construir domos de forma estándar en la industria glamping.
3. Optimizar procesos constructivos en la realización de domos para glamping.
4. Disminución de costos en los procesos constructivos de domos para glamping.
5. Diversos usos con respecto a los tipos de domos existentes en el Glamping.

9. ¿Cómo proponer esta solución constructiva?

Estudiar y comprender los tipos de domos que existen, así como también el material (Guadua angustifolia 'Kunth') con el cual se va a desarrollar este proyecto, teniendo en cuenta los modelos, clasificación de uniones y articulaciones empleados en la construcción con guadua.

1. Escoger el tipo de material.
2. Escoger el tipo de diseño a mejorar.
3. Diseñar y elaborar prototipos que nos permitan un acercamiento con el material y el tipo de estructura reticulada que escogimos.

Es importante tener en cuenta la experiencia de los constructores de domos en guadua a los cuales por medio de indagaciones nos permitirán identificar con qué tipo de necesidades se enfrenta a la hora de realizar un domo geodésico en guadua.

Luego de establecer el diseño con el cual se va a trabajar este debe someterse a pruebas de carga en el laboratorio.

Según los resultados obtenidos de las pruebas de podrá determinar si el uso de la unión adaptable para domos geodésicos en guadua puede utilizarse en casos caso reales y si sus resultados son los esperados luego de realizar este proyecto.

Luego de realizado un análisis profundo entre la teoría, la investigación y los resultados, se procede a realizar las respectivas correcciones en nuestro proyecto, para así proponer un diseño definitivo y aplicable, luego de esto se podrá concluir con un concepto favorable de nuestro diseño. Construir un domo geodésico en guadua haciendo usos de las uniones adaptables y mejoradas, con el fin de demostrar el funcionamiento de estas, el comportamiento y sus beneficios, proponiendo así ejemplos de aplicación en la elaboración de otros tipos de reticulados en guadua.

10. Marco Teórico

10.1 ¿Qué es un domo geodésico?

Los domos se definen como estructuras espaciales de un peso bajo, los esfuerzos que resisten se transmiten en tres dimensiones, también pueden ser un espacio habitable que de cierta manera aprovecha su simetría de tal forma que no es necesario utilizar soportes y columnas en su diseño según De Lózar (2013), igualmente saca provecho de su estabilidad, así como poseer un área menor de pared por unidad de volumen interno. Se considera como la creación arquitectónica hecha por el hombre que alberga la mayor cuantía de volumen sin prescindir de soportes dentro de sí, esto debido a su forma esférica, se potencia la propiedad característica de las esferas, que es ser la configuración más estable existente, propiedad que puede ser evidenciada hasta en nivel molecular.

El nombre domo geodésico, o “geodesic dome” en inglés, se debe a su padre, uno de los arquitectos más visionarios del siglo XIX, Richard Buckminster Fuller debido a la forma y origen del diseño de estas. La palabra “domo” es sinónimo de cúpula, que significa la forma de media esfera aproximada; mientras que la palabra “geodésico” nace de la ciencia de la geología llamada geodesia, que corresponde a la ciencia matemática que se dedica a determinar la magnitud y figura del globo terrestre, en esta ciencia se estipula a la distancia más corta dada entre dos puntos en una esfera que es una línea recta con forma de arco. Actualmente el nombre utilizado en el mercado es “Geo domo”, o “Geo dome” en inglés, ambas corresponden a una abreviación del nombre en inglés dado por Buckminster Fuller.

Buckminster Fuller fue el primero en patentar este tipo de estructuras. Los diseños que se encontraban en sus patentes se caracterizaban por tener una impresionante linealidad geométrica en sus componentes estructurales. Los primeros diseños que Buckminster nacieron del dodecaedro, al igual

que Bauersfeld años atrás; posteriormente migró al uso de otro sólido platónico conocido como icosaedro.

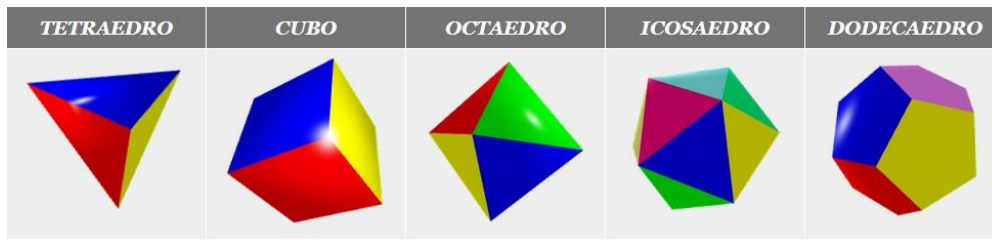
La idea principal con la que se diseñaron estas estructuras partían de utilizar uno de los sólidos platónicos y separarlo en n ángulos, por esto fue que Buckminster prefirió seguir con el icosaedro, ya que el dodecaedro se compone de 12 pentágonos, mientras que el icosaedro se compone de 20 triángulos equiláteros, haciendo más sencillo el incremento del tamaño del domo, esto lo logró dividiendo los n triángulos ya presentes en el icosaedro, obteniendo a lo que el llamo una frecuencia de arcos mayor, mejorando las propiedades físicas de la estructura y aproximándose más a una forma de esfera.

Buckminster Fuller tiene numerosas patentes, una de las más relevantes es la U.S. Patent No 2,682,235 publicada el 29 de junio de 1954, en esta describe la base del diseño y construcción para un domo geodésico, según Brakke y Díaz, (2016). En esta patente se refiere a su invento como un armazón de bajo peso diseñado para encerrar una gran cantidad de espacio volumétricos.

Las estructuras que diseño Fuller son conocidas por sus miembros estructuralmente uniformes y estables, ya que, al tratarse de uniones en tres direcciones, que nacen del trazo de líneas geodésicas entrecruzadas, permite obtener una armadura que actúa como una membrana, logrando absorber y distribuir grandes cargas entre todos sus componentes. Esto le permitió diseñarla con materiales económicos, disminuyendo el peso de ella, haciendo resaltar por la relación entre el área cubierta y el peso, mejorando por mucho la de las estructuras convencionales.

10.2 Los Sólidos Platónicos

Los sólidos platónicos (figura 3) son parte fundamental de la historia de la matemática, fueron descubiertos en la antigua Grecia, pero fueron estudiados formalmente alrededor del año 300 a.c por Euclides. Se tratan de poliedros regulares, lo que significa que es un cuerpo volumétrico cuyas caras son todas polígonos regulares iguales, por lo tanto, también sus vértices son todos iguales.

Figura 3*Sólidos platónicos*

Tomado de "Geometría Sagrada". Por La Proporción Aurea en la Vida y la Ciencia, y mucho más. (<http://www.sacred-geometry.es>)

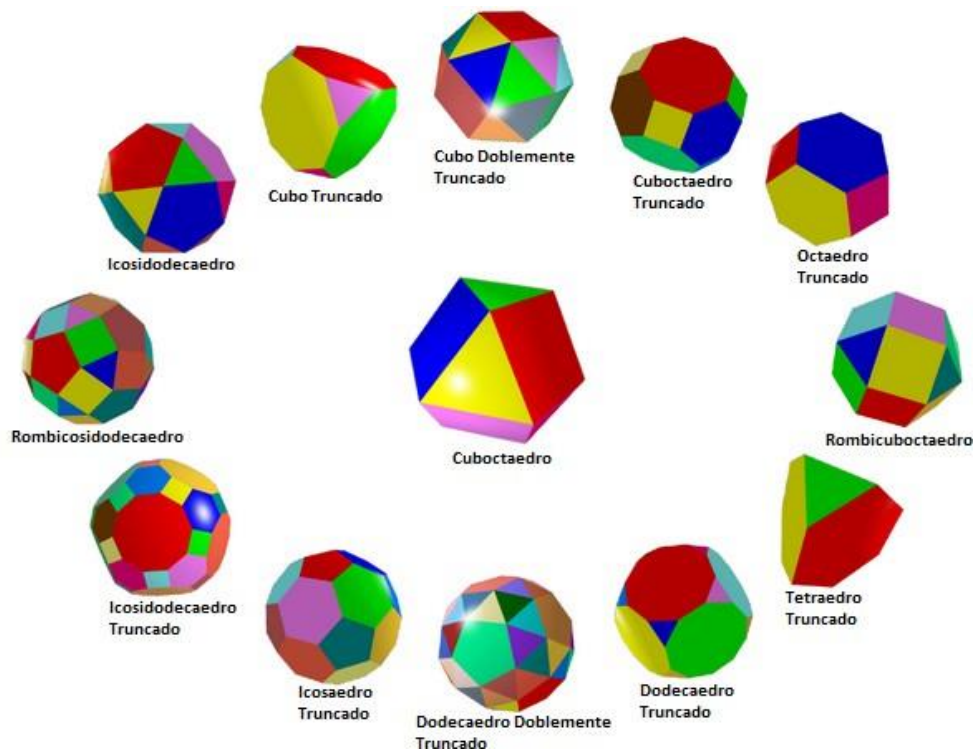
Posteriormente surgieron los sólidos arquimedianos, que únicamente pueden existir trece por su propia definición. Estos poliedros convexos, como se muestra en la ilustración 3.2, tienen todos sus vértices y aristas iguales y sus caras están compuestas por polígonos regulares. solamente que en este caso dichos polígonos regulares no tienen que ser los mismos.

Hay cinco sólidos arquimedianos que se derivan de los sólidos platónicos a través de un truncamiento de los vértices. Este corte parcial de todas las puntas se define con un plano cuya normal va del vértice al centro del poliedro regular (figura 4).

El resto de estos sólidos se derivan ya sea de trincar (figura 5) dos sólidos platónicos duales o de realizar una expansión de estos y rellenar los espacios vacíos que se generan con otros polígonos regulares.

Figura 4

Sólidos Arquimedianos



Tomado de "Geometría Sagrada". Por La Proporción Aurea en la Vida y la Ciencia, y mucho más. (<http://www.sacred-geometry.es>)

Figura 5

Sólidos Platónicos Truncados



Tomado de "Geometría Sagrada". Por La Proporción Aurea en la Vida y la Ciencia, y mucho más. (<http://www.sacred-geometry.es>)

Se puede sintetizar enunciando que es una cúpula o cúpula geodésica, algo perfecto para instaurar espacios únicos e impactantes, pero en realidad es una figura geométrica que nos entusiasma y nos seduce desde el primer momento.

Un domo geodésico (figura 6) es una unidad de una esfera geodésica, en la cual su forma está asentada en la figura de un icosaedro. La parcelación que se haga de esta figura inicial determina la frecuencia de la cúpula. Son estructuras inteligentes con gran rendimiento y que deben crear un ambiente armónico, por la ausencia de columnas o pilares. Simultáneamente, al ser una estructura fractal, se conciben fuertes resistencias de cargas con cuantías de material menores a las que se usan en la arquitectura usual.

Figura 6

Estructura Domo Geodésico



Tomado de "Estructura Domo." Por Denia. 2019. (<https://tinyurl.com/y72kxyv3>)

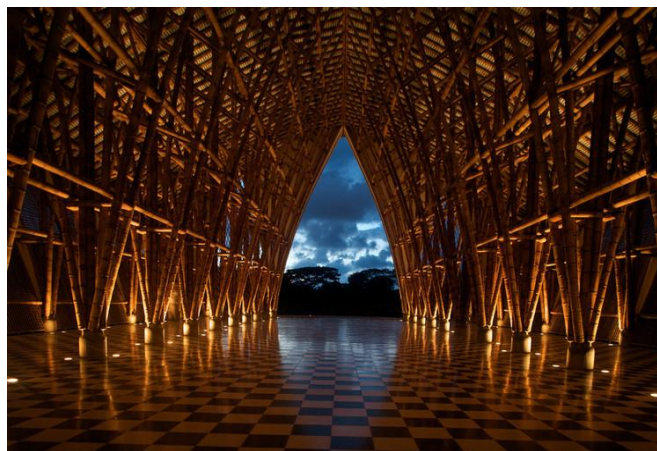
El domo o cúpula geodésica es un sistema especialmente atrayente, llama la atención por su forma no tan usual y su exclusividad. Pero lo realmente distintivo es que puede usarse para diferentes fines y funcionar de manera perfecta; ya sea para laboratorio, domo para eventos, una residencia, sala de actividades, museo, invernadero, bar y los fines que te puedas imaginar que pueden existir.

Figura 7*Usos Domo Geodésico*

Tomado de "Domos." Por Ovacen. 2019. (<https://tinyurl.com/ybbmj2m9>)

10.3 La guadua como material

El bambú es un material de construcción que es renovable, ecológico y ampliamente disponible. Se ha utilizado durante mucho tiempo en diversos proyectos, desde estructuras temporales, fácilmente ensamblables y rectilíneas hasta complejos pabellones de forma libre (figura 8).

Figura 8*Construcciones en Guadua*

Tomado de "Construcciones en Guadua: una técnica local en Colombia que debes conocer." Por Archdaily. 2018. (<https://www.archdaily.co/co/892457/construcciones-en-guadua-una-tecnica-local-en-colombia-que-debes-conocer>)

El diseño con bambú nunca ha sido fácil para arquitectos e ingenieros debido a su forma irregular y sección redonda. Esto provoca la necesidad de desarrollar un nuevo proceso de diseño que pueda acomodar aquellas propiedades que impiden que el bambú sea utilizado por los diseñadores. En este apartado, echamos un vistazo de cerca a la estructura de diseño de forma libre y, específicamente, demostramos cómo sistemática y algoritmos de modelado paramétrico se puede utilizar para hacer frente bambú irregularidades materiales y bambú desafíos de articulación. Se propone un proceso de optimización de dos etapas para soportar un diseño de estructura de forma libre fabricable mediante la codificación de las propiedades del material y la optimización de la forma de forma libre. El enfoque se aproxima a la forma de forma libre dada utilizando un conjunto finito de elementos únicos de bambú, manteniendo la intención del diseño estético. Al limitar el número de elementos de bambú, proporcionará información tanto a los diseñadores como a los ingenieros sobre la eficiencia y los beneficios de costo de producir los elementos de estructura necesarios para el ensamblaje final.

Para López (2003): “El bambú no es un árbol, ya que es considerado por la mayoría de la gente, pero una hierba arborescente gigante o, en otras palabras, un pasto gigante” (p. 22). Según Rubio (2015): “La guadua está dotada y rodeada de condiciones que la hacen ideal para distintos campos de aprovechamiento” (p. 24).

10.4 Análisis de esta y otras propuestas.

Por su parte el arquitecto Manuel Fernando Martínez propone la unión conformada por una abrazadera mediante dos mitades a partir de platinas independientes, incorporadas entre sí por medio de tornillos, de modo tal que admitan la adherencia a la guadua sin efectuar perforaciones en las paredes de la guadua, buscando distribuir el esfuerzo en el mayor perímetro posible de las cañas.

Cada media abrazadera tiene soldado en su lateral exterior, un tornillo alineado en el centro, lo que deja conectarse por medio de platinas secundarias a otras abrazaderas, de modo complementario, cuando la abrazadera se sitúa alrededor de la guadua, estos tornillos funcionan como un pivote, lo que permite la posibilidad de acomodarse a cualquier ángulo, e impide la concentración de momentos que se probó en la unión Díaz – Gómez.

A través de la variación de las longitudes de las platinas secundarias, se logran atender nudos rígidos mediante la triangulación de elementos, conservando esfuerzos de tracción y compresión en las guaduas, permitiendo acondicionarse a desiguales geometrías.

10.5 El Junco como material

El Junco, se describe como un material a base de una planta herbácea que “hace parte de la familia de las juncáceas encontradas habitualmente en bosques, pantanos y humedales; su nombre es proveniente del latín que significa para unir o para enlazar y está relacionado directamente con la resistencia de esta” (Guía de Jardinería, 2015, párr. 1) su origen es propio de la cuenca mediterránea y se encuentra en zonas húmedas del continente americano y africano. Se ha utilizado a través de la historia como material auténticamente impermeable.

En Colombia se ha encontrado en Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño y Putumayo, desde el nivel del mar hasta 2700 m de altura; crece en sitios abiertos e iluminados, sobre suelos cenagosos, en zonas palustres, como charcas, bordes de lagunas, pantanos y orillas de ríos, entre grandes extensiones. (Artesanías de Colombia, 2008, párr. 5.)

El Junco como material se va utilizar en la parte de la cubierta dado que, aunque en Colombia no se emplea aun, en otros países si hay una industria dedicada a este fin específico, decidimos trabajar con este material ya que como lo mencionamos anteriormente queremos un distintivo que tenga estilo y el Junco transmite un toque natural además de ser completamente duradero debido a sus

propiedades aislantes que descartan la necesidad de emplear materiales aislantes adicionales es decir es totalmente impermeable y además repele los rayos UVA a lo que podemos adicionar que es un material 100% orgánico y completamente sostenible.

Figura 9

Techo de Junco



Tomado de "El Junco africano." Por Capereed. 2019. (<https://capereed.com/que-hacemos/el-junco-africano/techos-de-junco/?lang=es>)

En realidad, el procesamiento del material no es nada complejo dado que este material es muy fácil de trabajar, el junco debe tener un proceso de secado y luego de esto se forman aproximadamente 3 capas de material dependiendo del espesor que se quiera lograr en este caso se iniciaría con 5 cm y a partir de este se llevaran a cabo pruebas para saber si el material logra ser completamente impermeable con este espesor o se requiere que sea más grueso, luego de esto se lleva a cabo un proceso de prensado y de sujetado que forme los paneles que serán luego debidamente ubicados de manera vertical en la estructura.

10.6 ¿Qué es el Glamping?

Seguramente en alguna ocasión hayas escuchado a tu alrededor el termino Glamping o a tus amigos y conocidos decir nos vamos de Glamping, los medios les hacen resonancia a estas escapadas y

en las propuestas más sonadas se puede ver recurrentemente diferentes sitios (figura 10) para conectarse con la naturaleza de una forma diferente; rustica, pero a la vez moderna.

La palabra que en menos de lo que pensamos hará su entrada a la RAE se puede resumir en un solo concepto que se trata de una nueva forma de hacer camping que cada vez se convierte más popular. Entonces, el termino es la suma de dos palabras “Glamour + Camping.”

Figura 10

Domo Geodésico con Cubierta de PVC, Vinilo y Poliéster



Tomado de “Domos para Glamping y hoteles” Por Domo Geodésicos. 2010. (<https://tinyurl.com/yclsal3y>)

Esto más o menos lo resume todo, aunque en teoría, termina siendo contradictoria la combinación entrambos conceptos. Siendo más exactos presenta una nueva promesa de alojamientos que proponen los campings con una propuesta que condensa la suntuosidad de encontrar una alta comodidad en un alojamiento respectivamente sencillo y adicionalmente en contacto con la naturaleza.

En efecto, aunque corresponde a un anglicismo, la palabra glamour en la RAE (Real Academia Española) se define así: “Encanto sensual, que fascina” (RAE, 2005, párr. 1) y originalmente de hecho se describía a como un tipo de hechizo mágico o encantamiento que conmovía la percepción visual de una persona hacia un objeto o hacia una persona que se ve de una manera atractiva, magnífica o glorificada frente a los ojos del hechizado.

Y de eso se trata efectivamente, como lo dijimos anteriormente, una de las características diferenciales del Glamping es que la persona es gratamente asombrada con un tipo de alojamiento que da un aire totalmente distinto a tu rutina y a la vez te envuelve en el inesperado confort que ofrece, además del especial efecto encantador que hace vibrar tus emociones.

10.7 Acampada, camping, historia de la acampada

La palabra Glamping no cuenta con una definición de común reconocimiento. Sin embargo, su actividad se ha realizado durante cientos de años. Fue comúnmente reconocida a principios del siglo XX, cuando ciudadanos del continente europeo lo practicaban en sus viajes a África. (Surenio, 2021, párr. 1).

Desde este entonces su reconocimiento estuvo estrechamente relacionado con el *camping*, de allí surge un menester de entender esta actividad para definir el Glamping. Para (Ucha, 2013) acampada se define cómo:

Aquella actividad tan común que llevan a cabo los seres humanos y que consiste en instalarse de modo temporal al aire, albergándose y protegiéndose de la intemperie, especialmente cuando cae la noche o las condiciones climáticas son adversas, en carpas (párr. 1).

Existen varios tipos de acampadas: 1) Rural, que son reconocidos por estar apartados de la ciudad y tener un contacto estrecho con la naturaleza, 2) Turística/Recreativa, caracterizada por estar acondicionada para mayor practicidad, rodeadas de menor medida por naturaleza 3) Juvenil: organizadas por instituciones que tiene como objetivo fomentar la convivencia de sus participantes, 4) Libre, realizada fuera de campings o entornos habilitados para esta práctica, se considera más extrema que anteriores y peligrosa, 5) Militar/Scout, tiene como objetivo la enseñanza de prácticas de supervivencia en la naturaleza y 6) Vivac, la más extrema de todas. Puede inclusive consistir en que sus participantes (alpinistas o montañistas) duerman completamente expuestos, solo con una bolsa de supervivencia.

De acuerdo con la gran variedad de tipos de campings, la tipología turística/recreativa es la más relacionada con el Glamping, por su objetivo de brindar comodidad en medio de la naturaleza. De allí su relación con el camping.

Luego de ver las definiciones de acampada y camping, entenderemos su diferencia principal: La acampada (trivialmente conocida como camping) es principalmente reconocida por que la precede una adecuación del espacio para ser destinada a dicha actividad, otra de sus características es que facilita a sus participantes el acceso a comodidades cotidianas en las metrópolis (electricidad, duchas, cocina, y despensa)

Por otro lado, la principal característica y diferencia con el camping es que está destinado a actividades deportivas (no la precede un acondicionamiento del espacio para su ejecución) por lo que pueden ser más explorativa y a su vez sin el tipo de comodidades mencionadas en el párrafo anterior.

El origen del uso de las carpas (elemento esencial en el camping) tiene como partida la prehistoria, utilizada por las sociedades nómadas (figura 11) que a hoy don una población de 30millones de personas en todo el mundo.

Figura 11

Carpa Benudia (comunidad nómada)



Tomado de "Mi Escape al desierto." Por Blog de Jesús Rosas. 2025. (<http://jesusrosas.com/revista/2015/06/24/mi-escape-al-desierto/>)

10.8 Paneles Solares.

Para este apartado iniciaremos entendiendo el funcionamiento del panel solar. De acuerdo a la definición de (Efimarket, 2018) un panel solar es:

...un dispositivo que aprovecha la energía del sol para producir calor o electricidad y funciona permitiendo que las partículas de luz golpeen electrones libres de átomos, generando un flujo de electricidad, los paneles solares como tal constan con varias unidades pequeñas llamadas células fotovoltaicas y muchas células entre si forman un panel solar. (párr. 2)

El sistema a implementar es el off grid que es un sistema aislado de la red eléctrica y funciona con baterías, este además de tener respaldo de energía es ideal para aplicaciones aisladas que no disponen de electricidad para sustentar cargas específicas (figura 12).

Figura 12

Panel Solar Triangular



Tomado de "Trienergía TRlxxxDM-RR" Por Archiproducts. 2021.
(https://www.archiproducts.com/es/productos/coenergia/modulo-fotovoltaico-monocristalino-trienergía-trixxxbc-triangular_312758)

Para el proyecto es necesario implementar 3 de estos paneles solares dado que cada uno tiene aproximadamente 110 V y para el proyecto se requiere aproximadamente 350 V que sea capaz de

sustentar la iluminación, calentador de agua y una nevera de tamaño pequeño sin implementar tv ni radio ya que la idea principal es aislarse y conectarse con la naturaleza.

11. Proceso constructivo

En primer lugar, el domo está constituido de guadua en su gran mayoría (a partir de un icosaedro geodésico) de frecuencia $V:3 \frac{5}{9}$, Compuesto de pentágonos, hexágonos y hexágonos medios, se deben construir 105 triángulos o caras, por medio de 165 barras de guadua en donde cada vara tiene 4 cm de diámetro.

El domo contará con 61 nudos de las cuales:15 son de 4 puntos ubicadas en el primer nivel,15 de 6 puntos ubicadas en el segundo nivel, 10 de 6 puntos ubicadas en el tercer nivel,5 de 5 puntos ubicadas en el tercer nivel, 10 de 6 puntos ubicadas en el cuarto nivel, 6 de 6 puntos ubicados en el quinto nivel.

Su cubierta será un entramado fino de junco, acompañado de Paneles solares y ventanas para brindar iluminación. Su cimiento y posicionamiento serán en una plataforma de madera tipo terraza con balcón.

Los 3 paneles solares estarán ubicados en la cubierta del domo distribuidos uno al frente y los 2 restantes en los laterales.

Nuestro proyecto es consiste en un domo geodésico construido en guadua *Angustifolia Kunth* orientado al Glamping, que maneja un concepto amigable con el medio ambiente y más cercano a este, por medio de la utilización de algunos materiales renovables y energía solar, para brindar alojamiento con unas condiciones y características especiales brindado una experiencia cercana a la naturaleza.

12. Descripción

- 6 m diámetro
- 28 m²
- Tamaño y peso
- Área del piso: 28 metros cuadrados
- Altura del centro del techo: 3.60 metros
- Aprox. Peso: 900 kg.
- Paquete de cubierta 200 ml
- Ventanas: $1.8 \times 50 = 90$ m²
- Puerta: 1.20×2.27
- Ingeniería
- N. ° de barras: 165
- N. ° de nudos: 61
- Frecuencia: 3
- Viento máximo: 100 mph

13. Componentes

El domo está constituido de guadua en su gran mayoría (a partir de un icosaedro geodésico) de frecuencia $V:3 \frac{5}{9}$, Compuesto de pentágonos, hexágonos y hexágonos medios.

- Se deben construir 105 triángulos o caras.
- Por medio de 165 barras de guadua de 1.2 m.
- Cada barra de 8 cm de diámetro.

El domo contará con 61 nudos de las cuales: 1) 15 son de 4 puntos ubicadas en el primer nivel, 15 de 6 puntos ubicadas en el segundo nivel, 10 de puntos ubicados en el tercer nivel, 5 de 5 puntos ubicadas en el tercer nivel, 10 de 6 puntos ubicadas en el cuarto nivel, 6 de 6 puntos ubicados en el quinto nivel y 2) Su cubierta será un entramado fino de junco (*schoenoplectus californicus*), acompañado de Paneles solares y ventanas para brindar iluminación. Su cimientos y posicionamiento serán en una plataforma de madera tipo terraza con balcón.

14. Pruebas de validación

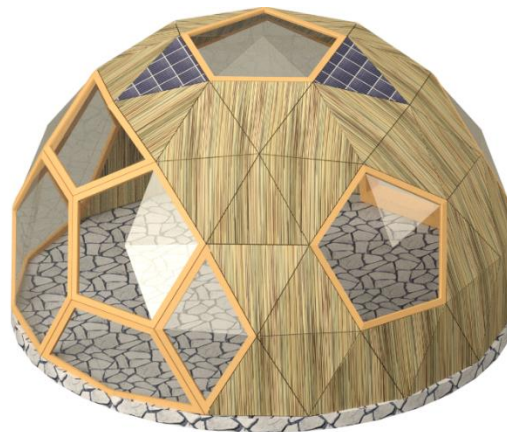
Se realizaron pruebas de diseño por medio de software AutoCAD y se determinó que el espacio es habitable, cómodo, y cumple con la resistencia para soportar factores del clima, sol e intemperie, por otro lado, se tuvo en cuenta la tradición de los elementos naturales y el uso de estos para determinar la vida útil del prototipo en condiciones extremas.

15. Resultado final

A continuación, se encuentra la representación gráfica del proyecto (figura 13 y figura 14).

Figura 13

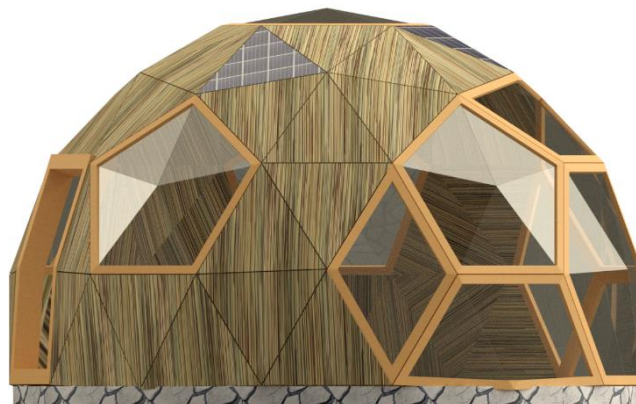
Domo Vista Superior Geodésico Construido en Guadua: Orientado al Glamping



Tomado de "Elaboración propia" Por Franduarz, B. Jeysson, A. 2020.

Figura 14

Domo Vista Frontal Geodésico Construido en Guadua: Orientado al Glamping



Tomado de "Elaboración propia" Por Franduarz, B. Jeysson, A. 2020.

16. Conclusiones

- Es posible modelar un prototipo elaborado con materiales renovables y por tanto amigables con el medio ambiente que permita transformar la manera de ver la industria del turismo sin perder el glamour y las comodidades necesarias para una estadía inolvidable y estar así en completa armonía con la naturaleza.
- Modelar el proceso constructivo del proyecto nos permite reconocer ampliamente las variables determinantes en el mismo que nos llevan a concluir que es un proyecto totalmente viable y que permite optimizar los costos además de ser completamente sostenible.
- La vida útil del proyecto a pesar de ser elaborado con materiales biodegradables es amplia y permite además su renovación y mantenimiento con costos asequibles y rentables de una manera que genera el aprovechamiento total de los recursos.
- Materiales esenciales en el prototipo como la guadua y el junco son materiales de bajo costo vs el beneficio obtenido y la vida útil de los mismos además determinan toda la favorabilidad del proyecto dado que son altamente resistentes.
- Se logró obtener una propuesta completamente competitiva en el mercado del turismo del Glamping por tener la oferta atractiva de brindar un servicio sintiéndonos total y absolutamente responsables con el medio ambiente, lo que es esencial en nuestros tiempos para un gran porcentaje de turistas.

17. Lista de Referencias

Acampada y Senderismo. (s.f.). *Qué es la Acampada*.

https://acampadaysenderismo.com/acampada-definicion-caracteristicas/#Tipos_de_acampada

Artesanías de Colombia. (2008). Fibras vegetales empleadas en artesanías en Colombia" Bogotá, Colombia. http://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/GlosarioPalabra/junco_264

Cely Moreno, L., Hernandez, W. & Gutierrez, O. (2012). Caracterización de la Guadua

Angustifolia Kunth cultivada en Miraflores (Boyacá) de acuerdo con la NSR-10. *Revista Facultad de Ingeniería*, 21(3353). 53-71.

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Afv_d1QXBdYJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4766844.pdf+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=co

Bembibre, C. (2021, enero). *Definición de Camping*. Obtenido de Definición ABC:

<https://www.definicionabc.com/deporte/camping.php>

Brake, A. & Díaz, I. (2016, 9-13 mayo). Formas Innovadoras y Sustentables Construidas en

Guadua. En *XIII Foro Académico de Diseño*. http://festivaldelaimagen.com/wp-content/uploads/2017/07/ARON_BREQUE-IVANNA_DIAZ.pdf

CECAR . (2018, 29 de octubre). *VIII Congreso de la Construcción y la Arquitectura Sostenible*.

<http://agenciadenoticias.cecar.edu.co/component/k2/item/6203-viii-congreso-de-la-construccion-y-la-arquitectura-sostenible.html>

Denomades. (2016, 8 de septiembre). *Islas de Uros: Todo lo que necesitas saber*. El tiempo.

<https://www.eltiempo.com/vida/viajar/que-es-el-glamping-y-donde-se-puede-hacer-en-colombia-76332>

Efimarket. (2018, 9 de Marzo). *¿Cómo funcionan los paneles solares?*

<https://www.efimarket.com/blog/pero-como-funcionan-los-paneles-solares/>

El Tiempo. (2017, 09 de Abril). *El 'Glamping', un hotel 5 estrellas bajo las estrellas*.

<http://www.eltiempo.com/vida/viajar/que-es-el-glamping-y-donde-se-puede-hacer-en-colombia-76332>

Glamping Hub. (s,f). *¿Qué es Glamping?* <https://glampinghub.com/es/que-es-glamping/>

Glamping.com. (2018). *Por qué Glamping es la mejor forma de viajar ecológicamente*.

<https://www.glamping.com/>

Guia de Jardinería. (2015, 16 de Mayo). *El Junco Materia Prima Natural*.

<https://www.guiadejardineria.com/el-junco-materia-prima-natural/>

Lopez, O. H. (2003). *Bamboo - The Gift of the Gods*. Colombia S.A.

Lózar, M. d. (2013, agosto). Domo House en Carbondale, Illinois. R.B. Fuller, 1960. *ARQ*

(Santiago), (84). 14-27. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962013000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Pinzon, A. (2017, Mayo). *Instrucción e Implementación Unión Lashing Joint Eye Bolt Andry*

Widyowyjatnoko en Reticulados. [Trabajo de grado, Universidad la Gran Colombia].

Repositorio institucional.

<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4032/monografia-Leonardo.pdf?sequence=1>

Pinzon, A. L. (2017, 30 de Mayo). OKOfacil. Universidad Gran Colombia.

<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4032/p%201.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

RAE. (2005). *Diccionario panhispánico de dudas*. Obtenido de Real Academia Española:

<https://www.rae.es/dpd/glamur>

Rubio, L. (2015). *Arte y Mañas de la Guadua, una Guía Sobre el Uso Productivo de un*.

CreateSpace.

Surenio. (2021, 11 de abril). *Historia del glamping*. [https://www.surenio.com.ar/historia-del-](https://www.surenio.com.ar/historia-del-glamping/)

[glamping/](https://www.surenio.com.ar/historia-del-glamping/)

Ucha, F. (2013, octubre). *Definición de Acampar*.

<https://www.definicionabc.com/general/acampar.php>

Widyowjatnoko, A. (2012, 13 de Julio). *Traditional and Innovate Joints in Bamboo*

Construction. <https://www.yumpu.com/en/document/read/10759716/traditional-and-innovative-joints-in-bamboo->