

## 1. La ciencia y la tecnología en la producción de innovación y transformación social

### **Interacción Programática: Un sistema constructivo basado en fabricación digital al servicio de la comunidad.**

Autor: Anido, José Germán; germananido@gmail.com

Co-autora: Ferreiroa, Silvina Alejandra; silvina.ferreiroa@gmail.com

Orientadora: Carnicero, Andrea; andrea.carnicero@gmail.com

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional de La Plata

---

### **Resumen**

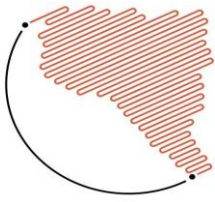
Interacción Programática es una alternativa a las prácticas actuales de soluciones para la vivienda de emergencia, un sistema constructivo adaptativo e interactivo, destinado a ser escalado y explorado con el fin de proteger y acoger a personas en situación de emergencia. Utilizando los sistemas paramétricos que nos ayudan a entregar información al proyecto gestionando datos estadísticos y métricos, se puede visualizar el impacto potencial por cada variación de los datos que impactarán en el proyecto, el cuál se adaptará a la información recibida. El proyecto trata entonces de convertirse en un sistema dinámico a través del intercambio de información logrando un resultado de mayor optimización y performatividad, involucrando a la comunidad no solo en el proceso creativo sino en su propia fabricación y emplazamiento.

### **Objetivos:**

- Aportar al desarrollo de una alternativa de refugio adaptable a diversas situaciones.
- Compartir resultados obtenidos a organizaciones sociales sin fines de lucro para favorecer al desarrollo de proyectos algorítmicos.

### **Materiales y Metodología:**

En la actualidad, los modos de proyectar en arquitectura hacen uso de la informática y los más avanzados incorporan una nueva herramienta al diseño, la ciencia de datos. En sintonía con esto, y como continuación del camino desarrollado en nuestras anteriores investigaciones, profundizaremos algunos temas relacionados con el diseño proyectual paramétrico en relación a módulos habitacionales.



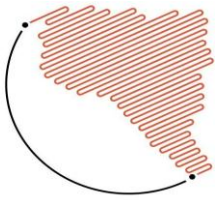
**XXVII** JORNADAS DE JOVENS  
PESQUISADORES  
23 A 25 DE OUTUBRO DE 2019  
A ciência e a tecnologia na produção  
de inovação e transformação social



### Principales Resultados:

En el proceso de investigación hemos logrado incorporar variables que resultan en un diseño parametrizado de los nodos conectores, estos pueden materializarse para articular tanto barras como paneles según sean los recursos del lugar.

Palabras claves: Arquitectura, Parametricismo, Fabricación digital.



## Introducción

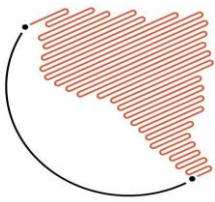
Interacción Programática es un proyecto basado en estéreo-estructuras que busca mediante la articulación de líneas determinar límites en el espacio. Dichas líneas podrían materializarse a través de barras o bien ser aristas pertenecientes a planos.

La interacción no es arbitraria, ya que las líneas que conforman los espacios están vinculadas a diferentes variables, por un lado, determinan la escala según cual sea el límite de capacidad de personas que admite dicho espacio, y por otro lado se plantean variables que en cierta manera determinan la forma que sugiere el espacio.

La propuesta es una opción a los proyectos actuales destinados a vivienda de emergencia. Una respuesta accesible que se adapta a diferentes estrategias a través de un profundo compromiso con la integración entre el diseño, las necesidades particulares y generales, el entorno y los recursos naturales y económicos. Una estrategia de diseño destinada a brindar soluciones habitacionales de emergencia que, por un lado, integra la relación entre la fabricación, el diseño, los recursos, el entorno y por otro, promueve la búsqueda de alternativas de materiales apropiados y accesibles para cada solución.

Es un diseño adaptativo e interactivo,

destinado a ser escalado y explorado con el fin de proteger y acoger a personas en situación de emergencia, utilizando los sistemas paramétricos que nos ayudan a entregar información al proyecto gestionando datos estadísticos y métricos como superficie habitable, cantidad de aristas concurrentes por cada nodo, cantidad y tamaños de nodos, aristas y de caras, superficie total a cubrir, cantidad máxima de habitantes, etc. pudiéndose visualizar el impacto potencial por cada mínima variación de los datos que impactarán en el proyecto el cuál se adaptará a la información recibida. El proyecto trata entonces de convertirse en un sistema dinámico a través del intercambio de información logrando un resultado de mayor optimización y performatividad, involucrando a la comunidad no solo en el proceso creativo sino en su propia construcción y emplazamiento. La propuesta en sí misma plantea alternativas en la acción, la interacción y en la inclusividad de la obra a través de la exploración de posibilidades espaciales. Un espacio de investigación que trata de reflexionar sobre cuestiones reales de la sociedad y que intenta responder a través de nuevos pensamientos y toma de decisiones que surgen del entrecruzamiento de muchos factores y variables con el fin de avanzar hacia la



construcción de propuestas positivas. El objetivo final consiste en crear un espacio de albergue en el que sean los propios usuarios los que otorguen personalidad al lugar, teniendo en cuenta sus necesidades y recursos inmediatos.

Estos espacios tienen la capacidad de transportarse, materializarse, desmontarse y adaptarse y reconfigurarse en infinidad de contextos. El proyecto se piensa como una práctica abierta, colectiva y adaptable a futuros emplazamientos.

### **Objetivos**

Objetivos Generales:

- Aportar al desarrollo de una alternativa de refugio, adaptable a diversas situaciones.
- Compartir resultados obtenidos a quien lo requiera, para favorecer al desarrollo de proyectos algorítmicos.

Objetivos Específicos:

- Generar ideas innovadoras y desarrollos de alternativas de diseño haciendo uso de nuevas tecnologías en el tratamiento de los procesos complejos (Innovar).
- Analizar y desarrollar procesos que permitan personalizar las necesidades de urgencia habitacional.
- Desarrollar herramientas digitales a medida.

- Colaborar con la formación de alumnos a través de cursos internos de posgrado.

Esquema de Trabajo: Planteamos un esquema de trabajo dividido en 3 etapas, a desarrollar a lo largo de 14 meses.

Etapa 1: Desarrollo del algoritmo.

Tiempo estipulado: 6 meses.

- Desarrollar un sistema informático integrado.
- Desarrollar una interfase interactiva que unifique las diferentes variables estudiadas para una mejor interacción con el personal a cargo de la institución que solicite el servicio.

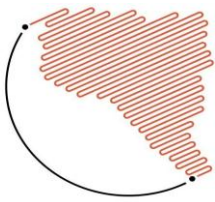
Etapa 2: Prototipado

Tiempo estipulado: 4 meses.

- Vincular el proyecto con entes de fabricación digital, tales como Fab Labs para prototipar las piezas que conforman al sistema constructivo.
- Optimizar el sistema constructivo a partir de los diferentes prototipados.
- Buscar asesoría en cuestiones técnicas para la optimización del sistema constructivo.

Etapa 3: Ejecución

Tiempo estipulado: 4 meses.



- Brindar el sistema desarrollado a entidades públicas para facilitar resoluciones formales que den respuesta a las necesidades que se soliciten.
- Dictar capacitaciones sobre los procesos formales y constructivos al personal que esté a cargo de dichas entidades públicas.

Actualmente nos encontramos transitando la primera etapa del proyecto con resultados favorables.

### **Materiales y Metodología**

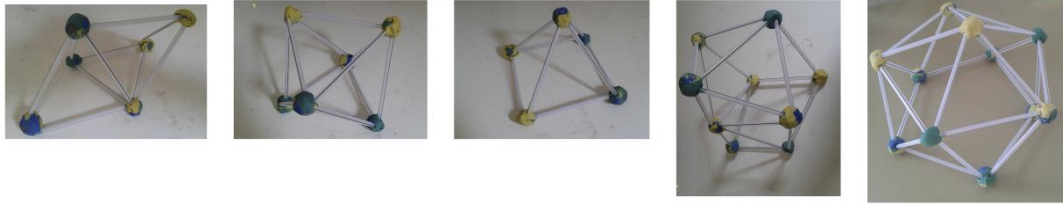
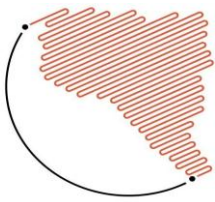
El inicio de esta investigación consistió en el estudio morfológico y estructural de domos geodésicos y estéreo-estructuras continuando con un rastreo bibliográfico en la biblioteca de la FAU y en internet, para ampliar la bibliografía propuesta. Como así también otros proyectos de investigación basados en la búsqueda formal, en los que se hayan abordado temas relacionados al parametricismo e interrelación de datos.

En la actualidad, los modos de proyectar en arquitectura hacen uso de la informática y los más avanzados incorporan una nueva herramienta al diseño, la ciencia de datos. Estos nuevos procesos generan una readequación de la disciplina y de la enseñanza universitaria. En sintonía con esto, y como continuación del camino desarrollado en nuestras anteriores investigaciones (especialmente en el Proyecto 11-U137), profundizaremos algunos temas relacionados con el diseño proyectual paramétrico en relación a módulos habitacionales.

Para ellos utilizaremos programas como Rhinoceros + Grasshopper, que permiten implementar de un modo ágil el diseño paramétrico.

### **Resultados y Discusión**

Nuestro primer acercamiento al desarrollo formal realizado a través de sistemas computarizados se realizó a partir de algunas pruebas morfológicas en formato físico.



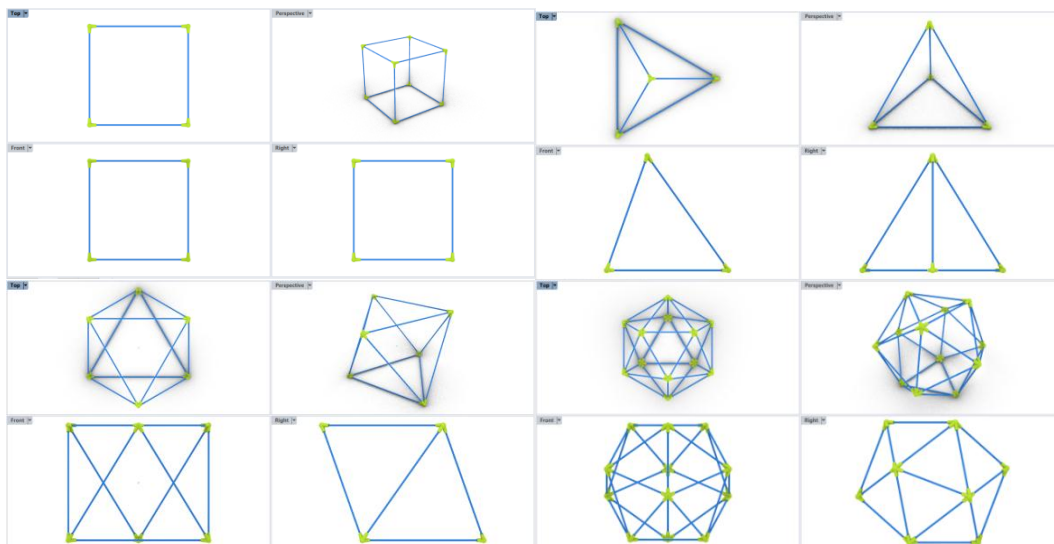
• Morfologia

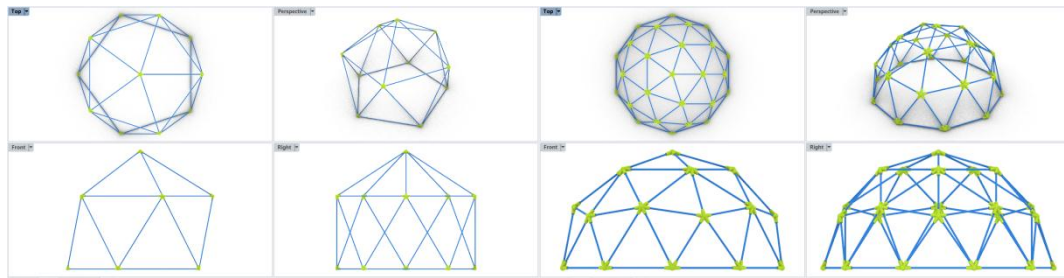
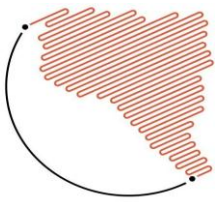
Cuadro comparativo morfológico

Se ha realizado un cuadro comparativo entre diferentes modelos para obtener

resultados con respecto a la cantidad de material necesario, dado por los metros cuadrados de la superficie, metros lineales de aristas y cantidad de vértices.

ENTRADA DE DATOS	FAMILIA	TIPO	Modelo nro.	Altura Total (ml)	Capacidad (Personas)	Cant. Vertices (Nodos)	Cant. Aristas (Barras)	Cant. Poligonos (Caras)	Long. Total en Barras (ml)	Sup. en caras (m <sup>2</sup> )
Altura Util: 2 metros Capacidad: 10 Personas	Solido Regular	Cubo	Nro.01	2	16	8	12	5 (+1)	24	20
	Solido Regular	Tetraedro	Nro.02	4	10	4	6	3 (+1)	29,1	22,9
	Solido Regular	Octaedro	Nro.03	2,4	10	6	12	7 (+1)	35,4	26,4
	Solido Regular	Icosaedro	Nro.04	4,5	10	12	30	19 (+1)	88,4	71,3
	Domo	Icosaedro (Frec. 1)	Nro.05	2,8	10	11	25	15 (+1)	50	25,7
	Domo	Icosaedro (Frec. 2)	Nro.06	2,3	10	26	65	40 (+1)	91	34,2
	Piramide	Octaedro (Frec. 1)	Nro.07	3,1	10	5	8	4 (+1)	35,3	34,8

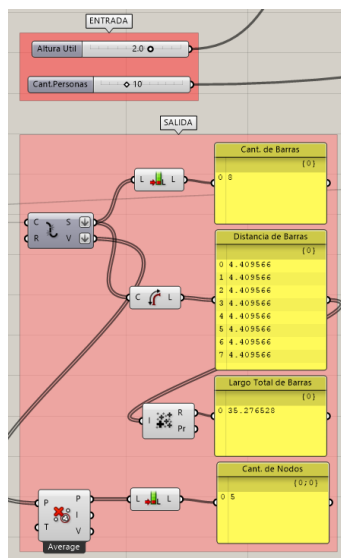
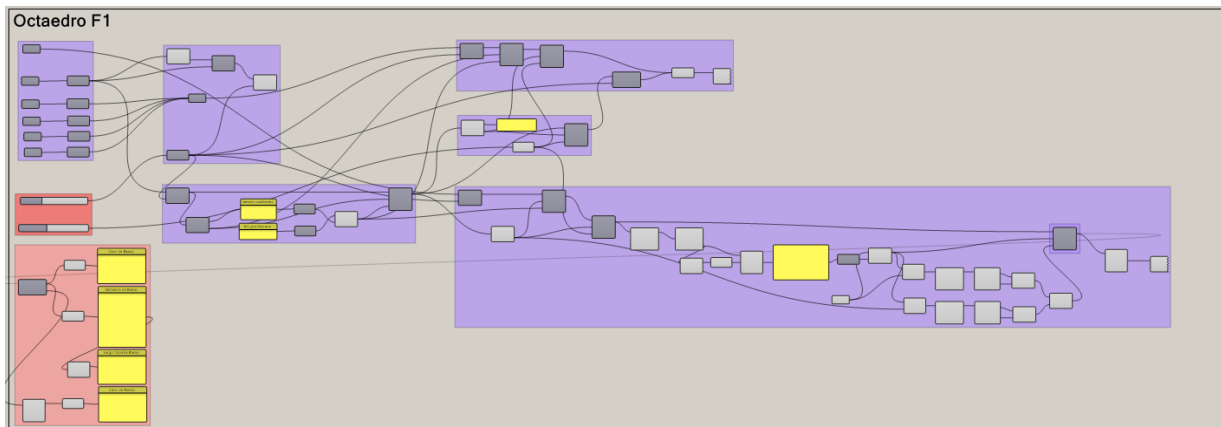


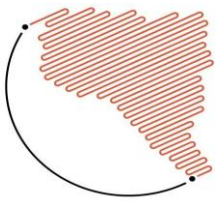


Vale aclarar que previo al desarrollo del cuadro comparativo los modelos fueron sometidos a las mismas variables. Se ajustaron las dimensiones para que

admitan una capacidad de 10 personas, considerando de antemano como superficie utilizable aquella que tenga una altura mínima de 2 metros.

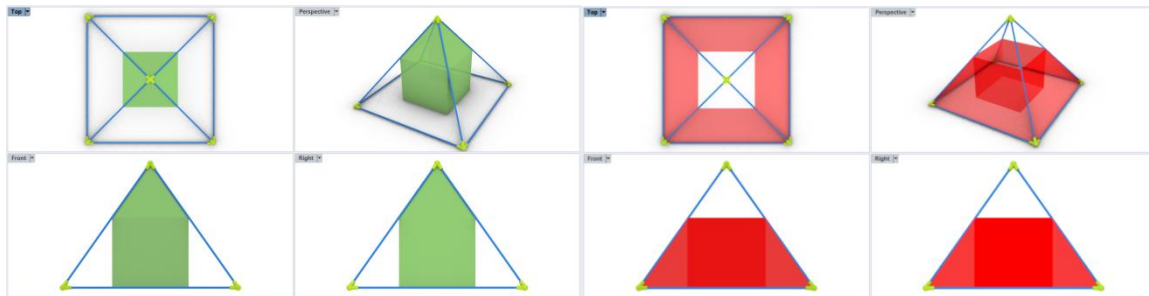
Sistema algoritmico realizado en Grasshopper:





Según la altura admisible obtuvimos de cada modelo una superficie netamente utilizable para las personas y una “residual” en la cual, dependiendo de las

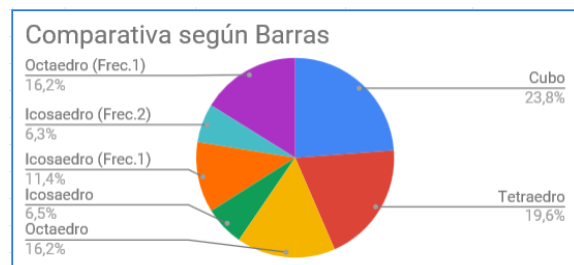
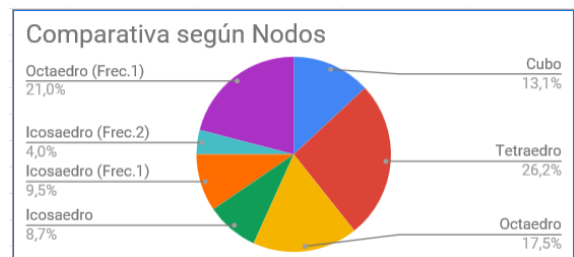
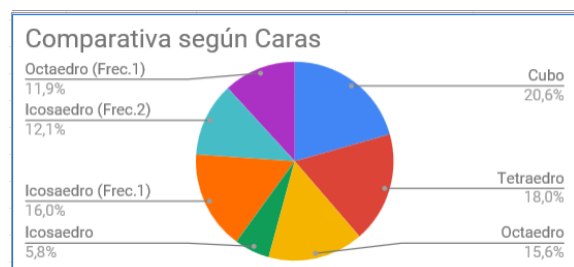
necesidades procedentes de las posibles emergencias, darían lugar a planteos de utilización para ellas.



Podemos observar que las superficies de uso inespecífico en un principio dependen de la altura útil establecida, pero por otro lado dependen específicamente de la forma, siendo el cubo el modelo por excelencia, mientras que figuras como el tetraedro tienen mayor superficie “residual”.

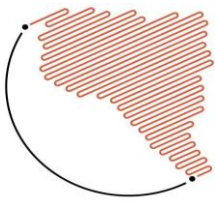
Por otro lado, y analizando el cuadro comparativo podemos ver que hay una relación directa entre la cantidad de material y la densidad de la trama que determina el espacio. Por otro lado, cuanto más nos alejamos de figuras simples como un tetraedro o un cubo, más compleja se torna la interacción.

Los siguientes gráficos hacen una comparativa en relación a la cantidad de material que requiere cada modelo.



Podemos ver en las tres gráficas, cómo el cubo y el tetraedro son los modelos que





mayor porcentaje poseen, lo que significa que son más óptimas en relación a los demás modelos, por ser las opciones que estructuralmente necesitan menos barras y nodos para conformarse, lo cual no necesariamente significa que sean los más aptos una vez que se le suma la variable de eficacia frente al clima. Dicha problemática se ahondará en la segunda etapa proyectual.

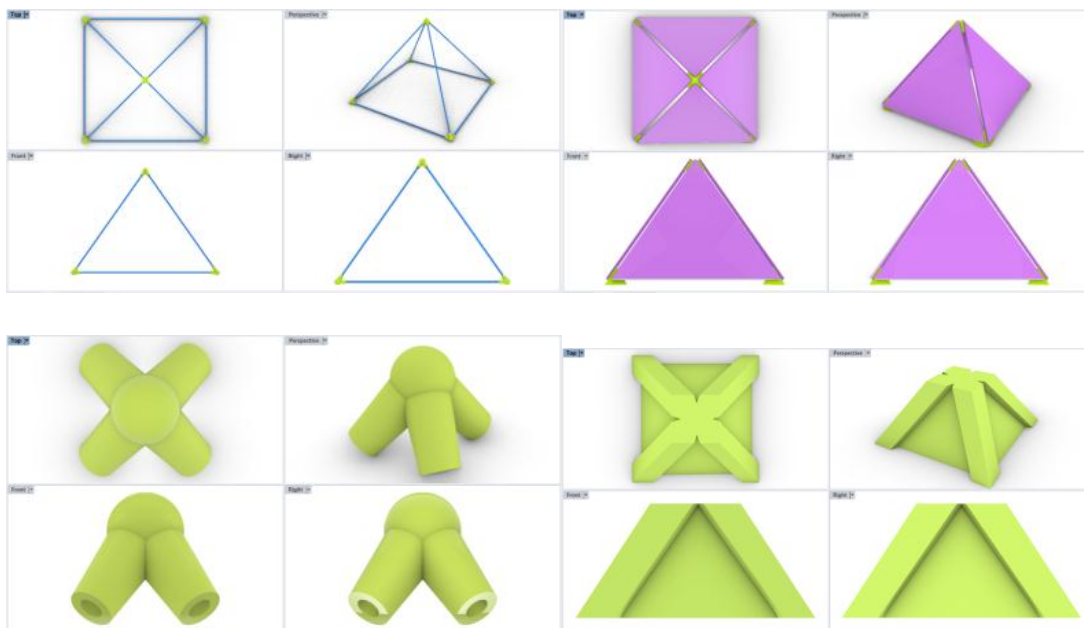
- **Nodos Conectores**

El sistema busca articular tanto las necesidades, la situación ambiental como así también los recursos disponibles en el

lugar donde se implantaría con el fin de optimizar los recursos y materia de producción.

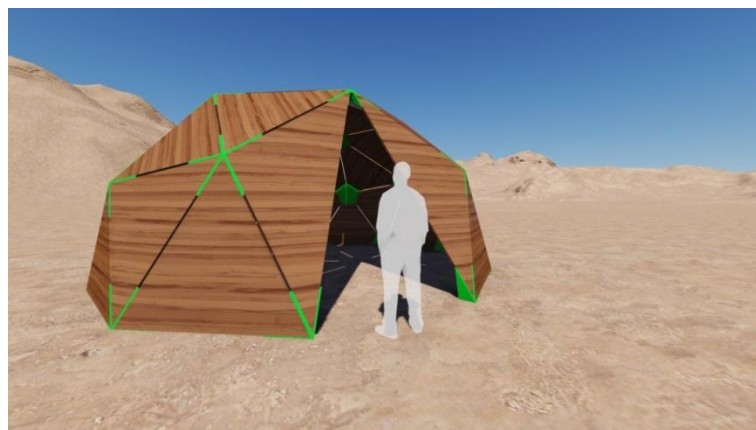
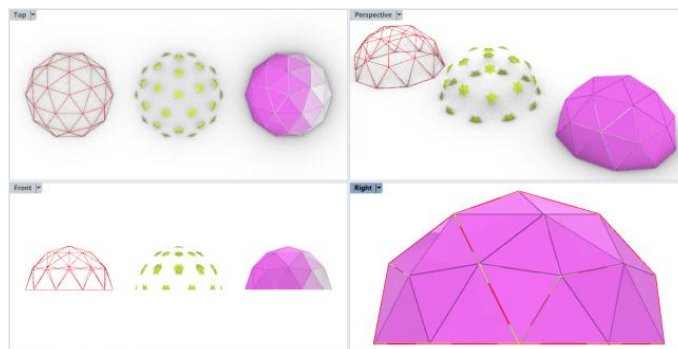
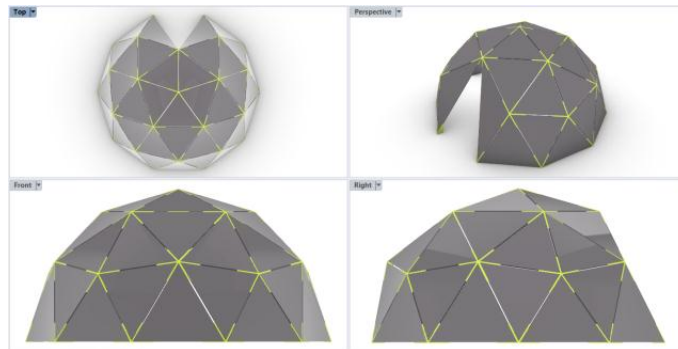
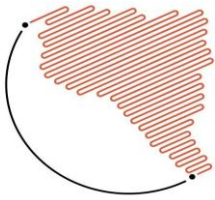
Hasta entonces, en el proceso de investigación hemos logrado incorporar variables que resultan en un diseño parametrizado de los nodos conectores, estos pueden materializarse para articular tanto barras como paneles según sean los recursos del lugar.

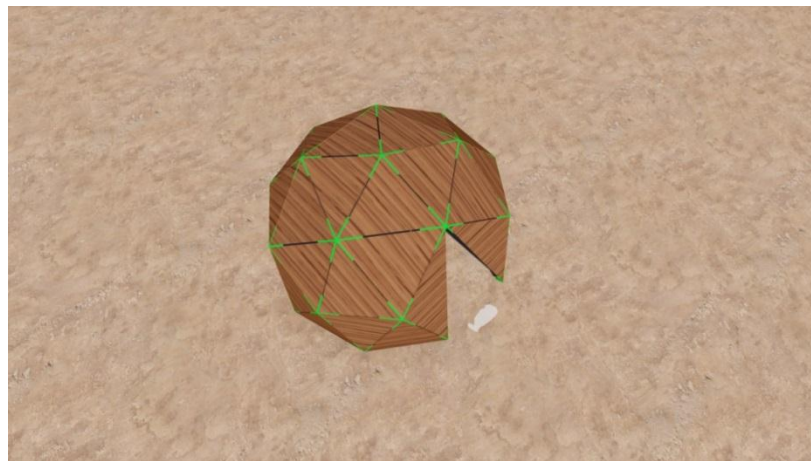
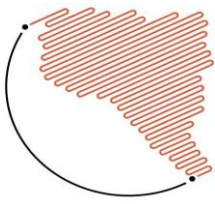
A continuación, se observan los nodos conectores aplicados al modelo nº 7, y un detalle de los mismos:



En las siguientes imágenes vemos un domo de frecuencia 2, basado en un

icosaedro con una pequeña adaptación para generar un acceso.



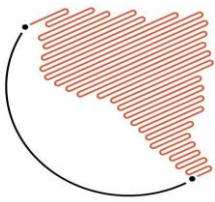


## Conclusiones

A modo de conclusión de esta primera etapa del proyecto planteado, podemos decir que hasta el momento hemos logrado buenos resultados en el desarrollo del algoritmo, teniendo como producto del mismo, planteos de estructuras adaptables a los materiales y al volumen a contener, pudiendo obtener el detalle concreto de las piezas necesarias a fabricar y la cantidad tanto de estas como del material regional necesario para la

bajada a proyecto tangible.

Vale la pena hacer hincapié en el hecho que estos resultados siguen siendo parciales, ya que se sigue trabajando en la integración de variables que optimicen el resultado final y en reunir las tres cuestiones que consideramos primordiales para llegar al resultado final deseado, siendo estas el tipo de emergencia, los recursos propios del sitio en emergencia y la variable ambiental o climática. En ésta última se está trabajando en el momento.



## Referencias Bibliográficas

**GAIRBHEITH, K. M.:** Parametric design: Towards a Future Architecture.

**LOOS A.** (1908) Ornamento y delito y otros escritos. Barcelona, España 1972: Editorial Gustavo Gili

**MEREDITH, M.:** From Control to design: Parametric/Algorithmic Architecture.

**PESCI, R.** (2007). Ambitectura. La Plata. Editorial CEPA.

**POTTMANN, Helmut; ASPERL, Andreas; HOFER, Michael:** Architectural geometry. Exton, PA: Bentley Institute Press, 2007.

**REVISTA TECTÓNICA 17** (2004). Geometrías complejas, ATC Ediciones, Madrid, España. Edicions

**SCHODEK, D.:** Digital design and Manufacturing: CAD/CAM Technologies in Architecture.

**SCHUMACHER P.** (2008) Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design. Publicado en AD Architectural Design - Digital Cities, Vol 79, No 4, July/August 2009

**SCHUMACHER P.** (2010)

The Parametricist Epoch: Let the Style Wars Begin. Londres, Inglaterra: Publicado en AJ - The Architects' Journal, Number 16, Volume 231, 06

**TUDELAM.** (2011) Aspectos conceptuales sobre la ciencia, la técnica y la tecnología. Ficha de Cátedra Procesos Constructivos III Leblanc – Rovira – Weber. Arquitectura-FAU-UNLP.

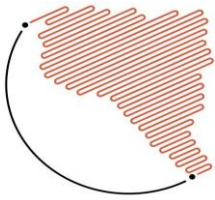
**VENTURI R** (1968) Complejidad y Contradicción en Arquitectura. (2° Edición) Barcelona, España 1972: Editorial Gustavo Gili

**PRUSINKIEWICZ, P. and LINDENMAYER, A.** (2004). The Algorithmic Beauty of Plants. Disponible en: <http://algorithmicbotany.org/>

**XING, Hai-Yun** (2004), Building load control and optimization. Master of Science Thesis in Architecture Studies at the MIT. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1721.1/17663>

## Agradecimientos

Mi mayor aprecio y agradecimiento al equipo de investigación del laboratorio SisEdLab, especialmente a los arquitectos Andrea Carnicero y Gustavo Fornari, sus demostraciones de interés, sus opiniones,



**XXVII** JORNADAS DE JOVENS  
PESQUISADORES  
23 A 25 DE OUTUBRO DE 2019  
A ciência e a tecnologia na produção  
de inovação e transformação social



colaboración y paciente apoyo enriquecen cada proyecto en proceso.

A la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de la Plata como institución que me formó y que nos da lugar a muchos jóvenes de seguir desarrollando ideas.

### **Financiamiento**

El proyecto está financiado por el programa de incentivos perteneciente al Ministerio de Educación a través de la Universidad Nacional de La Plata.