

**Universidad Latina de Costa Rica**



Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Colectiva

Escuela de Arquitectura

Licenciatura en Arquitectura

# **Prototipo modular de gimnasios autosustentables**

Proyecto para optar por el grado de Licenciatura

Sustentante:

**Caleb José Ulloa Guillén**

Tutor:

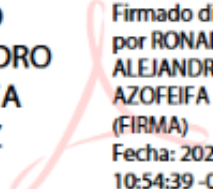
**Ronald Azofeifa Jiménez**

San Pedro, Costa Rica

Diciembre, 2022

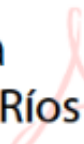
## TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Prototipo modular de gimnasios auto sustentantes, por el estudiante: Caleb José Ulloa Guillen, fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Arquitectura de la Universidad Latina, Sede San Pedro, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Arquitectura y Urbanismo:

**RONALD  
ALEJANDRO  
AZOFEIFA  
JIMENEZ  
(FIRMA)**  Firmado digitalmente  
por RONALD  
ALEJANDRO  
AZOFEIFA JIMENEZ  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.12.29  
10:54:39 -06'00'


---

Arq. Ronald azofeifa Jiménez  
Tutor

**arqu. Eva  
Molina Ríos**  Firmado digitalmente  
por arqu. Eva Molina  
Ríos  
Fecha: 2022.12.29  
10:44:58 -06'00'

---

Arq./DI Eva Molina Ríos  
Lectora

**SUSANA ARAYA  
RAMIREZ (FIRMA)**  Firmado digitalmente por  
SUSANA ARAYA RAMIREZ (FIRMA)  
Fecha: 2022.12.29 11:01:41 -06'00'

---

Arq./Adm. Susana Araya Ramirez MSc.  
Lector que preside

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Caleb José Ulloa Guillén estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación titulado:

Prototipo modular de gimnasios autosustentables

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Cartago, 28 de Diciembre del 2022



---

Caleb José Ulloa Guillén

## DOCUMENTO CRAI

**Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)**

**Universidad Latina de Costa Rica**

<b>Yo (Nosotros):</b>	Caleb José Ulloa Guillén
<b>De la Carrera / Programa:</b>	Licenciatura en Arquitectura
<b>Modalidad de TFG:</b>	Proyecto final de graduación
<b>Titulado:</b>	Prototipo modular de gimnasios autosustentables

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el “AUTOR”), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la “OBRA”). **SEGUNDO:** El AUTOR autoriza y cede a favor de la **UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L.** con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la “UNIVERSIDAD”), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD **SEXTO:** La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la **OBRA**, y el **AUTOR**, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la **UNIVERSIDAD**, por lo que el **AUTOR** haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. **OCTAVO**: El **AUTOR** concede a **UNIVERSIDAD**, el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede, sin cambiar el contenido, traducir la **OBRA** a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. **NOVENO**: El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede conservar más de una copia de este envío de la **OBRA** por fines de seguridad, respaldo y preservación. El **AUTOR** declara que el envío de la **OBRA** es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. **DÉCIMO**: El **AUTOR** manifiesta que la **OBRA** y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la **OBRA** contiene material del que no posee los derechos de autor, el **AUTOR** declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a **UNIVERSIDAD** los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el **AUTOR** autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la **UNIVERSIDAD** utiliza la **OBRA** sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO. La presente autorización se extiende el día 30 de Noviembre de 2022 a las 10:40**

Firma del estudiante(s):



## CARTA DE LA FILÓLOGA

Heredia, 12 de diciembre del 2022

Sres.

Comité de Trabajos Finales de Graduación  
Escuela de Arquitectura  
Universidad Latina de Costa Rica  
S.D.

Estimados Señores:

Leí y corregí el Trabajo Final de Graduación, denominado: Prototipo modular de gimnasios autosustentables, elaborado por el estudiante: Caleb José Ulloa Guillén; cedula de identidad 305070427, para optar por el grado académico de Licenciatura en Arquitectura.

Corregí el trabajo en aspectos, tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación; por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad.

Suscribe de Ustedes cordialmente,

Firma: **ZAYDA UREÑA ARAYA (FIRMA)**  
Firmado digitalmente por  
ZAYDA UREÑA ARAYA (FIRMA)  
Fecha: 2022.12.12 16:40:43  
-06'00'

Nombre Completo: Zayda Ureña Araya

Número de Carné del Colegio Profesional: 0163870

Teléfono: 87526130

Email: zaylaud1717@g mail.com

## **AGRADECIMIENTOS**

En este espacio dedico mis agradecimientos a mi familia, profesores, colegas involucrados, participantes de la investigación y a todos los que me ayudaron con sus aportes y datos. Agradezco a mis compañeros durante todo este periodo de estudio, quienes me ayudaron y me apoyaron con el proyecto, y a mis profesores que estuvieron siempre para aclararme dudas con su máxima disposición para ayudar.

Gracias a las personas más cercanas que tengo, por siempre darme ánimos para seguir con el proyecto.

**DEDICATORIA**

*A mi familia, por su apoyo incondicional durante todo este proceso, a Verónica por siempre estar apoyándome, y a todos mis compañeros y colegas de la universidad por su apoyo en el proceso de aprendizaje ...*



## RESUMEN

La presente investigación tiene como resultado sentar las bases, conceptos, ideas y argumentos para llevar a cabo el proyecto de un prototipo de módulo prefabricado en madera, de un gimnasio que pueda generar su propia electricidad, y que incluso pueda generar electricidad para la comunidad, por medio del ejercicio de los usuarios, haciendo uso de la energía mecánica, siendo así, un prototipo de módulo que se puede construir y ensamblar en cualquier lugar que se requiera, en tiempos muy rápidos y viables, ya que se trata de un sistema estructural modulado completamente en madera, en el cual sus piezas se pueden ensamblar directamente en el sitio sin mayor complejidad.

**Palabras claves: prototipo, modulo, energia, madera, sostenible.**

## ABSTRACT

The result of this research is to lay the foundations, concepts, ideas, and arguments to carry out the project of a prototype of a prefabricated wooden module, of a gym that can generate its own electricity, and that can even generate electricity for the community, by through the exercise of users, making use of mechanical energy, thus, a module prototype can be built and assembled anywhere that is required, in very fast and feasible times, since it is a structural system completely modulated in wood, whose pieces can be assembled directly on site. without further complexity.

**Key words: prototype, module, energy, wood, sustainable.**

# TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL EXAMINADOR.....	i
DECLARACIÓN JURADA.....	ii
DOCUMENTO CRAI .....	iii
CARTA DE LA FILÓLOGA .....	v
<b>Aspectos generales.....</b>	<b>1</b>
<b>Delimitación del tema .....</b>	<b>1</b>
Prototipo modular de gimnasios autosustentables .....	1
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
Enunciado Problemático o Pregunta de Investigación .....	2
<b>Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>3</b>
Objetivo General .....	3
Objetivos Específicos.....	3
<b>Antecedentes del problema y estado del arte .....</b>	<b>4</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>5</b>
<b>Conceptos base.....</b>	<b>5</b>
Arquitectura modular.....	5
Electricidad.....	6
Energía cinética .....	7
<b>Desarrollo de temáticas .....</b>	<b>7</b>
Proyectos prototipo .....	7
Almacenamiento de energía .....	8
Energía por medio del movimiento humano .....	10
<b>Teorías relacionadas .....</b>	<b>11</b>
La síntesis electromagnética de Maxwell.....	11

Sistema de generación eléctrica a partir de fuerza muscular con control de conexión a acometida.....	12
Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible.....	12
<b>Marco metodológico .....</b>	<b>14</b>
<b>Enfoque de la investigación .....</b>	<b>14</b>
Cuantitativo.....	14
<b>Muestreo, variables e instrumentos .....</b>	<b>14</b>
Muestreo.....	14
Población.....	14
Muestra.....	14
<b>Instrumentos .....</b>	<b>15</b>
<b>Fuentes .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla de operacionalización de variables .....</b>	<b>16</b>
<b>Nota: Elaboración propia (2022).....</b>	<b>16</b>
<b>Programación y proyección .....</b>	<b>17</b>
<b>Limitaciones .....</b>	<b>18</b>
<b>Alcances .....</b>	<b>18</b>
<b>Resultados del Análisis .....</b>	<b>19</b>
<b>Contexto Macro .....</b>	<b>19</b>
Económico.....	19
Sociodemográfico.....	19
Histórico-cultural.....	20
Medioambiental.....	21
Historia, patrimonio y cultura de la zona.....	21
La Imagen de la Ciudad y del Paisaje.....	21
Estilo Urbano.....	22
Arquitectura y Tipologías Predominantes.....	22
Uso del Suelo.....	23
Vialidad.....	24
Clima y Zonas de Vida .....	24
Estrategias de Manejo de Desechos: .....	28

<b>Contexto Micro</b> .....	<b>29</b>
Estudio de Vialidad Circundante al Sitio y Definición de Accesos.....	29
Topografía, geología e geotécnia .....	29
Espíritu del lugar "Genius Loci" .....	29
<b>Desarrollo de la idea</b> .....	<b>30</b>
<b>Concepto arquitectónico</b> .....	<b>30</b>
Arquetipos, idea generadora. ....	30
Croquis / Sketches.....	32
Ejes y Estructura de Campo.....	33
Criterios Compositivos .....	34
<b>Conceptualización de las Ingenierías</b> .....	<b>34</b>
Concepto Estructural.....	34
Concepto Electromecánico .....	35
Conceptos Bioclimáticos .....	35
Conceptos de Construcción Sostenible (según Bandera Azul Ecológica).....	35
<b>Anteproyecto y proyecto</b> .....	<b>36</b>
<b>Calidad espacial.</b> .....	<b>36</b>
Solución del espacio interno .....	36
Propuesta de cubiertas .....	38
<b>Sistema estructural</b> .....	<b>42</b>
Composición de ventanería.....	46
Propuesta bioclimática.....	51
Diseño Sostenible y materiales .....	53
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>55</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>II</b>
<b>Tabla de Ilustraciones</b> .....	<b>IV</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>VI</b>

## Aspectos generales

### **Delimitación del tema**

#### ***Prototipo modular de gimnasios autosustentables***

El proyecto consiste en la creación, diseño y elaboración de gimnasios comunitarios que puedan ser utilizados para su propósito inicial, el cual es el cuidado y bienestar de la salud; pero que, a su vez, todo el equipo y sus complementos estén siendo aprovechados para generar electricidad, mientras los usuarios hacen diferentes ejercicios con ellos. El proyecto está enfocado en dar un gran aporte a la salud y generar energías limpias a las comunidades, almacenando toda la electricidad que es generada por el equipo del gimnasio en salas especiales para su almacenamiento, que contengan las baterías necesarias para contener esta cantidad de electricidad, para luego ser distribuida a las diferentes áreas públicas de la comunidad.

Esta investigación estará ayudando a combatir el cambio climático y a ayudar con el crecimiento de un país cada vez más sostenible y limpio en energías. Por tanto, estará enfocada siguiendo con la línea de investigación “Tecnología hacia la sostenibilidad”, y a su vez incluyendo dos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que van a ser los pilares y enfoques de la investigación, los cuales son:

- Energía asequible y no contaminante
- Ciudades y comunidades sostenibles

Los actores que se verán directamente relacionados con el proyecto serán principalmente las empresas de suministro eléctrico, ya que la electricidad generada podría incluso ser utilizada a beneficio de ellos, sin dejar de lado que el proyecto podría formar parte de la iniciativa de ciudades inteligentes y sustentables que lleva a cabo el MICID. Así mismo, las instituciones municipales de cada cantón que quieran ser parte de la iniciativa, porque será a quienes se les planteará la propuesta inicialmente y luego buscando la participación de las instituciones privadas. Se considerarán las diferentes maneras de financiar el proyecto, ya sea solamente pública por vía municipal, o también incluyendo al sector privado.

Al ser un proyecto prototipo, se planea diseñar diferentes tipos de edificaciones para que puedan ser construidos en cualquier comunidad y parte del país que lo requieran, incluso generando estructuras modulares, para que puedan ser ensambladas con facilidad y los materiales

puedan ser transportados con mayor eficiencia, generando así un alcance mayor, no solo a nivel local, sino también promover a las diferentes comunidades del país a entrar en el proyecto.

Por tanto, la viabilidad operativa y constructiva puede llegar a ser bastante alta, ya que se diseñará el complejo de manera modulada, según su sistema constructivo, para bajar tiempos en construcción y en logística y así ahorrar en costos, y logrando generar ingresos activos a la comunidad, por ser una propuesta novedosa, que puede llegar a atraer bastantes usuarios, creando un atractivo para que las personas asistan al lugar, no solo por su salud, lo cual es un tema muy importante para destacar, sino también para ayudar a generar la electricidad que los mismos usuarios podrán aprovechar y hacer uso de ella en su propia comunidad.

### **Planteamiento del problema**

La investigación tiene como resultado proponer un proyecto de gimnasio, en el que se pueda atacar directamente al cambio climático generando electricidad, por medio del movimiento físico mientras se hacen ejercicios, siendo de ayuda para la creación de energías limpias y renovables en la comunidad, disminuyendo el uso de otros combustibles contaminantes.

### ***Enunciado Problemático o Pregunta de Investigación***

¿Se puede generar energía eléctrica mediante el movimiento y ejercicio humano? La investigación consiste en dar respuesta a este planteamiento, y justificar la manera de generar electricidad limpia mediante el ejercicio de los usuarios en el gimnasio. Se planteará un diseño estructural modular agradable con el usuario, que permita las condiciones adecuadas de ventilación y temperatura en el interior, y que la misma electricidad generada pueda ser reutilizada en el mismo gimnasio.

### **Justificación**

Para todos es una realidad que el calentamiento global se está volviendo cada vez más grave, y se está llegando a niveles que son prácticamente irreversibles.

Un estudio realizado recientemente por la revista académica Nature Climate Change señala:

Incluso si el mundo redujera hoy sus emisiones a cero, habría un 42% de posibilidades de alcanzar los 1,5 °C de calentamiento por encima de los niveles preindustriales en una década. Esa probabilidad aumenta al 66% si el mundo espera hasta 2029 para alcanzar las cero emisiones (Nature Climate Change, 2022, s. d.).

Se debe actuar en conjunto con los gobiernos, instituciones privadas, comunidades y diferentes instituciones que se puedan llegar a ver involucrados o se interesen en aportar a esta

causa; sin dejar de lado a cada uno de los usuarios que, desde sus casas, pueden comenzar a reciclar, reutilizar y hacer mejor uso de los materiales domésticos.

Por esta razón, en esta investigación se diseñarán y plantearán módulos de gimnasios generadores de electricidad para la comunidad, para incentivar a los usuarios de una comunidad rural no solo a hacer actividad física, sino también a contribuir a la generación de energías limpias, teniendo diferentes atractivos en sí mismos, como módulos de carga de energía gratuita para los usuarios del gimnasio que tengan vehículos eléctricos, novedosos equipos de gimnasio que serán completamente dinámicos y se podrá observar la cantidad de electricidad que cada usuario genera, obteniendo diferentes beneficios en el gimnasio y la comunidad, según la cantidad de energía generada.

La idea se propone para ser construida en una comunidad rural, porque, al ser un prototipo medianamente pequeño, los mismos usuarios que asistan pueden hacer uso de la propia energía que generan; sin embargo, queda la posibilidad abierta de que pueda ser expandido, al tratarse de un diseño modular, se puede acomodar y acoplar a las necesidades que se requieran.

Es importante mencionar que dicho prototipo puede llegar a ser planteado igualmente en urbanizaciones, condominios o similares, como parte de las amenidades, ya que cumpliría lo necesario para ofrecerles a los usuarios la posibilidad de ejercitarse, e incluso que dicho condominio o urbanización haga uso de la electricidad generada.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

- Diseñar, para el 2022, un prototipo replicable modular de gimnasio comunitario, que genere electricidad limpia, por medio de la conversión de la energía cinética en energía eléctrica y que esta pueda ser utilizada en el mismo gimnasio, para aportar a combatir el cambio climático generando energía limpia.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar los diferentes métodos de generación de energía mediante el movimiento humano, haciendo uso de artículos e investigaciones previamente realizadas, para la clara definición de la propuesta.

- Definir un sistema de almacenamiento de energía generada por el gimnasio, para el uso en el mismo gimnasio por medio de un sistema compacto de baterías de almacenamiento eléctrico.
- Proponer el diseño de un módulo estructural de gimnasio replicable, que se adapte al uso de los diferentes equipos que se propondrán para la generación de energía eléctrica limpia y de bajo costo.

### **Antecedentes del problema y estado del arte**

Como bien es sabido por todos, la humanidad está en una situación de alerta roja en cuanto al calentamiento global se refiere, el cual ha ido aumentando cada vez más el índice de contaminación y está más cerca de ser imposible de revertir.

El tema de la sostenibilidad está en su auge, ya que cada vez son más mencionados las construcciones y planes urbanos sostenibles, que tengan un bajo impacto ambiental, que generen energías limpias y que sus materiales puedan llegar a ser reutilizados cuando la vida útil del edificio se acabe. A raíz de esto nacen propuestas que aportan para disminuir esta contaminación y generar energías renovables.

Con respecto a la necesidad de disminuir la contaminación, aportando lo posible en las energías sostenibles, es importante recalcar que:

En cada país es necesaria una política para reducir la emisión de gases de efecto invernadero con el objeto de contribuir a disminuir los efectos de un cambio climático. Las acciones locales y de cada asentamiento cobran una gran importancia para mitigar los efectos del cambio climático. (Martínez y Fernández, 2004)

Como es mencionado en la cita anterior, las acciones locales, rurales y por más pequeñas que parezcan, significan un gran aporte a nivel macro para ayudar a combatir el cambio climático. Si la mayoría de las personas de una comunidad se unen para hacer un bien común y aportar un poco, puede haber más posibilidades de revertir el cambio que se está viviendo.



## Marco teórico

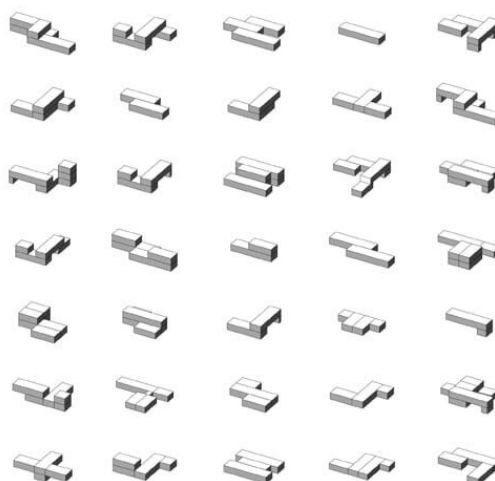
### Conceptos base

#### *Arquitectura modular*

La arquitectura modular es el diseño y manejo de sistemas compuestos por elementos de construcción iguales y separados entre sí, denominados módulos, que pueden utilizarse entre sí para componer una estructura arquitectónica común mediante su interconexión. Los módulos son similares en tamaño, forma y función por lo que son fácilmente producibles y reemplazables. Además, pueden ser agregados a otras estructuras formadas por estos mismos módulos u otros, si el tamaño y forma así lo permiten, así como a otras estructuras arquitectónicas, no basados en este tipo de construcción, sin son previamente habilitadas para este fin. (Mayén, 2020, s. d.).

### Ilustración 1

#### *Arquitectura modular*



*Nota:* Se muestran diferentes ejemplos de figuras geométricas moduladas, utilizando distintas dimensiones de grosor, longitud y profundidad, para comprender mejor el uso de las estructurales modulares. Explicación de concepto de variable (Mayén, 2020 s. d.)

En cuanto a temas de rentabilidad y costos, la arquitectura modular es de las mejores opciones para construir proyectos, ya que, al ser diseñados de esta manera, se pueden lograr muy buenos tiempos en la creación de estos módulos, en el montaje de la obra en el sitio y sin dejar de lado que es un sistema que no deja ningún tipo de desperdicios: todo lo que se crea para el proyecto se usa en el proyecto.

Los gimnasios no son la excepción para este tipo de diseño, porque, de igual manera, se puede modular la estructura tanto de cimentación, paredes, entresijos como de techos en sistemas modulados; puede ser en madera, que es una de las mejores opciones para crear módulos prefabricados y ensamblar con facilidad y en bajos tiempos, o igualmente, se puede utilizar la modulación en sistemas metálicos o de concreto, según el proyecto lo requiera.

### ***Electricidad***

La electricidad, como se conoce popularmente, es una de las fuentes de energía más usadas por el ser humano en su vida cotidiana; tanto las grandes ciudades como los pequeños asentamientos de vivienda requieren de estos servicios en la actualidad, prácticamente todos, si no es que todos los electrodomésticos utilizados día a día son completamente funcionales por medio de la electricidad, sin dejar de lado las grandes maquinarias de las empresas, que funcionan sin detenerse todo el día consumiendo grandes cantidades de energía eléctrica.

Entre los beneficios de una mayor electrificación, el más importante a nivel medioambiental es por supuesto la **reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero**. Gracias a la rápida difusión de las fuentes de energía limpia, hoy en día la mayoría de los países europeos emite a la atmósfera menos de 600 toneladas de dióxido de carbono por cada GWh de energía producida (umbral bajo el cual la producción de electricidad se considera sostenible para el medioambiente): 62 toneladas en Francia, 229 en Italia, 304 en España, 388 en el Reino Unido y 425 en Alemania. (Enel Foundation, Enel X, The European House Ambrossetti, 2018, s. d.).

Al tener en cuenta el enorme beneficio que conlleva generar energías limpias y renovables a las comunidades y al planeta, se pueden tomar acciones en conjunto para empezar a crear este tipo de energía. La electricidad sostenible puede llegar a ser lo que ayude a revertir el cambio climático, que ha venido aumentando sin detenerse década tras década, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

Igualmente es importante mencionar que gran parte de la contaminación que se genera, en la actualidad, es por los combustibles fósiles usados en los vehículos y en las grandes empresas, y cada vez son más las compañías que se unen a la creación de carros eléctricos y sostenibles con el medio ambiente; esto es una gran oportunidad para empezar a generar electricidad limpia y que todo sea un solo ecosistema, se genera energía eléctrica limpia por fuentes naturales, y los vehículos se alimentan de esta electricidad por medio de los cargadores, disminuyendo significativamente las emisiones de gases contaminantes.

### ***Energía cinética***

El creciente interés por las energías renovables se debe a que estas fuentes energéticas contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como las emisiones de otros contaminantes locales, permiten disminuir la dependencia energética y contribuyen a la creación de empleo y al desarrollo tecnológico (André, Castro y Cerdá, s.f., p. 12).

El concepto de energía suele ser muy utilizado, actualmente, para referirse al uso desproporcionado que se está haciendo de muchas energías contaminantes, y que no se hace conciencia del efecto que estas están teniendo en el planeta y en el ecosistema. En el campo de la arquitectura, se mencionan mucho las energías sostenibles y el cómo los arquitectos pueden ayudar a revertir el cambio climático.

Igualmente es importante mencionar la energía cinética, la cual es la generada cuando se da el movimiento de un objeto, pudiendo ser generada inclusive por el movimiento humano, creando una energía limpia que puede ser renovable y no genera contaminación.

### **Desarrollo de temáticas**

#### ***Proyectos prototipo***

Según la Real Academia Española, un prototipo se define como: “Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa” (Real Academia Española [RAE], s.f., s. d.). Con este concepto definido, se pueden empezar a relacionar los prototipos con el ámbito de la arquitectura, creando proyectos que funcionan como una propuesta inicial de alguna edificación, remodelación o plan maestro urbano, y se convierten en referentes para realizar propuestas en diferentes localidades.

Lo que se pretende lograr con un proyecto de prototipo de gimnasios, es crear interés en las diferentes comunidades, municipalidades y empresas del sector privado, para que quieran desarrollar esta edificación, siendo de alta rentabilidad, al ser hecha con un sistema constructivo completamente modular.

Se plantea de esta manera, porque no se planea desarrollar en alguna localización específica, sino poder ser construido donde se requiera, en cualquier comunidad, y que el proyecto se adapte a las condiciones del lugar, de la topografía y del clima, creando un prototipo ciento por ciento funcional para donde se desee llevar a cabo.

### ***Almacenamiento de energía***

Esta temática será de gran importancia en el proyecto, puesto que la energía que se va a generar por medio del uso de equipos del gimnasio será almacenada en cuartos especiales, con los elementos requeridos para conservar hasta cierto tiempo grandes cantidades de electricidad, para luego ser distribuida.

Almacenar la energía eléctrica es una de las claves para lograr la sostenibilidad y la generación de energía limpia. Existen varios tipos de almacenamiento para la electricidad, que van dependiendo de la cantidad que quiera ser guardada y utilizada.

**La energía eléctrica no puede almacenarse como tal** y es necesario transformarla en otros tipos, como la energía mecánica o la química. Los sistemas de almacenamiento pueden aportar valor en todos y cada uno de los eslabones de la cadena de suministro. **Dependiendo de su capacidad, los sistemas de almacenamiento de energía se dividen en:** almacenamiento a gran escala, que se emplea en lugares en los que se trabaja con escalas de GW; almacenamiento en redes y en activos de generación, donde se trabaja con escalas de MW; y, finalmente, almacenamiento a nivel de usuario final, que se emplea a nivel residencial y se trabaja con kW. (IBERDROLA, s.f., s. d.).

Al haber entendido esto, se puede definir que lo que se va a estar utilizando, en los prototipos de gimnasio, será el almacenamiento a nivel de usuario final, ya que no van a ser cargas eléctricas tan grandes como para almacenarlas en megawatts. Entre los diferentes métodos de almacenaje a pequeña escala existen los volantes de inercia, las pilas de combustible de hidrógeno y las baterías, siendo estas últimas las más rentables para utilizar en un proyecto que será utilizado mayormente de día unas cuantas horas.

Las baterías de almacenamiento eléctrico son:

Un dispositivo que almacena energía en compuestos químicos capaces de generar carga eléctrica. Existen multitud de tipos, como las pilas de plomo-ácido, las de ion de litio o las de níquel-cadmio. Las principales ventajas de las baterías son su rapidez de respuesta en milisegundos, su facilidad de instalación y escalabilidad y, finalmente, los múltiples beneficios que pueden aportar a activos renovables a los que vayan asociadas. (IBERDROLA, s.f., s. d.).

Gracias a este tipo de baterías de ion de litio, el proyecto puede llegar a alcanzar una muy buena viabilidad y rentabilidad en cuanto a costos y gestión, siendo fáciles de instalar y de entender su funcionamiento, al igual que pueden ser utilizadas fácilmente para la distribución de energía almacenada. Inclusive este tipo de baterías son muy prometedoras para el futuro de las energías sostenibles, por las cualidades químicas del litio, que presenta un elevado potencial

electroquímico, y las cantidades de energía que puede almacenar son bastante grandes, sin dejar de lado el poco peso que tienen y la gran eficiencia eléctrica que otorgan.

### Ilustración 2

Almacenamiento de electricidad en baterías



*Nota:* Se explica cómo es el funcionamiento de las baterías de litio, donde reciben una carga eléctrica por algún medio, puede ser energía eólica, solar u otro tipo, se almacena en las baterías y es utilizada cuando se requiere.

En la actualidad, muchas empresas de alto nivel están optando por la creación de vehículos eléctricos utilizando las baterías de litio, y conforme pasan los años el coste de producción baja, haciéndolas mucho más asequibles para la sociedad; esto crea una reacción en cadena, que se verá reflejada en las próximas décadas, donde probablemente la principal forma de almacenamiento a nivel global será el de las baterías de litio, disminuyendo significativamente la contaminación que provocan los desechos de las baterías actuales.

Según IBERDROLA: “Esto hará que las instalaciones de almacenamiento de energía a nivel mundial se multipliquen exponencialmente, desde unos modestos 9GW/17GWh implementados a partir de 2018 hasta los 1.095GW/2.850GWh para 2040” (IBERDROLA, s.f., s. d.).

De igual manera, se puede trabajar la conversión de la corriente directa o continua en corriente alterna; la corriente directa sería la generada por las máquinas de ejercitarse, mediante el movimiento que generan los motores que están conectados a las mismas. Posteriormente, esta corriente será enviada al banco de baterías, donde será transformada en corriente alterna por un

inversor eléctrico, encargado de convertir la corriente continua en corriente directa, la cual es la que podrá ser utilizada en el proyecto directamente.

El banco de baterías es un sistema muy utilizado para el almacenamiento de energía eléctrica; consiste en el agrupamiento de baterías que están conectadas en serie para lograr un alto voltaje y eficiencia en su utilidad. Dichas baterías son agrupadas en cajas metálicas, para mantener una temperatura apta en el interior y que se llegue a una buena potencia.

Cabe mencionar que otro elemento de suma importancia, que se estará implementando en el proyecto, será un medidor bidireccional, el cual funciona de la siguiente manera; si durante el día se produce cierta cantidad de energía eléctrica por medio de las máquinas de ejercitarse, el medidor se encarga de calcular esta energía y restarla al consumo del servicio de luz. En dado caso que el gimnasio no produzca suficiente energía en el día de la que se va a necesitar, se estaría consumiendo energía adicional del proveedor; caso contrario, cuando se produce más energía de la que se va a consumir o excedentes, enviándose la corriente sobrante a la red eléctrica pública.

Al final de mes se hace un balance entre ambas energías, la consumida y la enviada a la red pública, y existen dos posibilidades: si se consumió más energía, se cobrará respectivamente, pero si al contrario, se generó y se envió más energía de la que se consumió, se puede tener un saldo a favor.

### ***Energía por medio del movimiento humano***

Anteriormente, en la investigación fueron tratados los temas de los proyectos prototipo en la arquitectura, y también las diferentes maneras de almacenamiento de energía, pero: ¿Qué sucede si se relacionan ambas temáticas? La respuesta es que pueden llegar a surgir proyectos muy interesantes, donde pueda existir un proyecto prototipo que genere su propia energía en sí mismo, y que esta misma energía eléctrica pueda ser almacenada y distribuida a las viviendas cercanas y aledañas al proyecto.

En este caso, respectivamente se plantea un prototipo de gimnasios, los cuales, mediante la generación de la energía cinética, puedan, a su vez, generar electricidad que será almacenada en las baterías anteriormente mencionadas, siendo una energía completamente limpia y autosuficiente, generada por los propios usuarios del gimnasio. Y ¿cómo funciona este sistema?

Unos micro transformadores, como los de los paneles solares o fotovoltaicos son los encargados de convertir la energía que un usuario crea al entrenar en corriente eléctrica que puede ser devuelta a la red o utilizada por otro aparato que en ese momento se encuentre conectado. Un sistema que

transforma la corriente continuada en electricidad y que puede recuperar hasta un 74% de la energía generada al entrenar. (Cacheiro, s.f. , s. d.).

Al igual que existen diferentes maneras de almacenamiento de la energía, en el mercado actualmente se puede encontrar gran variedad de máquinas para hacer ejercicio que son ecoamigables, generando la propia energía que se necesita, e incluso con la posibilidad de aprovechar los excedentes. La empresa SportsArt es una de las pioneras en este mercado mencionado anteriormente, ofreciendo tipos varios de caminadoras, bicicletas estáticas para ejercitar, y máquinas para ejercitar los brazos.

Cabe recalcar que la posibilidad de plantear nuevo equipo adaptado al gimnasio que se va a proponer no se descarta, ya que las técnicas ya existen y cada vez son más conocidas, dando la opción de poder diseñar nuevo equipo especialmente para el proyecto, como pesas que estén conectadas a un sistema de poleas que con su movimiento puedan generar electricidad, o incluso una serie de trampolines como los que existen actualmente llamados “kinetic floors”, los cuales convierten la presión generada al caminar, bailar o saltar sobre el piso, en energía eléctrica.

La idea principal de la propuesta de prototipos de gimnasios es lograr que la edificación sea autosustentable y generadora de energía al máximo, aprovechando cada detalle y cada movimiento que vaya a ser generado mediante los usuarios, incluso llegando a proponer sistemas que al abrir o cerrar puertas muevan un tipo de poleas y activen motores pequeños para producir electricidad.

### **Teorías relacionadas**

#### ***La síntesis electromagnética de Maxwell***

Esta teoría habla de cómo el magnetismo, la luz y la electricidad eran vistos como parámetros diferentes uno del otro sin relación alguna a inicios del siglo XIX, siendo la óptica el área que mayor interés generaba entre la comunidad científica, ya que se construían muchos instrumentos y accesorios para mejorar la óptica de las personas.

Esto provocaba que la electricidad y el magnetismo pasaran a segundo plano, al no haber tantos experimentos ni tantos modelos prácticos para su explicación. Es ahí cuando Maxwell decide unir el magnetismo con la electricidad, junto a los estudios de figuras como Oersted, Ampère y Farada, que tuvieron tanta relevancia como lo tuvo la síntesis newtoniana en su momento, lo cual hizo que los estudios de Maxwell fueran uno de los mayores logros de la física en ese momento.

Esto dio paso al desarrollo de la teoría de ondas electromagnéticas, que ya ahora sí incluía la luz en sus estudios y ya estos fenómenos empezaron a ser de relevancia para la comunidad y para los civiles, haciendo que la óptica ahora pasara a segundo plano, enfocándose en los estudios electromagnéticos.

Esta síntesis fue y sigue siendo de gran importancia para los estudios eléctricos, y la innovación tecnológica, que está sucediendo actualmente en este campo, puede verse relacionada con los estudios realizados para la investigación, puesto que está muy ligado con la generación de electricidad por medio de la luz, incluyendo también el electromagnetismo, que es otro factor importante para la elaboración de diferentes motores de almacenamiento y sistemas de generación de energía.

Gracias al desarrollo de esta teoría es que, actualmente, se puede hablar de generar energía eléctrica por medio del movimiento, ya sea de motores, fuerzas externas o por medio del movimiento de los mismos humanos; a su vez, se puede hablar del almacenamiento de toda esta electricidad en baterías de diferentes tipos o sistemas, la cual puede ser posteriormente utilizada y aprovechada.

### ***Sistema de generación eléctrica a partir de fuerza muscular con control de conexión a acometida***

En la teoría se hace énfasis en un modelo de máquina para hacer ejercicio, la cual:

Describe un sistema de generación de energía eléctrica a partir de fuerza muscular con control de conexión a acometida, que permite generar energía eléctrica y mecánica las cuales se pueden utilizar en una casa de habitación, oficina, rancho, granja, taller o gimnasio y toda aquella donde haya disponibilidad de fuerza muscular humana. (Garza Galicia, 2015, s. d.).

Este modelo y estudio, propuesto por Garza Galicia, se trata de un tipo de bicicleta que puede ser usado completamente para la generación de energía eléctrica por medio de diferentes poleas, engranajes medidores y circuitos que van conectados a una batería, haciendo que la electricidad pueda ser producida mientras el usuario se ejercita.

El diseño de la bicicleta es de gran utilidad para el prototipo de gimnasios que se plantea diseñar, siendo cierto que no se va a utilizar el mismo diseño de bicicleta antes mencionado, pero se pretende utilizar modelos recientes que ofrece el mercado con el mismo fin de este.

### ***Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible.***

Actualmente existen múltiples interpretaciones del concepto de desarrollo sostenible y coinciden en que, para lograrlo, las medidas a considerar deberán ser económicamente viables, respetar el



medio ambiente y ser socialmente equitativas. A pesar de este reconocimiento de la necesidad de una interpretación integrada de estas tres dimensiones, en la práctica es necesario un cambio sustancial del enfoque de las políticas y programas en vigor. (Artaraz, 2002, s. d.).

En la teoría, entre diversos temas, se habla de la incompatibilidad que existe actualmente entre el crecimiento económico y el equilibrio ecológico. Si bien este debería ser directamente proporcional el uno del otro, se está dejando muy del lado el medio ambiente y la afectación que está teniendo la economía, y el atractivo que se genera por querer tener más y más desarrollo industrial y comercial en las diferentes localidades y países en general.

Se debe hacer conciencia del daño que se está causando, al querer un ambiente desarrollado en tecnología e industria, y enfocarse más en tener una sociedad más desarrollada a nivel ecológico y ambiental; esto es posible si se opta por generar energía limpia o métodos, ya sea de construcción o de combustible, que sean igualmente limpios, no generando así tanto desperdicio ni contaminación al medio ambiente.

## **Marco metodológico**

### **Enfoque de la investigación**

#### ***Cuantitativo***

La investigación posee características determinadas, que pueden ser utilizadas para medir los fenómenos a estudiar, como la cantidad de energía que puede generar el humano mediante el movimiento, la cantidad de usuarios que visitan gimnasios con regularidad, incluyendo su promedio de edad, entre otros que se pueden emplear para la medición de estas características.

Se estarán empleando métodos de experimentación, para lograr obtener estadísticas concretas que ayuden a medir estos fenómenos mencionados, generando análisis con datos reales que otorguen conclusiones válidas para la justificación del enfoque. Dichos datos serán recopilados y relacionados mediante el método descriptivo, para explicar las causas de los fenómenos estudiados y sus efectos directos en el proyecto.

### **Muestreo, variables e instrumentos**

#### ***Muestreo***

El muestreo de la investigación será de carácter cuantitativo, ya que se realizarán encuestas a diferentes usuarios de gimnasios para ver las cantidades de uso, de asistencia, de constancia ahí, según sea el caso. Por otro lado, las variables de la investigación serán las de tipo cuantitativas continuas, donde se logren medir los datos obtenidos en gráficos, tablas y otra serie de elementos que pueden servir de apoyo para corroborar el enfoque. Como variable independiente, se plantea el número de máquinas de ejercitarse que se van a proponer en el proyecto, para que los usuarios hagan uso de ellas, y como variable dependiente se utiliza la electricidad que dichas máquinas puedan llegar a generar, según el flujo y asistencia de los usuarios al gimnasio.

#### ***Población***

En esta muestra, se analizarán los datos de los usuarios que llenaron la encuesta y que asisten con regularidad a los gimnasios existentes, incluyendo los rangos de edad y las intenciones de ellos, si asisten a las instalaciones por salud, por relajación, por pasatiempo o por alguna otra razón que se pueda presentar.

#### ***Muestra***

La variable principal será la cantidad de energía cinética que puede generar una persona al utilizar diferentes máquinas de ejercicios. Este estudio se estará realizando con base en los datos

existentes de las máquinas que ofrece el mercado, y contrastando estos mismos con el tiempo estimado que una persona promedio puede pasar ejercitándose

Se utilizará una muestra cuantitativa de una aproximación de los usuarios que asisten a los gimnasios, e igualmente cuántos gimnasios hay disponibles en la zona para llevar a cabo el estudio específico del lugar.

### **Instrumentos**

Los instrumentos que se van a implementar serán las encuestas a las personas que asistan constantemente a los gimnasios, la observación en la que dichas edificaciones se encuentran y muy importante: entrevistas a proveedores, estudio del mercado y estudio de los proveedores de madera en Costa Rica.

Enseguida, se presenta la tabla de operacionalización, donde se les da una mejor visualización a las variables de los conceptos que se están utilizando como base para la investigación.

### **Fuentes**

Se describen las fuentes utilizadas para realizar la investigación, categorizándolas, dependiendo de su nivel, en fuentes primarias o secundarias, y se describe el tipo de información que están brindando a la investigación. Como primera fuente se utiliza el reglamento de construcciones, cuyo fin es seguir lo estipulado para lo que se plantea en el proyecto, respetando los parámetros necesarios para este tipo de edificación.

Entre las fuentes secundarias se encuentran los artículos de internet como el Electrify 2030 by Enel Foundation (2018), y el documento sobre las energías renovables en el ámbito internacional de André, Castro y Cerdá (s.f.). Las mencionadas anteriormente fueron de utilidad para la investigación de temas como el calentamiento global, el uso de las energías renovables y el cómo aplicarlas correctamente en la arquitectura.

## Tabla de operacionalización de variables

### Ilustración 3

#### Matriz de operacionalización

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
ABSTRACTO	CONCRETO-OPERATIVO			
CONCEPTO	VARIABLES/ DIMENSIONES	ITEMS	INSTRUMENTO	INDICADORES
<b>Energía cinética por el movimiento humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Velocidad específica lograda por las personas que utilizan máquinas en los gimnasios</li> <li>-Energía producida por las personas en los gimnasios durante el uso de las máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-¿Cuál es la cantidad de energía que generan?</li> <li>-¿Cuánta energía corporal se debe invertir para generar energía?</li> <li>-¿Cuáles máquinas son las que más producen?</li> <li>-¿Qué especificaciones y requisitos poseen dichas máquinas?</li> <li>-¿Cuáles son las necesidades espaciales de las baterías de almacenamiento?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estudio del mercado actual</li> <li>-Entrevista a proveedores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ficha técnica de máquinas</li> <li>-Asistencia de usuarios al gimnasio</li> </ul>
<b>Arquitectura modular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tipos de modulación</li> <li>-Material de la modulación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-¿Cuáles materiales son los más aptos para modular?</li> <li>-¿Qué tan eficiente resulta la modulación?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estudios de caso de arquitectura modular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sistemas constructivos modulares</li> </ul>
<b>Electricidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Generación de energía eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-¿Cómo generar electricidad mediante el movimiento?</li> <li>-¿Cómo se puede almacenar esta electricidad?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estudio sobre la energía cinética y electricidad</li> <li>-Estudio sobre baterías de litio y almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Datos existentes acerca de la generación y almacenamiento de energía eléctrica</li> </ul>

*Nota:* Elaboración propia (2022).

## Programación y proyección

Como medio de divulgación para el proyecto de investigación, se planea exponerlo en la bienal internacional de arquitectura del 2023, o exposición similar, dando a conocer las intenciones y los métodos utilizados para el diseño y propuesta del prototipo de gimnasios, presentándolo igual a los clientes meta, que serán las instituciones municipales y las empresas de suministros eléctrica.

El proyecto estará programado para ser trabajado en 11 semanas, haciendo una división de tareas, de tal manera que quede repartido de la siguiente forma:

### Ilustración 4

#### *Cronograma de tareas para el diseño del proyecto*

Cronograma de tareas		
Fecha	Semana	Tarea
12/9/2022	1	Se revisará el documento con el tutor para definir de qué manera abordar el proyecto
19/09/22	2	Se empieza el análisis del sitio elegido, se tomarán en cuenta las variables climáticas, los aspectos socioeconómicos de la zona, la población y se hará un estudio sobre la cantidad de usuarios que asisten con regularidad a los gimnasios de la zona.
26/09/22	3	Se revisará con el tutor el análisis de sitio realizado con el tutor en la semana anterior, y se establecen los primeros parámetros de abordaje del proyecto.
3/10/2022	4	Se realiza el anteproyecto del prototipo, bajo los parámetros establecidos por el análisis de sitio y el reglamento de construcción
10/10/2022	5	Se revisará el anteproyecto con el tutor, y se harán las correcciones necesarias
17/10/22	6	Se elaboran los planos constructivos arquitectónicos
24/10/22	7	Elaboración del manual constructivo para el modelo
31/10/22	8	Terminar y pulir el manual constructivo para el modelo
7/11/2022	9	Revisión general del juego de planos y correcciones
14/11/22	10	Elaborar los renders, videos, gráficos y multimedia necesaria para la presentación
21/11/22	11	Elaborar presentación final
28/11/22	12	Presentación privada
5/12/2022	13	Correcciones
12/12/2022	14	Correcciones
19/12/22	15	Correcciones
29/12/22	16	Presentación pública

*Nota:* En la tabla anterior se describen las tareas establecidas para realizar el diseño del proyecto, y su duración según las semanas del cuatrimestre. Elaboración propia (2022).

**Limitaciones**

Una limitación para la investigación es el poco mercado de máquinas de ejercitarse que generen electricidad. Si bien estas son nuevas tecnologías que siguen en desarrollo, en Costa Rica puede suceder que sean pocos los proveedores de dichos instrumentos, teniendo que optar por la importación desde el extranjero.

Se requiere, de igual manera, analizar si puede haber empresas o fabricantes interesados en producir estas máquinas a nivel nacional.

**Alcances**

Entre los alcances de la investigación se encuentran:

- Realizar el análisis del sitio y el impacto que puede llegar a tener el proyecto en la comunidad.
- Anteproyecto arquitectónico del prototipo.
- Planos constructivos.

Manual constructivo de: prototipo, especificaciones, uso, montaje, entre otros.

## Resultados del Análisis

### Contexto Macro

#### *Económico*

La zona cuenta con más del 46% de la población fuera de la fuerza de trabajo, teniendo en cuenta que la edad promedio es a partir de los 15 años, siendo en su mayoría hombres con un 75% y mujeres con un 33%, de quienes un 17% no se encuentran asegurados.

**Tabla 1**

#### *Características económicas*

#### **Características económicas**

	<b>2000</b>	<b>2011</b>
Personas fuera de la fuerza de trabajo (15 años y más)	46,1	46,1
Tasa neta de participación	53,9	53,9
<i>Personas en la fuerza de trabajo (ocupadas y desocupadas) por cada 100 personas de 15 años y más</i>		
Hombres	81,0	75,8
Mujeres	27,6	33,5
Porcentaje de población ocupada no asegurada	22,1	17,2

*Nota:* En la tabla anterior se describen las características económicas de la zona de Oreamuno. (Municipalidad de Oreamuno, 2022, s. d.).

#### *Sociodemográfico*

En cuanto a las características sociales y demográficas, se obtiene que la población total aproximada del cantón ronda las 45 000 personas, tiene una superficie aproximada de 200 km<sup>2</sup>, la densidad de población (personas por km<sup>2</sup>) es de 226, siendo una densidad baja, dando una zona poco poblada, generando un 87% de población urbana.

**Tabla 2***Características socio-demográficas Oreamuno de Cartago*

<b>Población total</b>	39.032	45.473
Superficie (km <sup>2</sup> )	201,3	201,3
Densidad de población <i>Personas por km<sup>2</sup></i>	194	226
Porcentaje de población urbana <i>Personas que viven en zona urbana por cada 100</i>	73,4	87,5
Relación hombres-mujeres <i>Hombres por cada 100 mujeres</i>	99,2	95,7
Relación de dependencia demográfica <i>Personas dependientes (menores de 15 años o de 65 y más) por cada 100 personas en edad productiva (15 a 64 años)</i>	61,1	45,5

*Nota:* En la tabla anterior se describen las características de población de la zona de Oreamuno. (Municipalidad de Oreamuno, 2022, s. d.).

***Histórico-cultural***

Según la Municipalidad de Oreamuno:

En la época precolombina el territorio que actualmente corresponde al cantón de Oreamuno estuvo habitado por indígenas del llamado reino Huetar de Oriente, que fue dominio del Cacique Guarco.

En 1561 el pueblo indígena de Cot fue visitado por los conquistadores españoles, que lo bautizaron con el santo del día: San Antonio de Padua.

Descendientes de los aborígenes del grupo del cacique Chumazara, se ubicaron en donde hoy se localiza la ciudad de San Rafael, que bautizaron con el nombre Churuca y de Chircagres.

La primera ermita se construyó en 1854, ubicada en la actual ciudad de San Rafael. El nombre del cantón es en homenaje del Expresidente de la República, don Francisco María Oreamuno Bonilla (1844-1845), que nació en ciudad Cartago el 4 de octubre de 1801 y falleció en la misma ciudad el 23 de mayo de 1856.

En ley No. 68 de 17 de agosto de 1914, se erigió el cantón de Oreamuno, como número siete de la provincia de Cartago con cuatro distritos. Se designó como cabecera la población de San Rafael. (Municipalidad de Oreamuno, 2022, s. d.).

El cantón de Oreamuno se caracteriza por seguir sus costumbres en las fechas célebres, como el 14 y 15 de setiembre, donde se llevan a cabo desfiles de faroles y de bandas, generando una unión muy cercana entre los habitantes de la comunidad; igualmente, en el centro del cantón se suelen celebrar turnos y ferias del agricultor para la comunidad.



Es importante recalcar, igualmente, que la zona es muy segura y tranquila, cuenta con tránsito constante de la Policía Nacional, por lo cual es poco común que acontezcan sucesos que perturben a la comunidad.

### ***Medioambiental***

En cuanto al factor medio ambiental, el cantón cuenta con mucha vegetación y un centro de reciclaje, que la Municipalidad de Oreamuno dispone para todos los vecinos y alrededores al cantón, y es muy recurrido por los mismos habitantes de la zona, lo que da una buena evidencia de la preocupación e interés por el reciclaje que existe en el cantón.

Por otra parte, los ríos que se encuentran en el cantón de Oreamuno suelen estar contaminados, siendo igualmente afectados por los cantones alrededores de donde proviene el agua ya contaminada. En cuanto a la recolección de basura, se lleva a cabo por parte de la comunidad de Oreamuno; la zona se encuentra bastante limpia, gracias al esfuerzo de la municipalidad y de los habitantes.

### ***Historia, patrimonio y cultura de la zona***

La zona posee pocos edificios patrimoniales, a excepción de la Municipalidad de Oreamuno, instalada en uno de los edificios más antiguos de la zona, incluyendo también la antigua casa de Monseñor Sanabria, la cual fue demolida hace unos años.

En cuanto a la historia y cultura del cantón, como se mencionó previamente, es muy tranquilo, con mucha seguridad y unión entre los habitantes; se celebran diferentes actividades patrias y conmemorativas para la comunidad, generando ese sentimiento de participación y unión entre ellos.

### ***La Imagen de la Ciudad y del Paisaje***

Si bien Cartago no se caracteriza por tener una imagen de muy limpia y ordenada, el cantón de Oreamuno tiene una distribución aceptable en cuanto a asentamientos urbanos de vivienda, posee flujos vehiculares constantes, pero no tan cargados ni fluidos; es sencillo moverse tanto vehicular como peatonalmente por las calles de la zona.

Se caracteriza, igualmente, por ser un cantón limpio, el manejo de basura es aceptable, lo que genera que las calles, parques, plazas y diferentes espacios públicos se mantengan limpios de basura y otros desechos.

En cualquier zona y vivienda del cantón no faltan las plantas, árboles y abundantes zonas verdes, incluso existiendo muchos terrenos de cultivos, lo cual les da una buena imagen a la ciudad y su paisaje.

### ***Estilo Urbano***

El cantón de Oreamuno se caracteriza por tener en su mayoría zonas y asentamientos amplios de vivienda; sin embargo, posee zonas comerciales y para agricultura y ganado, la altura de los edificios construidos comerciales y habitacionales no sobrepasa los dos niveles de construcción (seis metros de altura), siendo en su mayoría edificios comerciales o institucionales los que poseen estas dimensiones, y sucede lo contrario en las viviendas, las cuales es más común verlas de un solo nivel (de tres a cuatro metros de altura aproximadamente).

En la materialidad, tanto de edificios comerciales como habitacionales, se destaca el uso del concreto y de las estructuras en metal, diferentes tipos de enchapes, repellos y fachaletas que les dan diferentes acabados a las edificaciones.

Se encuentran diferentes estilos de diseño, tanto contemporáneo como más colonial y moderno, a excepción de las viviendas más antiguas, las cuales se encuentran un poco descuidadas; en cuanto a su materialidad, se usaba mucho la madera y el bahareque.

Las visuales de la ciudad son bastante proporcionadas, ya que siguen el mismo juego y jerarquía de niveles y diseño, utilizando buena ventilación en las fachadas y amplios aleros por la cantidad de precipitación que existe en la zona.

### ***Arquitectura y Tipologías Predominantes***

La arquitectura de la zona predominante es la de las casas en concreto, con diferentes tipologías como coloniales, modernas y contemporáneas. En el cantón, en los últimos años, se han venido desarrollando diferentes condominios, urbanizaciones y caseríos en diversos sectores de la comunidad, lo cual le va otorgando un índice de desarrollo y urbanización constante.

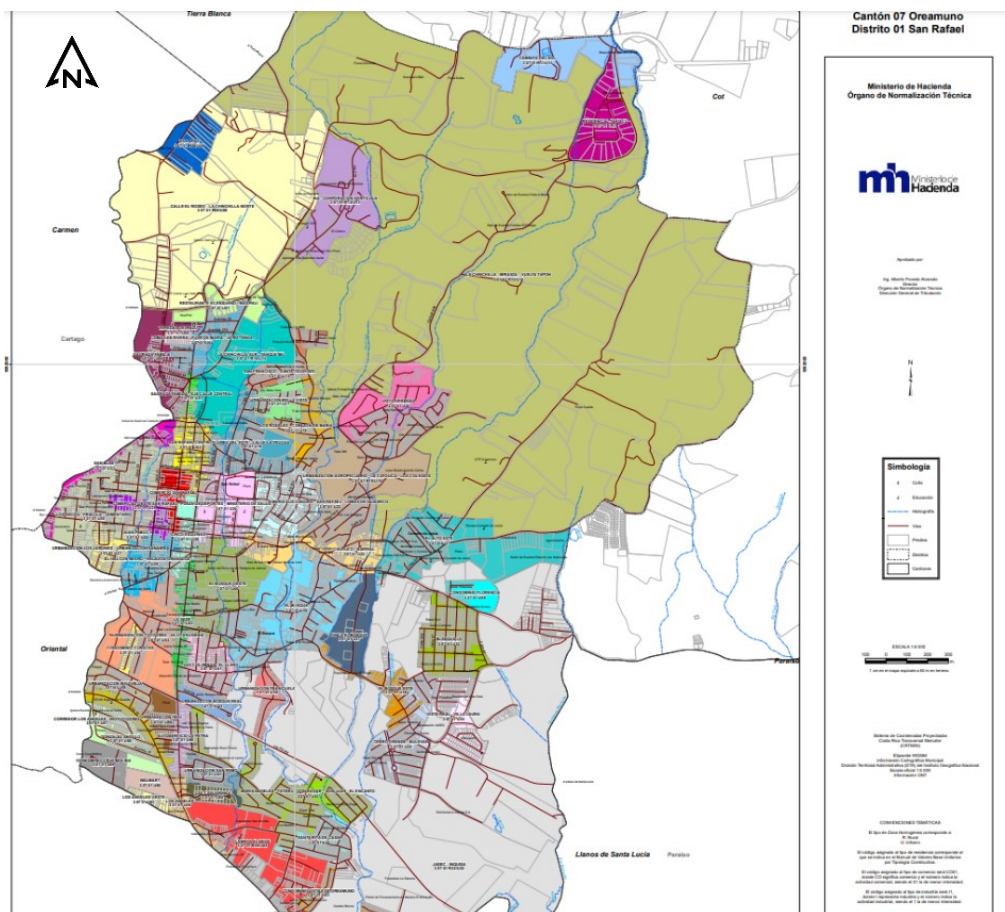
En su mayoría, los últimos proyectos de condominios que se han estado realizando en la zona son de tipo contemporáneo, presentando viviendas de dos niveles con diferentes volúmenes, entrantes y salientes para darles un juego contemporáneo a las fachadas, sin dejar de lado los amplios sectores con vidrios y ventaneras, dando como resultado casas y edificios contemporáneos que le dan belleza estética a la ciudad.

### *Uso del Suelo*

De acuerdo con el mapa de valores de terrenos por zonas homogéneas de la provincia de Cartago, cantón de Oreamuno y distrito de San Rafael, la mayoría de zonas de su territorio se establecen como uso mixto, vivienda comercial (VC), teniendo unas cuantas zonas solamente dedicadas al comercio (CO) y en su minoría para el uso de tipo industrial (I).

### **Ilustración 5**

*Mapa de valores de terrenos por zonas homogéneas de la provincia de Cartago, Cantón de Oreamuno y distrito de San Rafael*



*Nota:* En el mapa anterior se muestra el valor de los terrenos del cantón de Oreamuno según la zona específica. (Municipalidad de Oreamuno, 2022, s. d.).

## Ilustración 6

### Clasificación de uso y valor del suelo por de algunos sectores en el Cantón de Oreamuno, Distrito San Rafael

CÓDIGO DE ZONA	307-01-U01	307-01-U02	307-01-U03	307-01-U04	307-01-U05	307-01-U06	307-01-U07	307-01-R08	307-01-U08
NOMBRE	Comercio San Rafael	San Rafael Centro	Sagrada Familia - Eje Calle Central	Lomas de Rivera - Flor de María - La Rotonda	Veredas de Irazú	Sagrada Familia	Restaurante El Ensueño - Maxipali	Calle El Rodeo - La Chinchilla Norte	
COLOR									
VALOR ( / m <sup>2</sup> )	200 000	115 000	80 000	90 000	115 000	55 000	92 000	6 000	50 000
ÁREA (m <sup>2</sup> )	200	170	280	210	260	290	220	5 000	1 200
FRENTE (m)	11	8	12	8	10	11	12	50	20
REGULARIDAD	1	1	1	1	1	1	1	0,85	1
TIPO DE VIA	1	3	4	4	4	4	3	4	4
PENDIENTE (%)	0	0	0	0	0	0	0	30	5
SERVICIOS 1	4	4	4	4	4	4	4		3
SERVICIOS 2	16	16	16	16	16	16	16	15	16
NIVEL	0	0	0	0	0	0	0		0
UBICACIÓN	5	5	5	5	5	5	5		5
TIPO DE RESIDENCIAL		VC03	VC03	VC04	VC04	VC02			VC05
TIPO DE COMERCIO	CO05						CO02		
TIPO DE INDUSTRIA									
HIDROLOGÍA								2	
CAP. USO DE LA TIERRA								VI	

*Nota:* En la tabla anterior se señala por simbología el valor del m<sup>2</sup> según la zona del cantón de Oreamuno. (Municipalidad de Oreamuno, 2022, s. d.).

### Vialidad

Las zonas viales del cantón de Oreamuno se caracterizan por ser de flujo constante poco denso, con facilidad de transportarse a cualquier zona del cantón sin mayor dificultad. Cuentan con calles y puentes en buen estado, amplios, de dos carriles en su mayoría, con aceras a ambos lados, las cuales son pequeñas debido a la antigüedad con la que fueron construidas, impidiendo en algunos casos el flujo peatonal correcto en las zonas viales.

La mayoría de los habitantes poseen de uno a dos carros en promedio; se utilizan igualmente muchas motocicletas para lo movilidad, y bicicletas, sin dejar de lado el flujo constante peatonal que tiene el cantón durante el día.

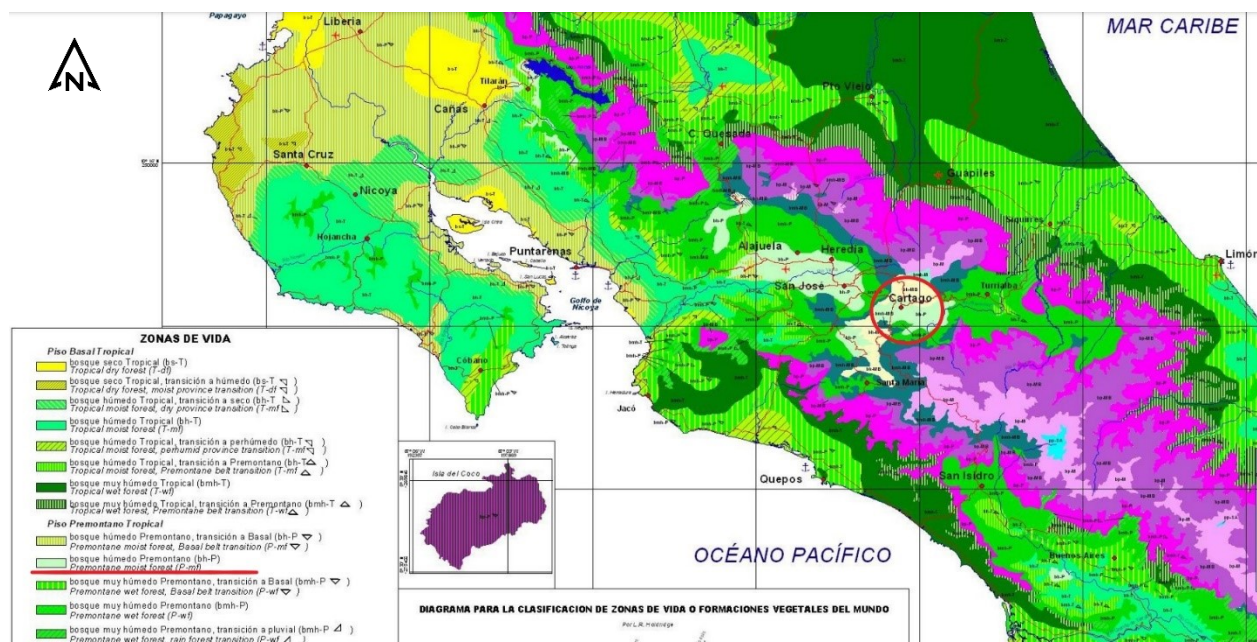
### Clima y Zonas de Vida

Según el mapa ecológico de Costa Rica, de acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo del L.R. Holdridge, el cantón que se está analizando se encuentra en un bosque húmedo premontano.

La altura de este bosque ronda los 1.000-8.000 metros, se presentan extensas áreas de suelos volcánicos, fértiles, su vegetación natural se ha ido afectando por la deforestación en masa de las zonas urbanas y los diferentes usos de ganadería y cultivos que se le han ido dando a lo largo del tiempo.

## Ilustración 7

Mapa ecológico de Costa Rica, sistema de clasificación de zonas de vida del mundo del L.R. Holdridge



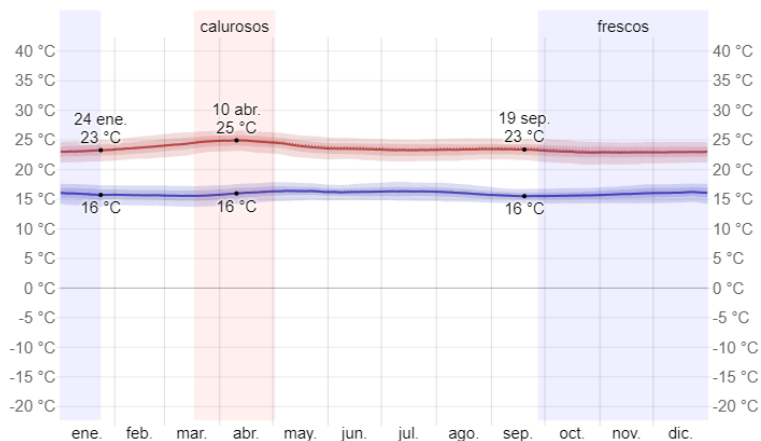
*Nota:* En el mapa anterior se muestra el valor de los terrenos del cantón de Oreamuno según la zona específica. (Ecosistemas de Costa Rica, 2011, s. d.).

## Temperatura.

La biotemperatura del bosque húmedo premontano oscila entre los 18° y 24 °C según la zona.

## Ilustración 8

### Temperatura máxima y mínima promedio de Cartago



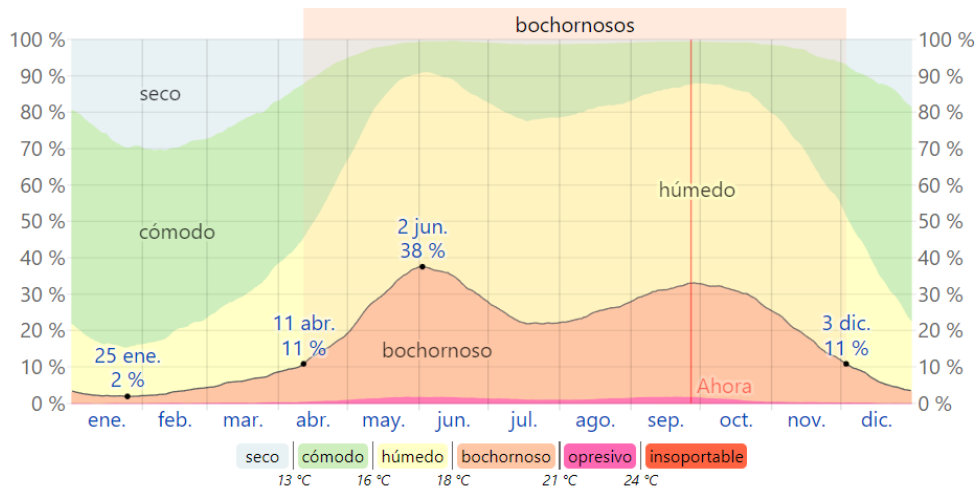
*Nota:* En el gráfico se señalan las diferentes temperaturas, ya sea máxima o mínima promedio, en las líneas roja y azul, y las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas. (Weather Spark, 2022, s. d.).

### Humedad relativa.

Los niveles de humedad rondan entre el 20 y el 90% en su mayoría, generando una sensación de confort, siendo enero el mes con menos índice de humedad en la zona.

## Ilustración 9

### Humedad promedio en la provincia de Cartago



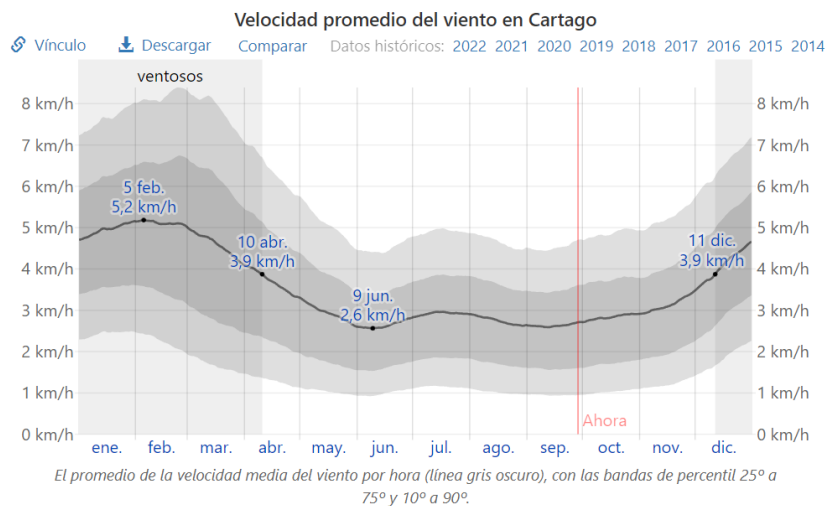
*Nota:* En el gráfico se explica los índices de humedad que existen en la provincia de Cartago, señalando en verde los niveles de más comodidad, en amarillo el periodo normal de humedad, y en rojo los periodos más bochornosos. (Weather Spark, 2022, s. d.).

## Vientos predominantes.

El flujo de viento predominante de la zona proviene del noreste.

### Ilustración 10

#### *Velocidad promedio del viento en Cartago*



*Nota:* En el gráfico anterior se explica la afectación del viento en la zona de Oreamuno (Weather Spark, 2022, s. d.).

## Pluviometría.

“El ámbito de precipitación para esta zona de vida varía entre 1.200 y 2.200 mm., como promedio anual, se presenta un periodo efectivo seco de 3,5 a 5 meses” (Ecosistemas de Costa Rica, 2011, s. d.).

## Vegetación endémica.

“Entre las especies endémicas de esta zona se encuentran el cedro, el cedro dulce, el carboncillo, el fosforillo y la Guaria morada” (Instituto Nacional de Aprendizaje, s. d.).

Presenta una vegetación variada y abundante por toda su zona, con árboles de gran tamaño como el cedro y el cedro dulce.

## Hidrografía y orología.

El río principal que recorre la zona de estudio es el río Toyogres, alimentando así a las principales fuentes y nacientes de agua de la zona, sin dejar de lado que llega a conectarse al río Reventazón, que igualmente pasa por la zona.

*Estrategias de Manejo de Desechos:* La municipalidad de Oreamuno cuenta con recolección de basura en todos sus distritos y zonas, e igualmente pone a disposición de los vecinos centros de reciclaje gratuitos, para incentivar el buen manejo de desechos y la reutilización de materiales cotidianos.

Por otra parte, en la página web de la municipalidad [www.oreamuno.go.cr](http://www.oreamuno.go.cr) se puede encontrar un manual de compostaje de disposición libre y gratuita para cualquier interesado, donde se detalla y se explica cómo realizar compostas en los hogares, para darles así un buen manejo de desechos desde cada vivienda.



## **Contexto Micro**

### ***Estudio de Vialidad Circundante al Sitio y Definición de Accesos.***

Las calles cercanas y colindantes a la zona son de un flujo vehicular muy bajo, teniendo su mayor circulación en horas de la mañana y la tarde.

No se presentan inconvenientes mayores ni retrasos para acceder al sitio; se plantea en el proyecto realizar una zona amplia de entrada, para facilitar la ubicación y las entradas al gimnasio.

### ***Topografía, geología e geotécnia***

**Desniveles.** El terreno se ubica en una zona bastante plana con poco desnivel, y cuenta con vegetación existente en la zona abundante.

**Terrazas y suelos.** El terreno no presenta terrazas ni suelos con una pendiente elevada; en su mayoría, el sitio de construcción se encuentra bastante nivelado y con poca pendiente.

**Escorrentía.** Las escorrentías dan hacia el este, donde colindan con la calle pública, y al sur, donde colindan con terrenos vacíos, dando la oportunidad de generar buenas escorrentías naturales en el terreno.

### ***Espíritu del lugar "Genius Loci"***

El lugar se caracteriza por ser muy tranquilo, muy pacífico y calmado, ya que no es un sitio urbano; se percibe la frescura del viento, la sensación de estar en un lugar cómodo y seguro, con algunas zonas de adoquines, sin dejar de lado toda la vegetación y pequeños bulevares que se encuentran en la cercanía de la zona.

## Desarrollo de la idea

### Concepto arquitectónico

#### *Arquetipos, idea generadora.*

La idea de generar un gimnasio modular en sí, nace como un arquetipo que pueda ser replicado y construido donde sea que se necesite. El proyecto plantea una solución y contribución a la generación de energía limpia para la comunidad, independientemente de donde esté ubicado, el clima, o los aspectos socioeconómicos de la zona.

Los prototipos modulares de gimnasios autosustentables, como ya fue mencionado en la investigación, están diseñados para ser construidos y propuestos en cualquier comunidad de pequeña/mediana población, ya sean comunidades rurales o comunidades que se encuentran un poco alejadas de la ciudad. Sin embargo, también este prototipo podría llegar a ser utilizado como parte de las amenidades de condominios, urbanizaciones, hoteles, entre otros.

Al ser un proyecto que está pensado para comunidades rurales, o bien, un flujo de usuarios bajo, la capacidad de dicho módulo puede rondar las 15-20 personas simultáneamente en cada edificación. De igual manera, al ser completamente modular, da la posibilidad de poder ser ampliado, o incluso agregado a otros módulos iguales, generando todo un juego de prototipos que se pueden unir, separar, dividir y combinar como se desee, siempre cumpliendo la modulación ya propuesta en el diseño.

Se plantea utilizar un sistema constructivo estructural en madera, que pueda ser solamente ensamblado en el lugar de la obra donde se vaya a construir el proyecto. La idea generadora nace a partir de incentivar a los usuarios a asistir a un gimnasio, no solo por salud o pasatiempo, sino también que puedan colaborar con el cambio climático, generando electricidad que puede llegar a ser utilizada por ellos mismos y su comunidad, así como también recibiendo una serie de beneficios por asistir al gimnasio.

Dicha madera, que se estará utilizando para la modulación de la estructura, debe ser madera estructural, ya que no cualquier tipo cumple con las características necesarias para soportar los requerimientos estructurales necesarios. Es de suma importancia tener cuidado a la hora de la elección de los materiales en cualquier proyecto, para que no existan imprevistos en el futuro por fallas estructurales en los materiales escogidos.

Por esta razón, algunas de las maderas que cumplen los requisitos estructurales para el proyecto son; pilón, chiricano, pino, radiata, eucalipto; todas estas mencionadas pueden ser

producidas a nivel nacional, e se pueden conseguir mediante diferentes proveedores en todo el territorio del país. Algunos de los proveedores más relevantes costarricenses son: Forestales, Madera cultivada, Amanco y Maderas Turrialba (este último para la provincia de Cartago principalmente). Cabe recalcar que otra madera estructural muy importante es el pilón, la cual no estará siendo utilizada ni mencionada en la propuesta, ya que es una madera que está vetada del país por decreto nacional, porque los árboles que la producen son el hogar de muchas aves, incluidas las lapas.

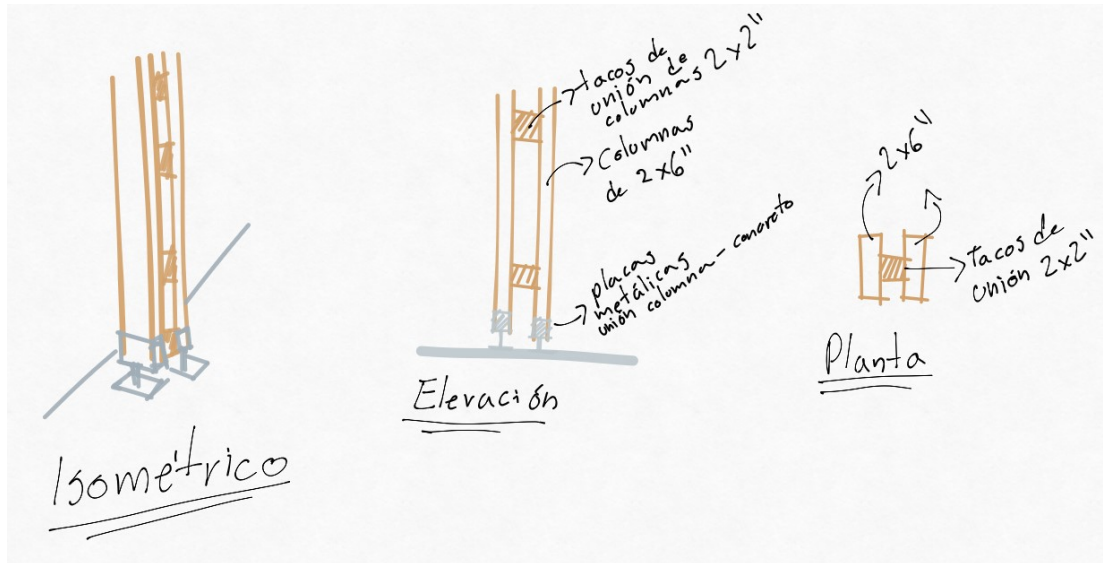
Cabe mencionar que, al ser un prototipo que se plantea para poder ser construido en cualquier topografía, se pueden proponer diferentes métodos estructurales que solucionen este requisito. En el caso del diseño propuesto, la solución que se está utilizando es la de los pilotes: un sistema de placas aisladas de concreto en la que vayan dichos pilotes de concreto, que eleven el edificio lo suficiente, dependiendo del terreno en el que se proponga, para poder adaptarse a la topografía, sin necesidad de hacer ningún movimiento de tierras, terraceo o similar.

También, sin dejar de lado que para los terrenos más planos y con menos desnivel se puede utilizar el método típico propuesto, el cual consiste en una losa flotante de concreto de 20 centímetros de espesor, la que cumple la función de contrapiso, para darles todo el agarre estructural a las piezas de madera que se van a ensamblar en dicha losa; de igual manera, ya sea en pilotes o en losa flotante, la estructura modular sigue siendo la misma, cumpliendo su función y propósito.

## Croquis / Sketches

### Ilustración 11

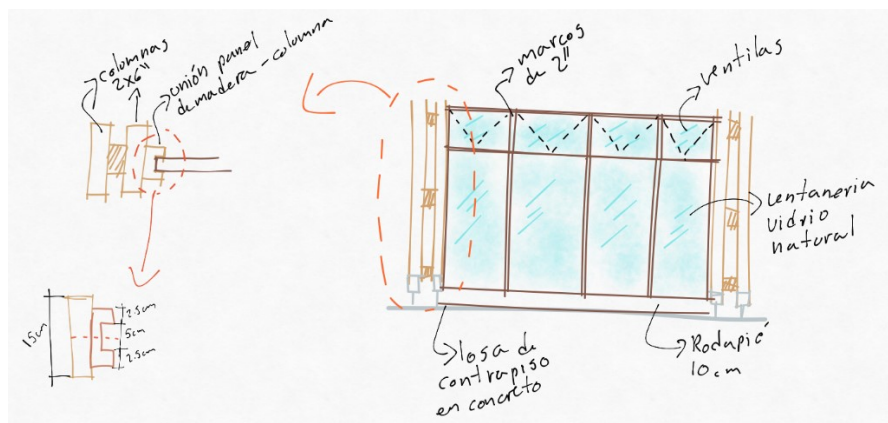
Sketch conceptual del Sistema estructural de columnas



*Nota:* En la anterior imagen se representa la propuesta conceptual del sistema estructural que se estará utilizando para las columnas, las cuales serán dos piezas de madera de 5x15cm unidas por tacos de 5x5cm, teniendo en la base placas metálicas que las unen a la losa de concreto. Elaboración propia (2022).

### Ilustración 12

Sketch conceptual del Sistema estructural de columnas y paneles

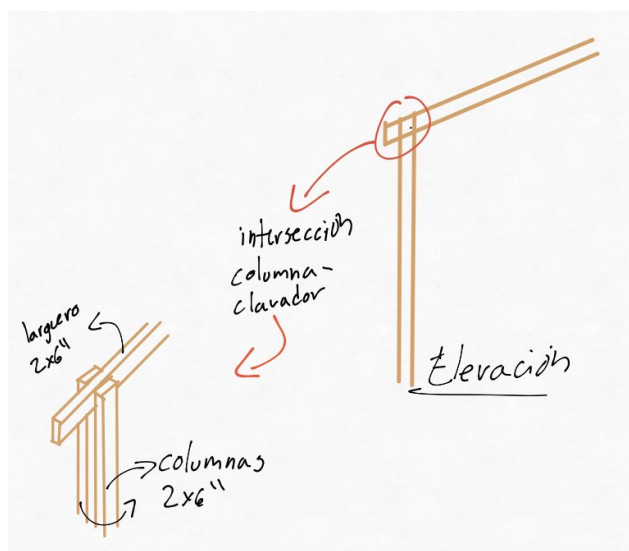


*Nota:* En la imagen se representa la unión que tendrán las columnas, anteriormente mencionadas, con los paneles a utilizar. Dichos paneles serán en madera, con diferentes

configuraciones a definir en el diseño, teniendo variedad de ventanas, paneles ciegos, paneles con celosías y paneles semiabiertos o abiertos, todos estos mencionados unidos a las columnas por medio del mismo sistema modulado constructivo, el cual permite la simple unión y ensamblaje de los cerramientos. Elaboración propia (2022).

### Ilustración 13

*Sketch conceptual del sistema estructural de columnas y estructura de techos*



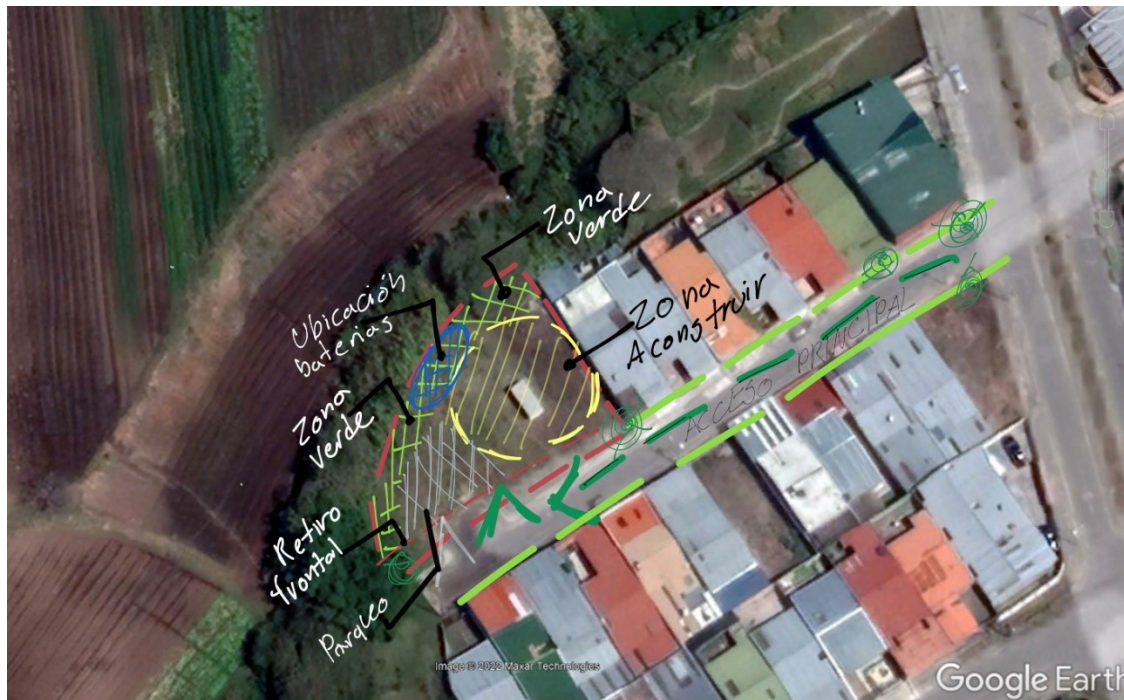
*Nota:* Se representa en la imagen la unión que tendrán los largueros estructurales de techo con las columnas planteadas en madera. Dichos largueros serán igualmente piezas de 5x15cm, que serán atornilladas y ensambladas directamente en el espacio que generan las columnas, por medio de pernos y tornillos. Elaboración propia (2022).

### ***Ejes y Estructura de Campo***

La estructura de campo conceptualmente propone la ubicación de el o los módulos que se vayan a utilizar en la zona del terreno con más área libre, siguiendo dentro de lo posible una posición perpendicular con respecto a la dirección dominante del flujo de viento, esto para permitir una buena ventilación cruzada en el interior del proyecto.

## Ilustración 14

### *Estructura de campo conceptual del proyecto*



*Nota:* En la imagen se representa la estructura de campo que conceptualmente fue realizada tras el análisis del terreno propuesto para el prototipo. Incluye espacios para parqueos, zonas verdes, ubicación del gimnasio y baterías, y sus respectivos retiros. Elaboración propia (2022).

### ***Criterios Compositivos***

#### **Manejo de la luz natural.**

La luz natural se plantea utilizar para los horarios de día en el proyecto, generando amplias ventanas por donde puede entrar la luz naturalmente, sin necesidad de tener mayor luz artificial en las horas durante el día. Esta técnica se plantea para todo el proyecto, incluidos los espacios administrativos, los públicos y las baterías de baños.

### **Conceptualización de las Ingenierías**

#### ***Concepto Estructural***

El concepto del proyecto consiste en una modulación completamente en madera, utilizando medidas que puedan ser conseguidas con cualquier proveedor de madera, para generar un sistema de ensamblaje que sea rápido y sencillo, sin requerir mayor mano de obra especializada.

Se plantea, de igual forma, crear un manual constructivo del módulo propuesto, para que esto agilice significativamente los tiempos de ensamblaje y de obra del proyecto. Dicho manual será segmentado paso por paso para seguir el proceso constructivo adecuadamente, sin que haya posibilidad de fallos ni imprevistos. Inicia por las placas metálicas que se van a proponer como base de la estructura para que, posteriormente, todas las columnas de madera sean ensambladas y unidas a la losa de concreto, por medio de estas uniones metálicas.

Todo el proyecto será modulado minuciosamente, para que pueda ser rápidamente colocado en cualquier parte que se requiere. De igual forma, es importante mencionar que la estructura de cimentación se propone inicialmente por una losa flotante; sin embargo, puede modificarse según la topografía, y hacer uso de pilotes de concreto para adaptarse mejor al terreno que se proponga.

#### ***Concepto Electromecánico***

El proyecto contará con una batería de baños para los usuarios y trabajadores del gimnasio; contarán con lavabos, servicios sanitarios y duchas. Estarán conectados directamente desde el agua potable que provee la municipalidad, y el manejo de desechos se hará por medio de una planta de tratamiento según se requiera.

El diseño eléctrico es uno de los aspectos más importantes del proyecto, ya que se requiere redirigir la electricidad generada por las máquinas utilizadas para hacer ejercicio, a las baterías de litio que se ubicarán en el mismo proyecto, para luego ser distribuida a la comunidad.

#### ***Conceptos Bioclimáticos***

El sistema constructivo planteado para el proyecto permite una ventilación natural apta para cualquier ubicación donde se vaya a construir, sin dejar de lado la iluminación natural, por medio de amplios paneles de ventanas y protección de radiación y lluvia, mediante los amplios aleros de las cubiertas.

#### ***Conceptos de Construcción Sostenible (según Bandera Azul Ecológica)***

El desarrollo sostenible del prototipo de gimnasios, que se plantea, es fundamental para el desarrollo y propuesta del concepto, ya que se plantea como base un proyecto que ayude y aporte a combatir el cambio climático, generando electricidad limpia para la comunidad. Es por esta razón que el sistema estructural constructivo principal del proyecto está pensado en madera, para producir el menor impacto de huella de carbono al medio ambiente, generando un diseño estético, funcional y amigable con el medio ambiente.

## **Anteproyecto y proyecto**

### **Calidad espacial.**

#### ***Solución del espacio interno***

#### **Propuesta de distribución**

La planta arquitectónica de distribución propuesta consiste en dos módulos del prototipo, el módulo del gimnasio, el cual consiste en una planta libre para el uso solamente del área de gimnasio, con una modulación estructural de columnas a cada tres metros, dando un largo total de 16 metros con un ancho de seis metros cada módulo.

Por otra parte, el segundo módulo contiene el sector administrativo y el área de vestíbulo de ingreso principal, con los casilleros para los usuarios, los baños para hombres y mujeres, los cuales contienen duchas incluidas para todos aquellos usuarios que gusten utilizarlas.

Se plantea un recorrido de acceso en losetas de concreto rayado para darles un acceso cálido y limpio a los usuarios, teniendo la entrada principal a cada módulo por sus laterales, para generar esa cobertura y unión entre ambos prototipos.

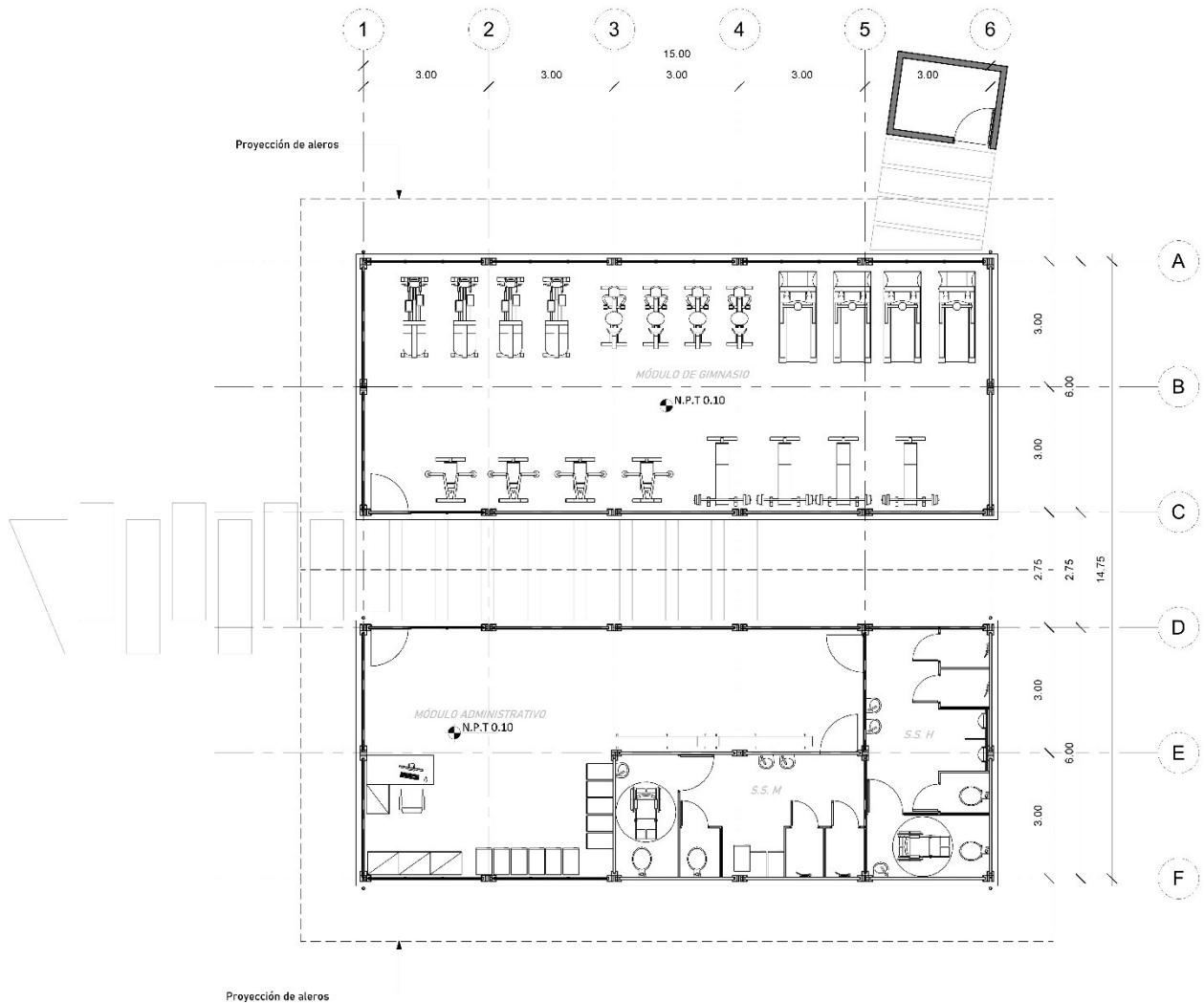
Cabe destacar que se plantean dos módulos para notar las diferentes modulaciones de cerramientos que se pueden generar en el interior. Si bien el módulo base es el de planta libre, el cual solo posee los cerramientos perimetrales, de igual manera se pueden plantear y proponer diferentes divisiones, añadidos, aperturas, o incluso expansión del módulo. Esta fue una de las principales ideas al generar la propuesta, que se pueda modular del modo que se requiera en cualquier sitio, dando una libertad absoluta a los que construyan la edificación.

Los módulos están completamente modulados en madera, sin tomar en cuenta los paneles de vidrio y la losa y/o pilotes de concreto. Todo lo demás estructuralmente se compone de madera; esto le da un alto valor ecológico al gimnasio, ya que cumple con todas las características estructurales necesarias para el tiempo de vida del proyecto, y si en algún momento, por alguna razón se requiere utilizar el terreno para otro proyecto, o simplemente desalojar, el módulo puede ser fácilmente desarmado y toda la madera usada puede ser perfectamente reutilizable.



## Ilustración 15

### Planta de distribución arquitectónica



*Nota:* En la imagen se representa gráficamente, mediante el plano arquitectónico, la distribución interna con sus respectivas medidas y cotas de modulación estructural. Elaboración propia (2022).

### *Propuesta de cubiertas*

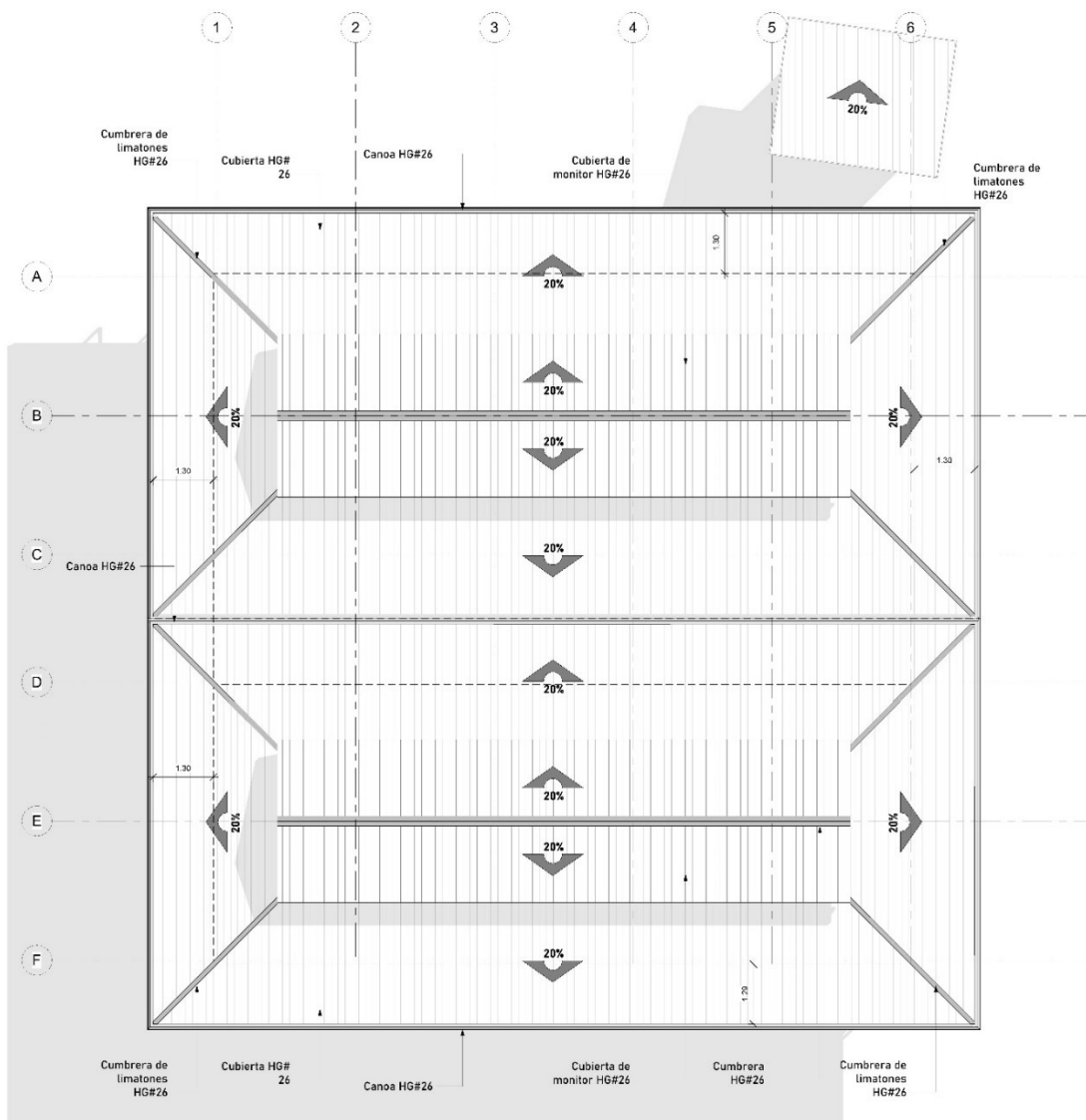
Las cubiertas fueron planteadas de tal modo que se pueda generar protección de la luz directa mediante los amplios aleros, los cuales miden 1.30 m de largo, desde el borde de la pared hasta el borde de la cubierta del alero. De igual manera, se plantean dichos aleros para proteger los cerramientos del edificio de las fuertes lluvias que caen en el país, protegiendo, así, todos los cerramientos de madera perimetrales de la edificación.

Es importante mencionar que, además en las cubiertas, se están proponiendo monitores para permitir que el flujo de ventilación en el interior-exterior sea apto para mantener temperaturas agradables en el interior del gimnasio; esto ayuda a que el aire caliente tenga siempre un flujo constante por los monitores, y que el interior se mantenga ventilado por el sistema planteado de celosías y/o ventilas por donde ingresa toda la ventilación más fresca.

Las pendientes de las cubiertas propuestas, tanto de la cubierta principal como de la cubierta del monitor, poseen un 20% de pendiente, ya que tendrán que soportar constantes y abundantes lluvias, y eso permite que el agua pueda tener un flujo constante en la lámina de techo, prolongando así su vida útil y evitando que se oxide o tenga algún otro tipo de fallo.

## Ilustración 16

### Planta arquitectónica de cubiertas



*Nota:* En la imagen se representa gráficamente, mediante el plano arquitectónico, la distribución de cubiertas con sus respectivas pendientes, medidas, cotas y especificaciones. Elaboración propia (2022).

### Elevaciones

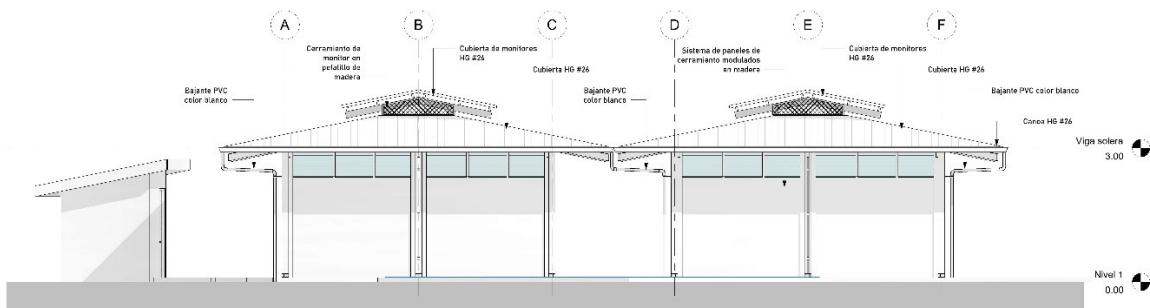
Las elevaciones del proyecto poseen un carácter estético importante, ya que el proyecto transmite tranquilidad y ecología por medio de toda su modulación en madera natural, y todos los

paneles en vidrio que se propusieron. Esto de igual forma funciona como un atractor para el usuario del contexto, para que se acerque a este y quiera ver y conocer en qué consiste.

Las elevaciones son la cara del proyecto, y estas necesitan transmitir lo que se propone en el interior, tanto arquitectónica como conceptualmente.

### Ilustración 17

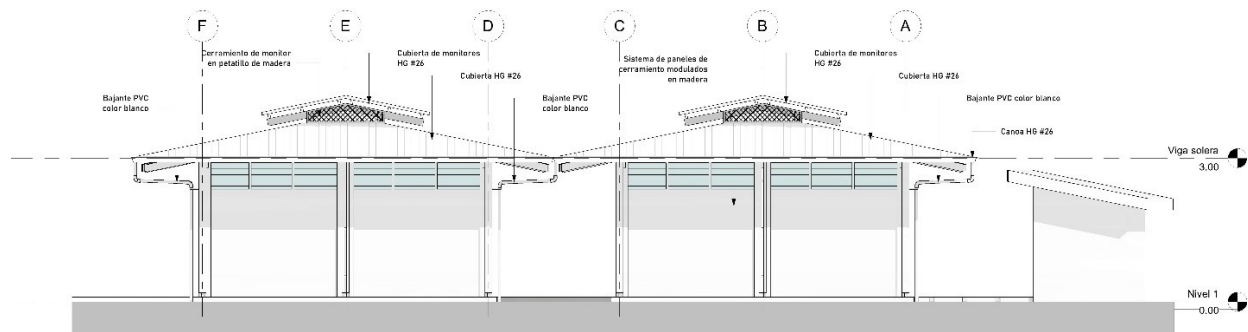
#### *Elevación frontal*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

### Ilustración 18

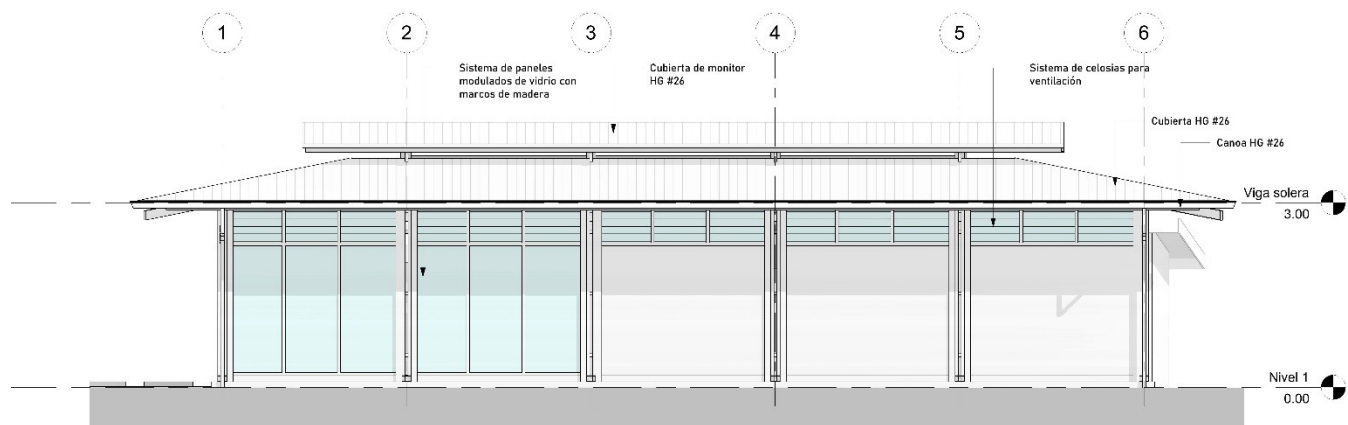
#### *Elevación posterior*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

## Ilustración 19

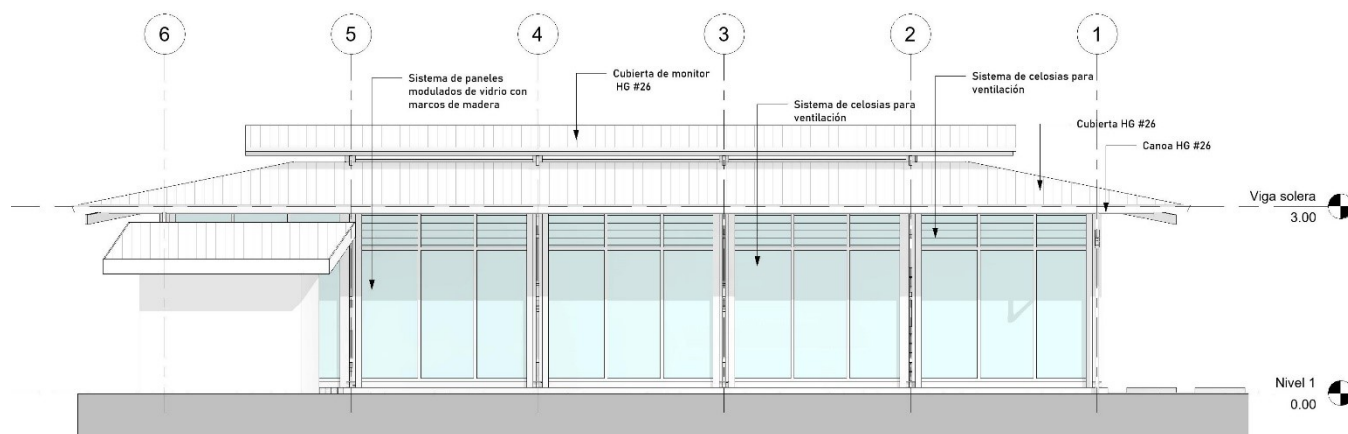
### *Elevación lateral derecha*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

## Ilustración 20

### *Elevación lateral izquierda*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

### **Sistema estructural**

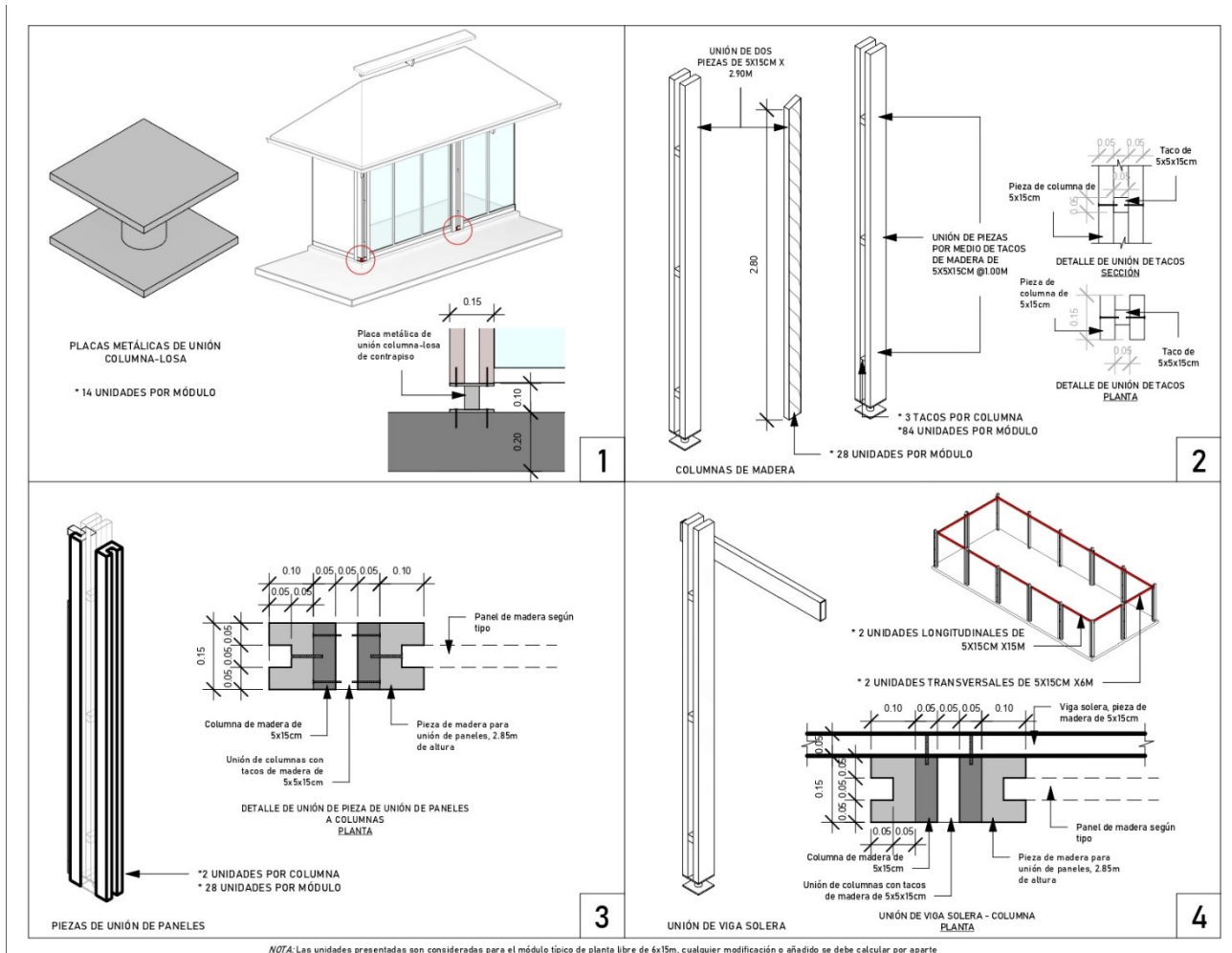
Como concepto estructural del proyecto, se plantea el uso de la madera, con piezas de 5x15cm para columnas, las cuales son la unión de dos piezas por tacos de 5x5cm en madera, permitiendo una simple unión de los largueros a las columnas por medio de pernos y tornillos. Las columnas mencionadas anteriormente serán unidas por medio de placas metálicas al contrapiso de concreto que se plantea, ya que, al ser un gimnasio, debe tener bastante capacidad de carga y de movimiento.

En cuanto a la estructura de techo, al igual que las columnas, se planea utilizar largueros de 5x15 cm en madera, con clavadores de 10x5 cm, los que serán anclados a la lámina de cubierta, de la que está por definirse su materialidad.

A continuación, se presenta el manual de ensamblaje del proyecto, el cual fue pensado y diseñado como si fuera un manual de lego. Pretende ser muy intuitivo, con instrucciones sumamente sencillas y, al ser un proyecto completamente modular en madera, igualmente está diseñado para que su ensamblaje sea muy fácil y rápido. El manual consiste en tres páginas, donde se explica paso a paso el proceso a seguir de acuerdo con el sistema constructivo, desde su inicio en la unión de las placas metálicas que se posarán sobre la losa, hasta lo más alto del proyecto y los últimos pasos constructivos, que comprenden la cubierta de los monitores.

# Ilustración 21

Página 1 del manual constructivo

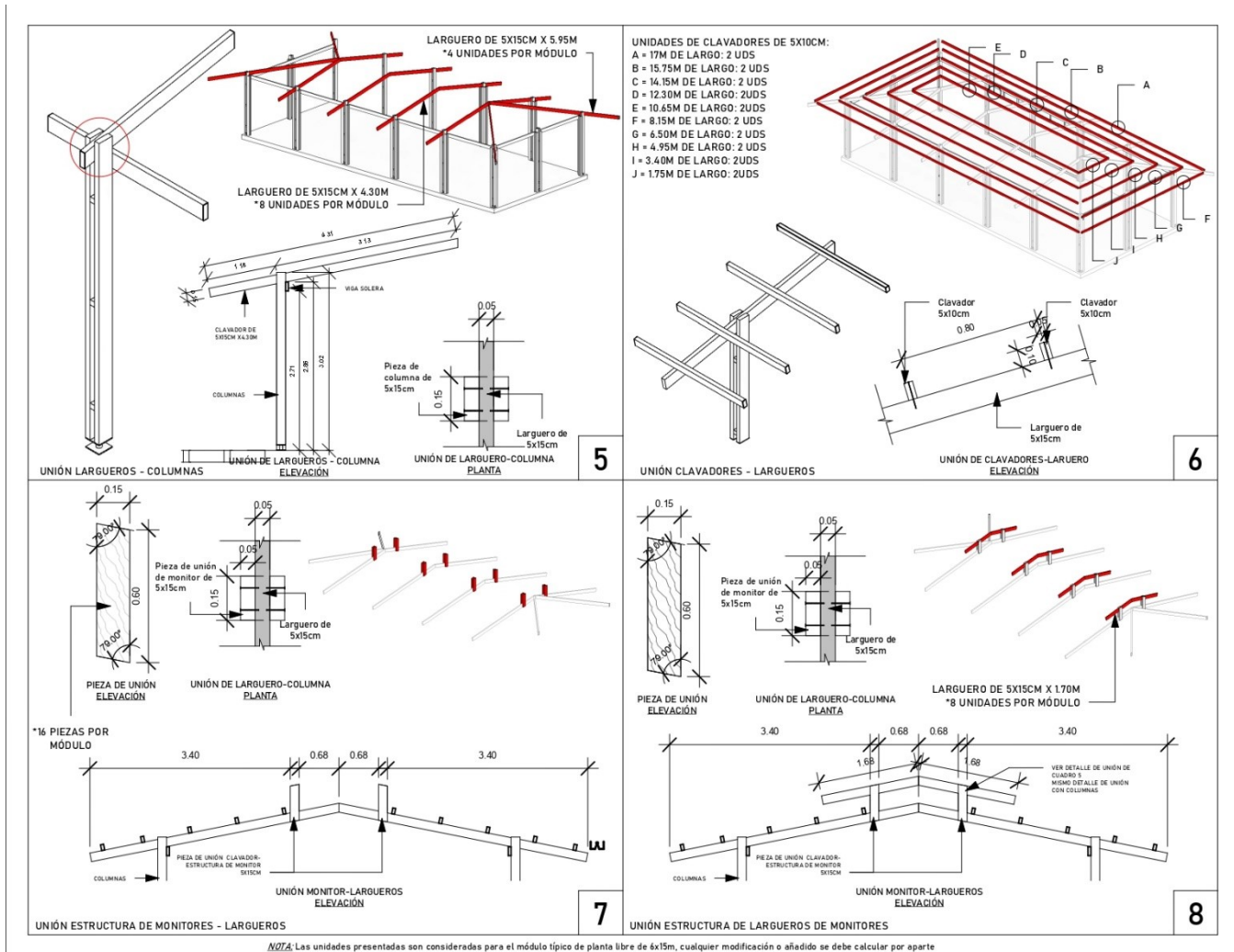


NOTA: Las unidades presentadas son consideradas para el módulo típico de planta libre de 6x15m, cualquier modificación o añadido se debe calcular por aparte

Nota: En la imagen anterior se presenta la primera página del manual constructivo de ensamblaje del módulo. Consiste en los cuatro primeros pasos a seguir desde la unión de las placas metálicas, la unión de columnas, los tipos de piezas de amarre para los paneles de cerramiento y la viga solera. De igual manera, se cuantifican las piezas que se van a utilizar en la totalidad del módulo.

**Ilustración 22**

*Página 2 del manual constructivo*

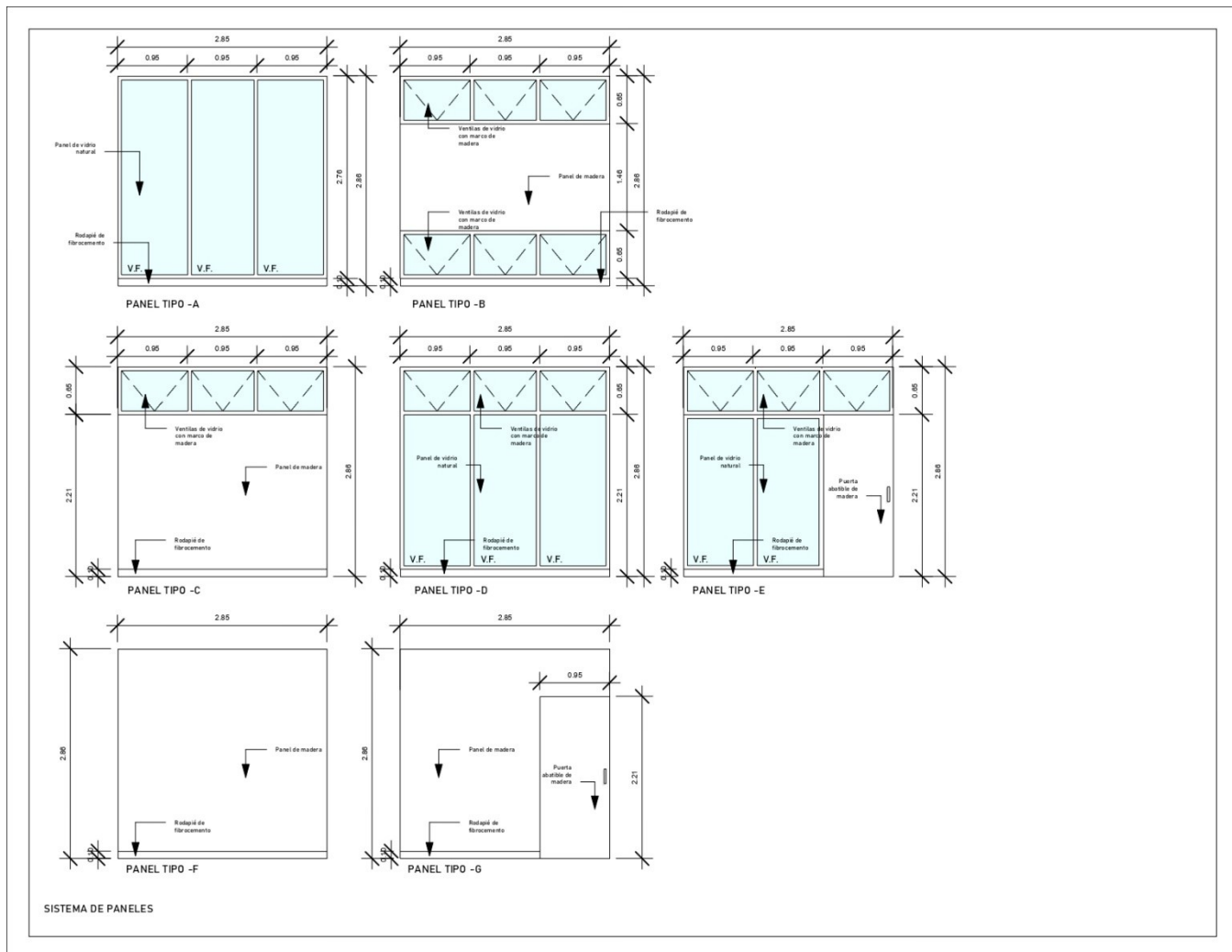


*Nota:* En la imagen anterior se presenta la segunda página del manual constructivo de ensamblaje del módulo. Consiste en los siguientes cuatro pasos a seguir, los cuales abarcan la unión de largueros con las columnas, la unión de los clavadores a dichos largueros y su tipo de unión, y seguidamente todo el ensamblaje de la estructura del monitor. De igual manera, se cuantifican las piezas que se van a utilizar en la totalidad del módulo.



## Ilustración 23

Página 3 del manual constructivo



*Nota:* En la imagen anterior se presenta la tercera y última página del manual constructivo de ensamblaje del módulo, la cual abarca las especificaciones de los paneles de cerramiento y sus diferentes tipologías. Es importante destacar que los paneles señalados son los que están siendo utilizados en el proyecto propuesto. Sin embargo, se podrían generar nuevos y diferentes juegos de paneles según sea requerido en cada proyecto.

### *Composición de ventanería*

Como se mencionó anteriormente, en el documento y en las páginas del manual constructivo de ensamblaje, se están utilizando sistemas de paneles de vidrio natural con marcos completamente de madera de una pulgada. Los paneles de vidrio fijo se estarán utilizando para generar una transición entre el interior y el exterior en todo momento, para que el usuario pueda disfrutar de la naturaleza y del paisaje exterior mientras se ejercita.

De igual manera, se plantean ventanas utilizando celosías y en algunos casos se pueden utilizar ventilas; esto permite que los espacios internos tengan una ventilación fresca y constante, que también, por el modo en que fue diseñado el proyecto, permite ventilación cruzada en todo momento.

Carácter visual del proyecto, vistas 3D

### **Ilustración 24**

*Vista externa 1 del prototipo*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

## Ilustración 25

### *Vista externa 2 del prototipo*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

## Ilustración 26

### *Vista externa 3 del prototipo*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

**Ilustración 27**

*Vista externa 4 del prototipo*



*Nota: Elaboración propia (2022).*

**Ilustración 28**

*Vista externa 5 del prototipo*



*Nota: Elaboración propia (2022).*

**Ilustración 29**

*Vista interna 1 del prototipo*



*Nota: Elaboración propia (2022).*

**Ilustración 30**

*Vista interna 2 del prototipo*



*Nota: Elaboración propia (2022).*

**Ilustración 31**

*Vista externa 1 del prototipo sobre pilotes*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

**Ilustración 32**

*Vista externa 2 del prototipo sobre pilotes*



*Nota:* Elaboración propia (2022).

### Ilustración 33

#### *Vista externa 3 del prototipo sobre pilotes*



*Nota: En las últimas tres ilustraciones se muestra el prototipo modular sobre estructura de pilotes. Esto, como ya fue mencionado en la investigación, se propone de esta manera para que pueda ser fácilmente construido en terrenos con topografía irregular. Dichos pilotes de concreto pueden variar su altura, según se requiera en cada caso, y sostienen la losa que posteriormente seguiría el mismo sistema de ensamblaje que el prototipo normal. Elaboración propia (2022).*

#### *Propuesta bioclimática*

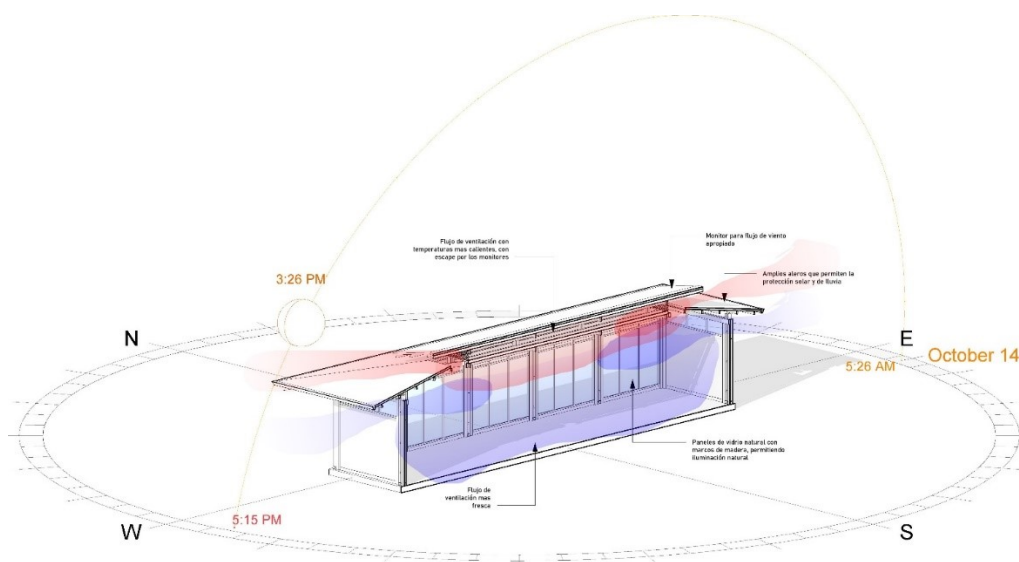
En cuanto a la propuesta climática, gracias a que el diseño posee los paneles de cerramiento modulados con acceso de ventilación por la parte inferior y superior de las paredes, se puede lograr una ventilación cruzada constante, que ayuda a ventilar todo el interior del proyecto. Al tratarse de un gimnasio, los usuarios siempre van a estar en constante movimiento, lo cual hace que la temperatura en el interior de la tienda a ser alta si hay un flujo alto de usuarios.

Para reducir y controlar una temperatura fresca en el interior, sin necesidad de aires acondicionados o elementos externos, se proponen celosías, que permiten que la ventilación más fresca entre por la parte inferior de las paredes y la parte superior, y que todo el aire más caliente

tenga flujo de salida por medio de los monitores de cubierta. Cabe mencionar que, como estrategia pasiva, se propone colocar una pintura más oscura en la lámina de techo de los monitores, lo cual hace que dicha cubierta tenga una temperatura un poco más elevada, atrayendo así todo el aire más caliente del interior, para luego ser expulsado por los mismos monitores.

### Ilustración 34

#### *Corte bioclimático longitudinal*

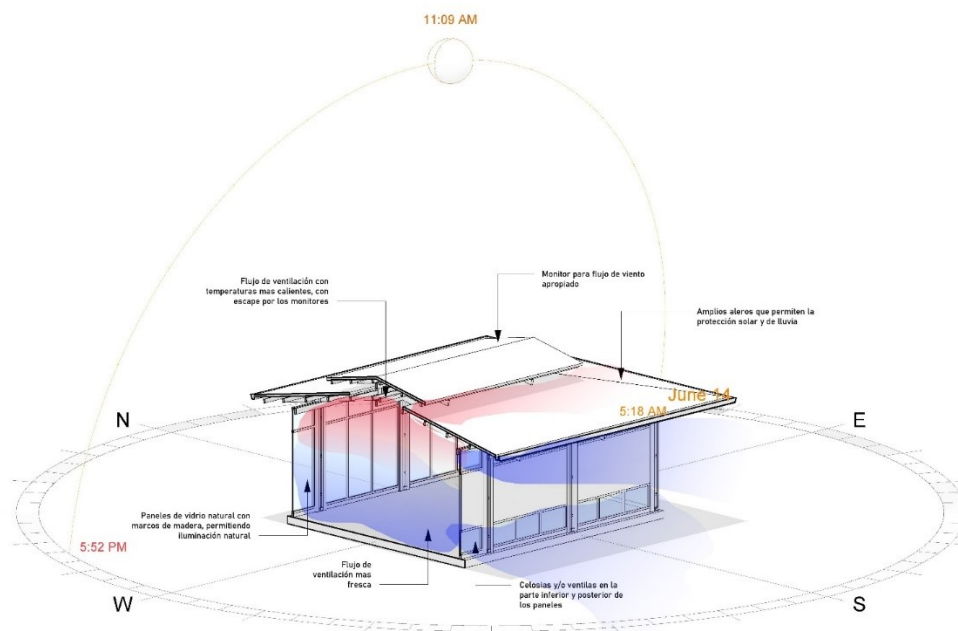


*Nota:* En el corte longitudinal se señala cómo funciona la ventilación cruzada por medio de los accesos de ventilación, generando una temperatura agradable en el interior, y logrando que todo el aire caliente escape por medio de los monitores. Elaboración propia (2022).



### Ilustración 35

#### *Corte bioclimático transversal*



*Nota:* De igual manera en el corte transversal se señala cómo estará funcionando la ventilación cruzada dentro del gimnasio, siendo completamente natural, sin necesidad de aire acondicionado u otros artefactos similares. Elaboración propia (2022).

#### ***Diseño Sostenible y materiales***

El prototipo modular propuesto fue diseñado específicamente con madera, ya que este material es muy flexible en cuanto a diseño, y permite gran cantidad de ensamblajes y de uniones que con otros materiales no se podrían realizar, o sería mucho más costoso de hacer. La madera, sin embargo, posee propiedades estructurales muy importantes, dando la posibilidad de ser usada, según su tipo, en estructuras principales y secundarias de una edificación.

También es importante mencionar que este material es fácilmente manipulable, y se pueden prefabricar fácilmente las piezas necesarias. Es por esto, que toda la modulación del proyecto se hizo en madera de 2 x 6 pulgadas (5x15 centímetros), porque es fácil de conseguir y de trabajar, dando la posibilidad de que, al estar todas las piezas contabilizadas y específicamente medidas, se pueden enviar a un proveedor de madera y que él las fabrique, para posteriormente ser transportadas todas las piezas, en un camión o similar, al lugar propuesto para construir.

Es importante mencionar que el proyecto también tiene una visión sostenible a futuro, ya que, al estar su estructura constituida completamente por madera, da la posibilidad de que cuando

ya no se vaya a utilizar el proyecto, o se necesite mover a otro lugar, se puede hacer sin mayor dificultad, puesto que está diseñado de tal forma que se pueda ensamblar y desensamblar según se requiera.

El proyecto, además de ser ecológico y sostenible por medio de la electricidad que va a generar, también posee ese ámbito ecológico en toda su estructura; al poder ser desmontado y reutilizado en lo que se necesita, da como resultado una nula o muy baja contaminación, siendo un prototipo completamente autosustentable y que, en vez de generar contaminación, la contrarresta por completo.

## Conclusiones y recomendaciones

Al desarrollar el proyecto, se presentaron diferentes dificultades para resolver las diferentes variables estructurales, arquitectónicas y eléctrico-mecánicas; sin embargo, se logró resolver minuciosamente cada una de estas y darle un diseño completamente funcional y estético al módulo del gimnasio.

De igual modo, las investigaciones utilizadas como referencias para argumentar la propuesta fueron de gran ayuda, ya que referencian toda la problemática que se está viviendo actualmente con el cambio climático, y que, a su vez, mencionan diferentes maneras para contrarrestarlo, siendo una de esas la generación de energía eléctrica y sus diferentes tipos de uso y almacenamiento, como fueron mencionados en la investigación.

El sistema, planteado para el almacenamiento de la electricidad, dio como resultado ser de gran utilidad, pues los bancos de baterías son muy eficientes para este tipo de proyectos, y a su vez, si se utiliza un medidor bidireccional, como fue planteado, el proyecto y el sistema eléctrico se vuelven muy sustentables, ya que todos los excedentes de electricidad generada pueden ser enviados a la red pública de nuevo, o bien ser reutilizados por el mismo gimnasio.

Se propuso un diseño completamente modular estructurado en madera, con piezas que se pueden prefabricar fácilmente, para luego ser ensambladas en el sitio sin mayor dificultad, ni requerir mano de obra especializada, y a su vez, que el prototipo pueda generar su propia energía, dando como resultado un prototipo modular de gimnasios completamente autosustentables.

Como recomendación, es importante mencionar que, al ser un prototipo novedoso y replicable, debe tener la posibilidad de construirse en cualquier lugar, topografía, cumpliendo los diferentes requisitos climáticos de la zona. Se recomienda, igualmente, utilizar el mismo sistema estructural de piezas modulares para que se siga el mismo planteamiento del proyecto, donde se puede generar todo un juego de diferentes módulos en horizontal para cumplir las exigencias del proyecto

## Referencias bibliográficas

- André, F. J., Castro, L. M., & Cerdá, E. (s.f.). *Las energías renovables en el ámbito internacional*. Madrid .
- Artaraz, M. (2002). *Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible*. Ecosistemas .  
Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>
- Cacheiro, L. (s.f.). *Máquinas de ejercicios que generan energía*. ROCFIT.
- Ecosistemas de Costa Rica. (2011). *Bosque tropical húmedo premontano*. Obtenido de <https://ecosistemasdecostarica.blogspot.com/2011/07/bosque-tropical-humedo-premontano.html>
- Enel foundation, Enel X, The European House Ambrossetti. (2018). *Electrify 2030*. Enel Foundation.
- Garza Galicia, A. (2015). *Sistema de generación eléctrica a partir de fuerza muscular con control de conexión a acometida*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/ec/86/fe/32b576d1ba52a2/WO2015115884A1.pdf>
- IBERDROLA. (s.f.). *Almacenamiento de energía: la clave de un futuro descarbonizado*. IBERDROLA. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/almacenamiento-de-energia-eficiente>
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (s.f.). *Historia Natural de Costa Rica* (Vol. Capítulo 4: Vegetación de Costa Rica: Biodiversidad y riqueza). Obtenido de [https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/19801/mod\\_resource/content/1/Vegetacion%20de%20Costa%20Rica%20%28v-asec%29.pdf](https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/19801/mod_resource/content/1/Vegetacion%20de%20Costa%20Rica%20%28v-asec%29.pdf)
- Martínez, J., & Fernández, A. (2004). *Cambio climático una visión desde México*. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Mayén, C. (2020). *Arquitectura modular*. JG Arquitectos.
- Municipalidad de Oreamuno. (2022). *Historia del cantón de Oreamuno*. Obtenido de <https://www.oreamuno.go.cr/articulo/11/historia#:~:text=La%20primera%20ermita%20se%20construy%C3%B3,23%20de%20mayo%20de%201856>.
- Nature climate change. (June de 2022). Estimating the timing of geophysical commitment to 1.5 and 2.0 °C of global warming. *M. T. Dvorak; K. C. Armour; D. M. W. Frierson; C.*

*Proistosescu; M. B. Baker; C. J. Smith, 12.* Obtenido de [https://www.nature.com/articles/s41558-022-01372-y.epdf?sharing\\_token=x76LMoAsTkvW5XfMOwb2vNRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0PObFKxTLz9liy95xfY8UKH7KxZYncZ1Zmmji4pDADXJyt7-sqA4hFKV97vJxZodF3W4HWi7mER1OG3Q1tX1pkxqrZ\\_4adm24lllMP4rs-Z8xMhnQfPkO5jSHBRPzH9mLyfRjFOXodQ70tGW](https://www.nature.com/articles/s41558-022-01372-y.epdf?sharing_token=x76LMoAsTkvW5XfMOwb2vNRgN0jAjWel9jnR3ZoTv0PObFKxTLz9liy95xfY8UKH7KxZYncZ1Zmmji4pDADXJyt7-sqA4hFKV97vJxZodF3W4HWi7mER1OG3Q1tX1pkxqrZ_4adm24lllMP4rs-Z8xMhnQfPkO5jSHBRPzH9mLyfRjFOXodQ70tGW)

Real Academia Española [RAE]. (s.f.). Obtenido de <https://dle.rae.es/prototipo>

Weather Spark. (2022). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Cartago*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/16154/Clima-promedio-en-Cartago-Costa-Rica-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## Tabla de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b>	<b>Arquitectura modular .....</b>	<b>5</b>
<b>Ilustración 2</b>	<b>Almacenamiento de electricidad en baterías .....</b>	<b>9</b>
<b>Ilustración 3</b>	<b>Matriz de operacionalidad.....</b>	<b>16</b>
<b>Ilustración 4</b>	<b>Cronograma de tareas .....</b>	<b>17</b>
<b>Ilustración 5</b>	<b>Mapa de valores de terrenos por zonas homogéneas .....</b>	<b>23</b>
<b>Ilustración 6</b>	<b>Clasificación de uso de suelo y valor del suelo.....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 7</b>	<b>Mapa ecológico de Costa Rica.....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 8</b>	<b>Temperatura máxima y mínima en Cartago.....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 9</b>	<b>Humedad promedio de Cartago.....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 10</b>	<b>Velocidad promedio del viento en Cartago.....</b>	<b>27</b>
<b>Ilustración 11</b>	<b>Sketch conceptual de sistema estructural de columnas .....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 12</b>	<b>Sketch conceptual de sistema estructural de columnas y paneles .....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 13</b>	<b>Sketch conceptual del sistema de columnas y estructura de techos ...</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 14</b>	<b>Estructura de campo conceptual del proyecto .....</b>	<b>34</b>
<b>Ilustración 15</b>	<b>Planta de distribución arquitectónica .....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 16</b>	<b>Planta arquitectónica de cubiertas .....</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 17</b>	<b>Elevación frontal .....</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 18</b>	<b>Elevación posterior.....</b>	<b>40</b>
<b>Ilustración 19</b>	<b>Elevación lateral derecha.....</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 20</b>	<b>Elevación lateral izquierda.....</b>	<b>41</b>
<b>Ilustración 21</b>	<b>Página 1 del manual de ensamblaje constructivo.....</b>	<b>43</b>
<b>Ilustración 22</b>	<b>Página 2 del manual de ensamblaje constructivo.....</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 23</b>	<b>Página 3 del manual de ensamblaje constructivo.....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 24</b>	<b>Vista externa 1 del prototipo .....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 25</b>	<b>Vista externa 2 del prototipo .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 26</b>	<b>Vista externa 3 del prototipo .....</b>	<b>47</b>
<b>Ilustración 27</b>	<b>Vista externa 4 del prototipo .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 28</b>	<b>Vista externa 5 del prototipo .....</b>	<b>48</b>
<b>Ilustración 29</b>	<b>Vista interna 1 del prototipo .....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 30</b>	<b>Vista interna 2 del prototipo .....</b>	<b>49</b>

<b>Ilustración 31 Vista externa 1 del prototipo sobre pilotes .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 32 Vista externa 2 del prototipo sobre pilotes .....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 33 Vista externa 3 del prototipo sobre pilotes .....</b>	<b>51</b>
<b>Ilustración 34 Corte bioclimático longitudinal .....</b>	<b>52</b>
<b>Ilustración 35 Corte bioclimático transversal .....</b>	<b>53</b>

## Anexos

Manual constructivo de prototipo.

# MANUAL DE ENSAMBLAJE CONSTRUCTIVO DE MÓDULO

MONTAJE PASO A PASO DEL PROTOTIPO MODULAR



PROTOTIPO MODULAR DE GIMNASIOS AUTOSUSTENTABLES

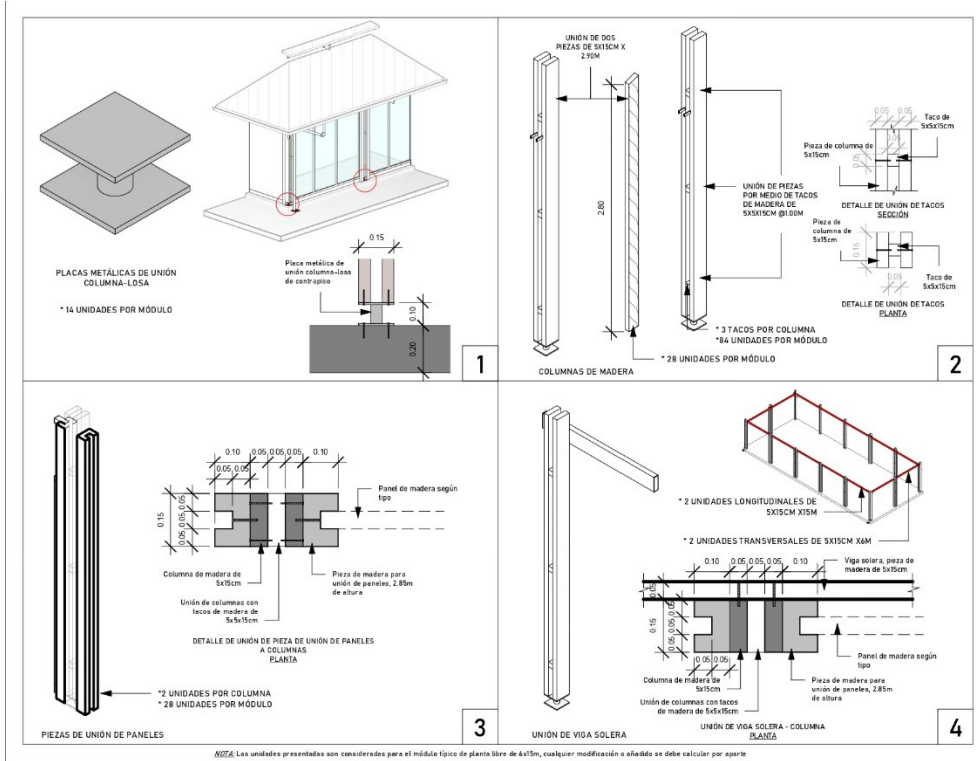
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

CALEB JOSÉ ULLOA GUILLÉN

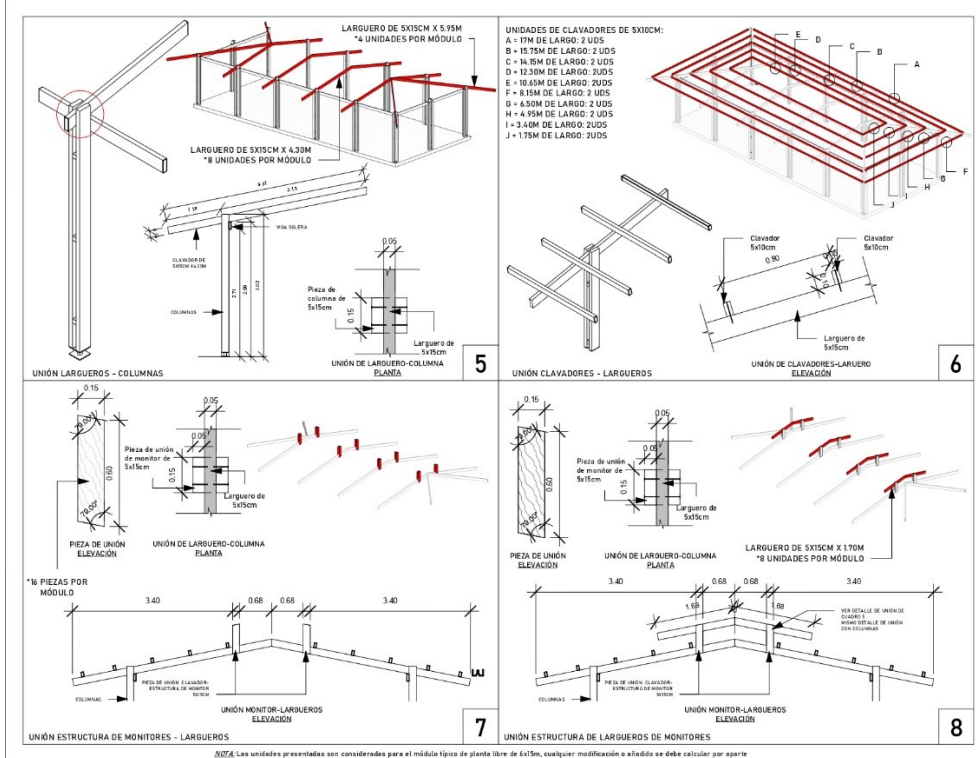
NOTA: Las unidades presentadas son consideradas para el módulo típico de planta libre de 6x15m, cualquier modificación o añadido se debe calcular por aparte

*Nota:* Página 1 de manual de ensamblaje de módulo. Elaboración propia (2022).

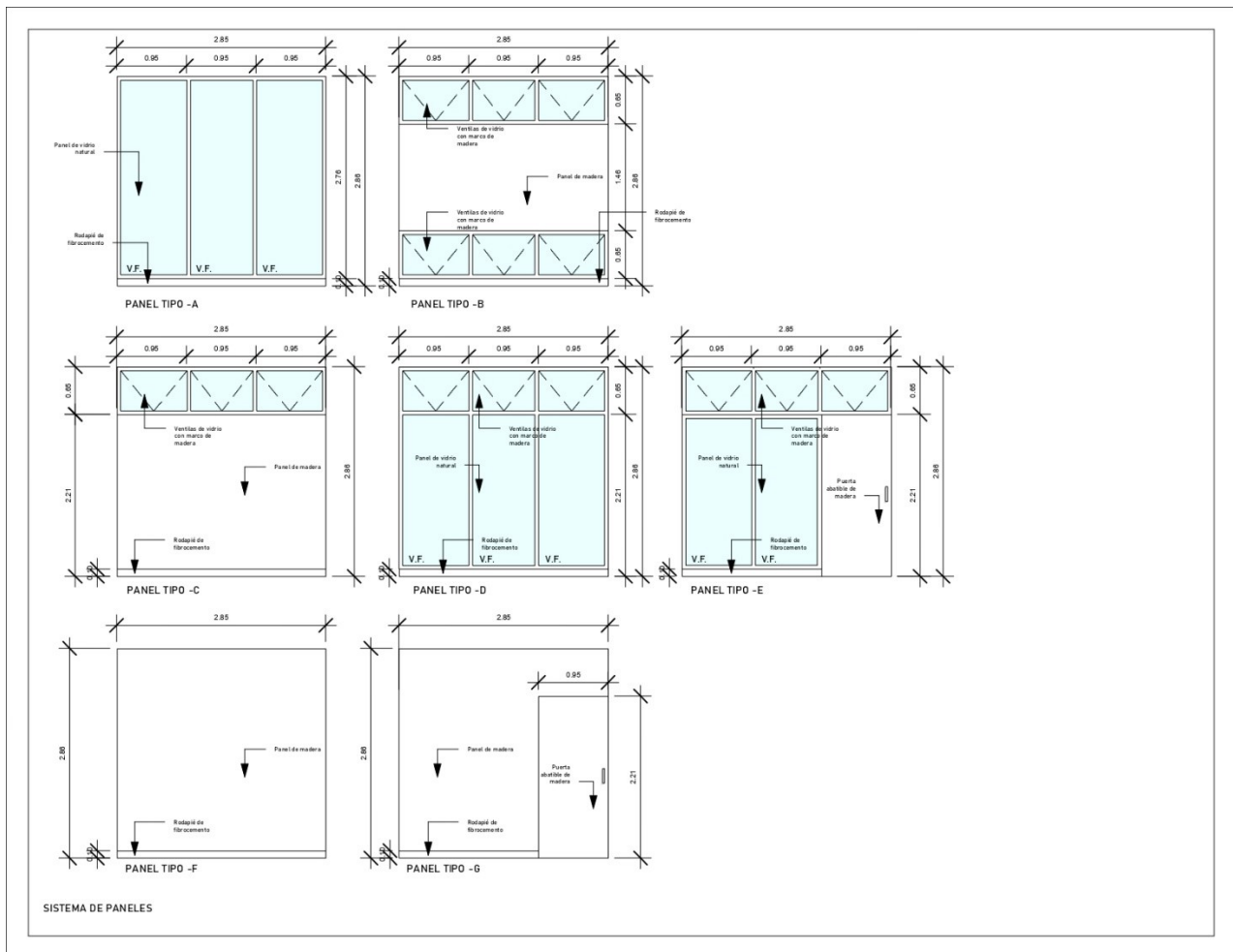




Nota: Página 2 de manual de ensamblaje de módulo. Elaboración propia (2022).



Nota: Página 3 de manual de ensamblaje de módulo. Elaboración propia (2022).



*Nota:* Página 4 de manual de ensamblaje de módulo. Elaboración propia (2022).