

SALUD EN MOVIMIENTO:
IMPLEMENTACIÓN DE UN
HOSPITAL MODULAR PARA
EMERGENCIAS EN CHILE
MEMORIA DE PROYECTO DE TÍTULO

SEMESTRE DE PRIMAVERA, 2023
DIANA BRAVO V.

SALUD EN MOVIMIENTO: IMPLEMENTACIÓN DE UN HOSPITAL MODULAR PARA EMERGENCIAS EN CHILE



UNIVERSIDAD
DE CHILE

Memoria de Proyecto de Título
Semestre Primavera 2023
Estudiante: Diana Bravo V.
Profesora Guía: Christian Yutronic V.

Agradecimientos

A mi familia, mi eterno motor para seguir adelante.
A mi pareja, siempre presente y constante apoyo de alegrías y decaídas.
A mi profesor, gracias por su paciencia, su guía y su gusto por enseñar y aprender.
A mis amigos y a toda la gente maravillosa e inspiradora que me he tenido el gusto
de conocer

1. TEMA

- I. Introducción
- II. Problema Arquitectónico
- III. Objetivos

2. MARCO TEÓRICO

- I. Amenaza, Emergencia y Desastre
- II. . Sistema de salud en Chile
- III. Construcción industrializada

3. TERRITORIO

- I. Espacio Móvil
- II. Caso base: Licantén

4. ARGUMENTO

- I. Antecedentes
- II. Referencias

5. PROYECTO

- I. Gestión
- II. Propuesta conceptual
- III. Criterios de diseño
- IV. Propuesta Sustentable
- V. Estrategias de diseño

5. BIBLIOGRAFÍA

- I. Anexos

1. INTRODUCCIÓN

Chile y el mundo están en constante evolución, el aumento de la población y la urbanización llevan a una mayor exposición a desastres naturales. En Chile, planificar, diseñar y vivir considerando la posibilidad de que ocurra un desastre natural se ha vuelto parte de nuestra realidad. Con eventos como terremotos, tsunamis, incendios forestales e inundaciones, el país ha experimentado la necesidad de estar preparados para enfrentar situaciones de emergencia.

Uno de los principales problemas que surgen en medio de una catástrofe es la entrega oportuna de servicios médicos completos. Los centros de salud se ven particularmente afectados en estos escenarios, lo que dificulta la atención adecuada a las personas afectadas. Por ejemplo, durante el terremoto de 2010 en Chile, numerosos hospitales y centros de salud resultaron dañados o colapsados, limitando la capacidad de respuesta ante la emergencia.

Los sistemas de salud desempeñan un papel fundamental tanto en la respuesta inmediata como en la recuperación a largo plazo de una emergencia o desastre. La entrega de atención médica oportuna y de calidad puede marcar la diferencia en la vida de las personas afectadas.

Luego de una catástrofe, tareas asociadas a la recomposición del lugar, como la remoción de escombros puede producir laceraciones o heridas en quienes estén cumpliendo esta labor. De hecho, si se tiene que hacer remoción de escombros es recomendable vacunarse contra el tétano” (Baeza, 2017)

Debemos reconocer que en Chile estar preparados para una emergencia de cualquier tipo es una necesidad y no un privilegio. Bajo este contexto, se plantea de-



Figura 1. Terremoto y Tsunami 27F.
Revista Universitaria - Pontificia Universidad
Católica de Chile.

2. PROBLEMA ARQUITECTÓNICO



Figura 2. Incendio Hospital San Borja.
CNN Chile.

sarrollar una arquitectura hospitalaria para la emergencia, la cual se centra en la necesidad de brindar atención médica rápida y eficiente en situaciones de crisis y emergencias nacionales, donde la infraestructura de salud existente se ve desbordada y/o dañada.

Para esto, los sistemas de construcción industrializados son algo clave, ya que se busca acelerar los tiempos de construcción e instalación lo máximo posible, además de reducir los costos y mejorar la calidad del proyecto. Además, la modulación industrializada permitiría una adaptación de los espacios de consulta de manera más flexible y funcional para el tratamiento primario de pacientes en zonas de emergencia.



Figura 3. Hospital de Licantén inundado tras desborde del río Mataquito.
CNN Chile.



Figura 4. Incendio Sanatorio San José de Maipo LaTercera.

Chile es un país que enfrenta constantemente el desafío de lidiar con desastres naturales y antrópicos. La geografía única de Chile se caracteriza por su tricontinentalidad y su ubicación como parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, esto significa una alta vulnerabilidad a eventos tales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones u otros. Eventos que han causado devastación en diferentes regiones de Chile a lo largo de su historia. Según el Reporte Mundial de Riesgo por Desastres Naturales, Chile es un país que convive con la emergencia, ubicándose en el puesto 27, siendo catalogado como uno de los países más peligrosos del planeta (BEH-IFHV, 2019).



Figura 5. Cinturón de fuego.
Elaboración propia.

Durante el último siglo, según la Unidad de Reducción de Riesgo de Desastre del MINEDUC, se han catastrado 23 fechas de catástrofes, sin contar las del presente año 2023, la mayoría por terremotos (ocho), aluviones (seis), erupciones volcánicas (cinco), además de sequías, incendios forestales y el caso de contaminación ambiental Quintero-Puchuncaví.

En estas situaciones, la infraestructura de salud se ve sometida a una gran presión para proporcionar atención médica adecuada y oportuna a las víctimas, lo que plantea una problemática crítica a nivel de resiliencia y capacidad de respuesta.

El sistema de salud chileno enfrenta desafíos significativos en situaciones de emergencia. La infraestructura hospitalaria y de atención médica está constantemente expuesta a daños potenciales, durante un terremoto o un incendio, gran parte de la

estructura o equipos médicos se pueden ver afectados, también, en grandes inundaciones y eventos hidrometeorológicos, las rutas de acceso a hospitales y centros de salud muchas veces se ven dañadas e interrumpidas.

Antes del terremoto y tsunami del año 2010, la red de hospitales contenía 183 establecimientos, de los cuales 132 pertenecían a las regiones afectadas, y de estos 132 hospitales, casi el 40% presentaba daños severos en su infraestructura.

El aumento en la demanda de atención médica durante una catástrofe a menudo supera la capacidad de los hospitales y clínicas, lo que puede llevar a una atención médica deficiente o inadecuada.

La atención médica durante y después de una catástrofe es esencial para salvar vidas y atender la salud de los pacientes. Sin embargo, la problemática radica en que el sistema de salud en Chile no está completamente preparado para afrontar estas situaciones de manera óptima. Se necesitan estrategias que aborden esta problemática para fortalecer la resiliencia del sistema de salud.

La ocurrencia de estos desastres evoca muchas veces en que los recintos hospitalarios principales de las comunas queden inhabilitados, teniendo que gastar gran cantidad de recursos económicos y materiales, además de bastante tiempo en recuperarse, dejando a las comunidades a la deriva o atendidas en recintos adaptados para ser centros de salud mientras se reconstruye la edificación existente.

Sin embargo, la problemática de la resiliencia del sistema de salud en Chile es multidimensional y requiere enfoques integrales que aborden no solo la infraestructura hospitalaria, sino también la planificación de emergencia, la coordinación de recursos y la capacitación del personal de salud.



Figura 6. Centros de salud que dañados a raíz de un desastre y zona afectadas por el 27F. Elaboración propia.

I. Objetivo General

Diseñar y desarrollar un sistema de hospitales modulares para emergencias en Chile que sea móvil, eficiente y adaptable, que busque mejorar la capacidad de respuesta y la resiliencia del sistema de salud frente a desastres naturales y situaciones de emergencia.

II. Objetivos Específicos

Contribuir a crear conciencia sobre la necesidad de estar preparados frente a los diversos eventos que pueden afectar a nuestro país.

Identificar y analizar las necesidades específicas de atención médica de emergencia en diferentes zonas de Chile, considerando factores como la densidad, las amenazas naturales y las infraestructuras existentes. Esto permitirá adaptar el diseño del hospital modular a las necesidades y maximizar su impacto en la atención médica de emergencia.

Establecer criterios de diseño que respondan a las necesidades de movilidad, almacenamiento, despliegue y gestión del proyecto hospitalario para casos de emergencia.

1. AMENAZA, EMERGENCIA Y DESASTRE

Los términos “desastre”, “emergencia” y “catástrofe” son utilizados a menudo indistintamente, no obstante, manejan conceptos diferentes. Las catástrofes y desastres no son algo natural, existen las “amenazas naturales”, como aquellos eventos de origen natural o antrópico que impactan en un lugar, sin embargo la definición de desastre va mucho más allá.

Según las Naciones Unidas, el concepto de “desastre” es definido como “la perturbación generalizada de la vida y los bienes de las personas causada por un suceso o una serie de sucesos. Si una amenaza natural no causa ningún trastorno, no se trata de un desastre.” (UNDRR, 2021). Dicho esto, para que un evento o amenaza natural sea declarado como un desastre, se debe considerar la exposición, vulnerabilidad y capacidad de respuesta ante la amenaza, además debe provocar pérdidas o impactos humanos, materiales, económicos o ambientales, requiriendo una respuesta inmediata para preservar la vida, la propiedad y el bienestar de las personas (UNDRR, 2020).

Chile se encuentra en una posición geográfica única, lo que lo expone a una amplia variedad de amenazas naturales. Su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde convergen las placas tectónicas, hace que Chile sea especialmente susceptible a la actividad sísmica y volcánica. Además, la extensa geografía del país abarca desde el desierto de Atacama en el norte hasta los campos de hielo en el sur, lo que significa que el país también enfrenta una diversidad de condiciones climáticas y geológicas.

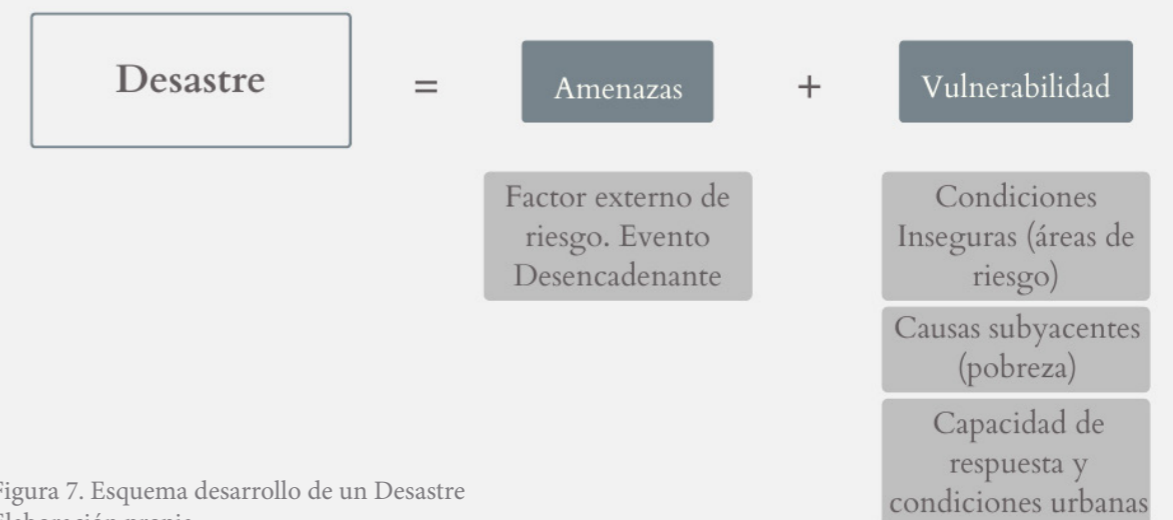


Figura 7. Esquema desarrollo de un Desastre
Elaboración propia.

02

CAPÍTULO
MARCO TEÓRICO

Según el Plan Nacional de Protección Civil de Chile estos eventos se pueden clasificar de acuerdo a su origen (natural y antrópico) y manifestación (de manifestación lenta y de manifestación súbita). Sin embargo, para definir estos eventos nos centraremos en las clasificaciones según su origen.

Amenazas Naturales:

Las amenazas naturales son eventos catastróficos que se originan a partir de fuerzas y procesos naturales del planeta. A su vez este tipo de amenazas se pueden dividir en las de tipo geológico y las de tipo hidrometeorológico. En Chile, las amenazas naturales más comunes son:

a. Terremotos: Los también denominados sismos corresponden a aquellos movimientos bruscos y repentinos de la corteza terrestre, debido a la liberación de energía acumulada en las placas tectónicas. Chile se encuentra en una de las regiones sísmicas más activas del planeta debido a la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

b. Erupciones Volcánicas: Los volcanes surgen de la energía producida al interior del planeta, a través del ascenso de magma a la superficie. Las erupciones volcánicas se producen en consecuencia al aumento de la temperatura y presión de los gases sobre el manto terrestre, de modo que los gases y el material fundido de su interior ascienden y llegan a la superficie de forma violenta. Chile es un país con una diversidad de volcanes, de los cuales hay un aproximado de 90 volcanes potencialmente activos, dos siendo de los más activos en Sudamérica (Villarrica y Llaima IX Región).

c. Tsunamis: Corresponde a una serie de olas de gran potencia y energía, de tamaño variable que se produce con el desplazamiento verticalmente de una gran masa de agua por algún fenómeno externo, comúnmente debido a un movimiento sísmico bajo el lecho marino. Debido a la ubicación costera del país y su gran actividad sísmica, Chile es altamente vulnerable a posibles tsunamis, los cuales provocan grandes olas que inundan amplias áreas costeras, causando gran destrucción y en ocasiones, pérdidas de vidas.

d. Sequías: Chile, debido a su amplio territorio, cubre distintas zonas climáticas, de modo que, también enfrenta períodos prolongados de sequía, especialmente en las regiones del norte del país. Estas sequías pueden tener un impacto significativo en la agricultura, el suministro de agua potable y la economía en general.

e. Temporales e inundaciones (eventos hidrometeorológicos): Corresponden a toda aquella acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como ciclones, tornados, inundaciones fluviales y costeras, las tormentas de nieve y eléctricas, etc. Entre las más comunes en Chile, se encuentran las inundaciones debido a fuertes lluvias, los cuales se ven altamente incrementados en aquellos asentamientos cerca de los ríos que fluyen desde la cordillera hasta el mar, debido a que poseen un alto potencial erosivo.

Amenazas Antropicas:

Los desastres antrópicos son aquellos causados por acciones humanas, ya sea intencionales o accidentales. Existe una gran variedad de estos eventos, sin embargo, no son los principales cau-

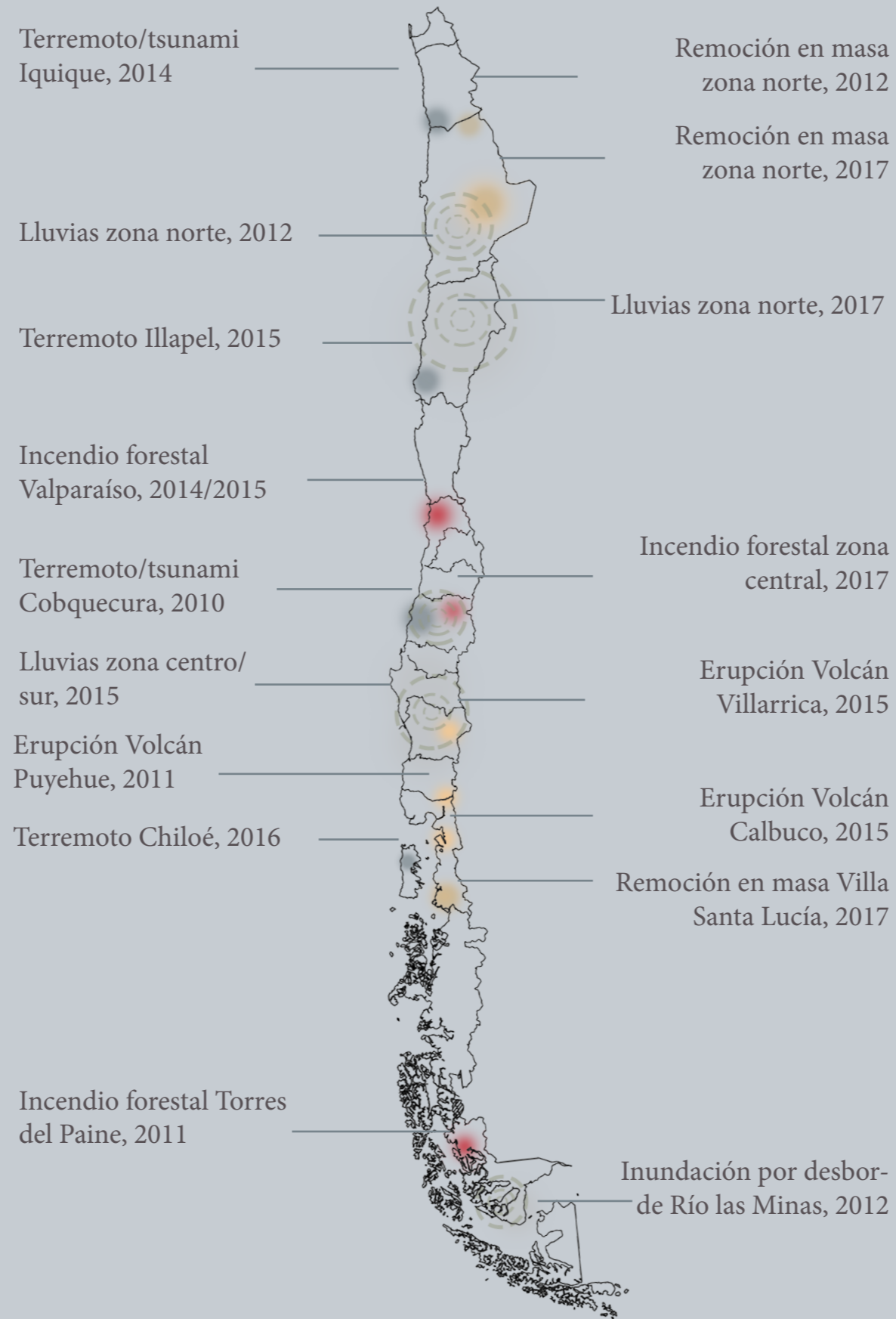


Figura 8. Grandes eventos de la última década (2009 - 2019)
Elaboración propia.

santes de desastres en Chile, entre los más comunes se encuentran:

Incendios Forestales: Los incendios forestales son algo común en Chile, especialmente durante la temporada de verano. La combinación de sequías, vientos fuertes y vegetación inflamable crea condiciones propicias para la propagación de incendios forestales, que pueden destruir viviendas, tierras agrícolas y bosques.

Accidentes Industriales: Pueden ser desde derrames químicos, explosiones, hasta fallas en instalaciones industriales pueden tener consecuencias devastadoras para la población.

Pandemias: La propagación de enfermedades infecciosas, como la reciente pandemia de COVID-19, puede ser una emergencia de salud pública de gran importancia a nivel nacional e internacional.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, si bien las amenazas son muchas veces algo inevitable, los desastres no. El riesgo y la vulnerabilidad frente a una amenaza es algo que está a manos de quienes diseñan las urbanizaciones, si bien tenemos que aceptar convivir con la amenaza, podemos evitar que se convierta en un desastre.

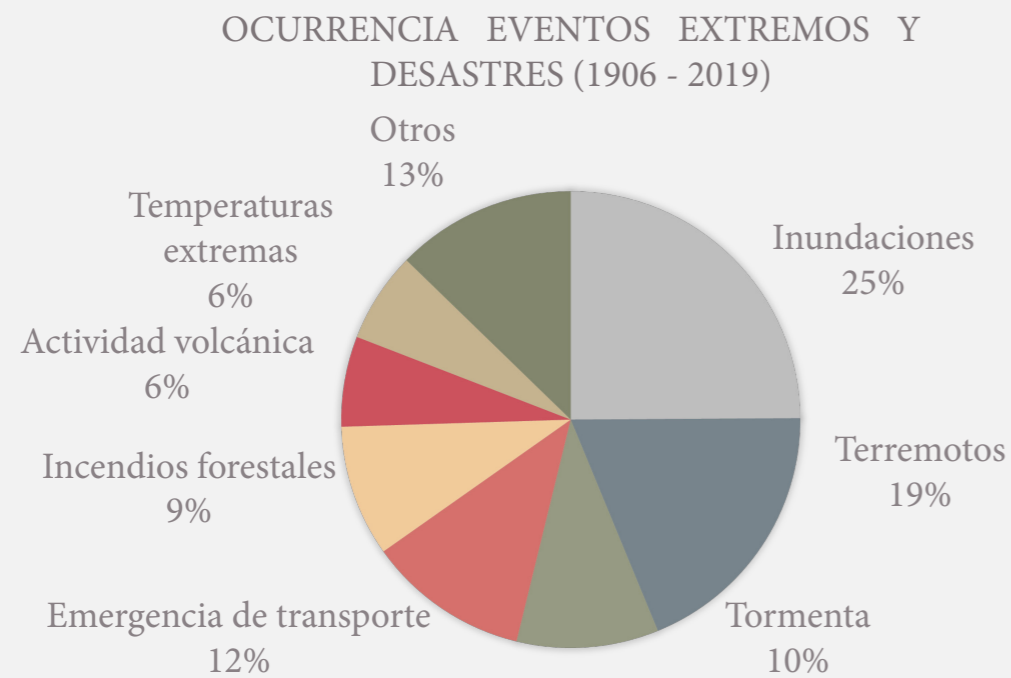


Figura 9. Gráfico de Ourrencia de eventos extremos y desastres según clasificación. Elaboración propia.

I. SISTEMA DE SALUD EN CHILE

I. Sistema de salud en Chile

El actual sistema de salud en Chile se basa en un modelo mixto, es decir, incluye tanto el sector público como el privado. El sector público se sustenta en un seguro público llamado FONASA (Fondo Nacional de Salud) y en el sistema privado por parte de las Instituciones de Salud Previsional (ISAPRE). Para la atención médica, se trabaja en base a 3 niveles de atención, y en base a estos se organizan los distintos tipos de centros de salud, según su complejidad y tipo de tratamiento.

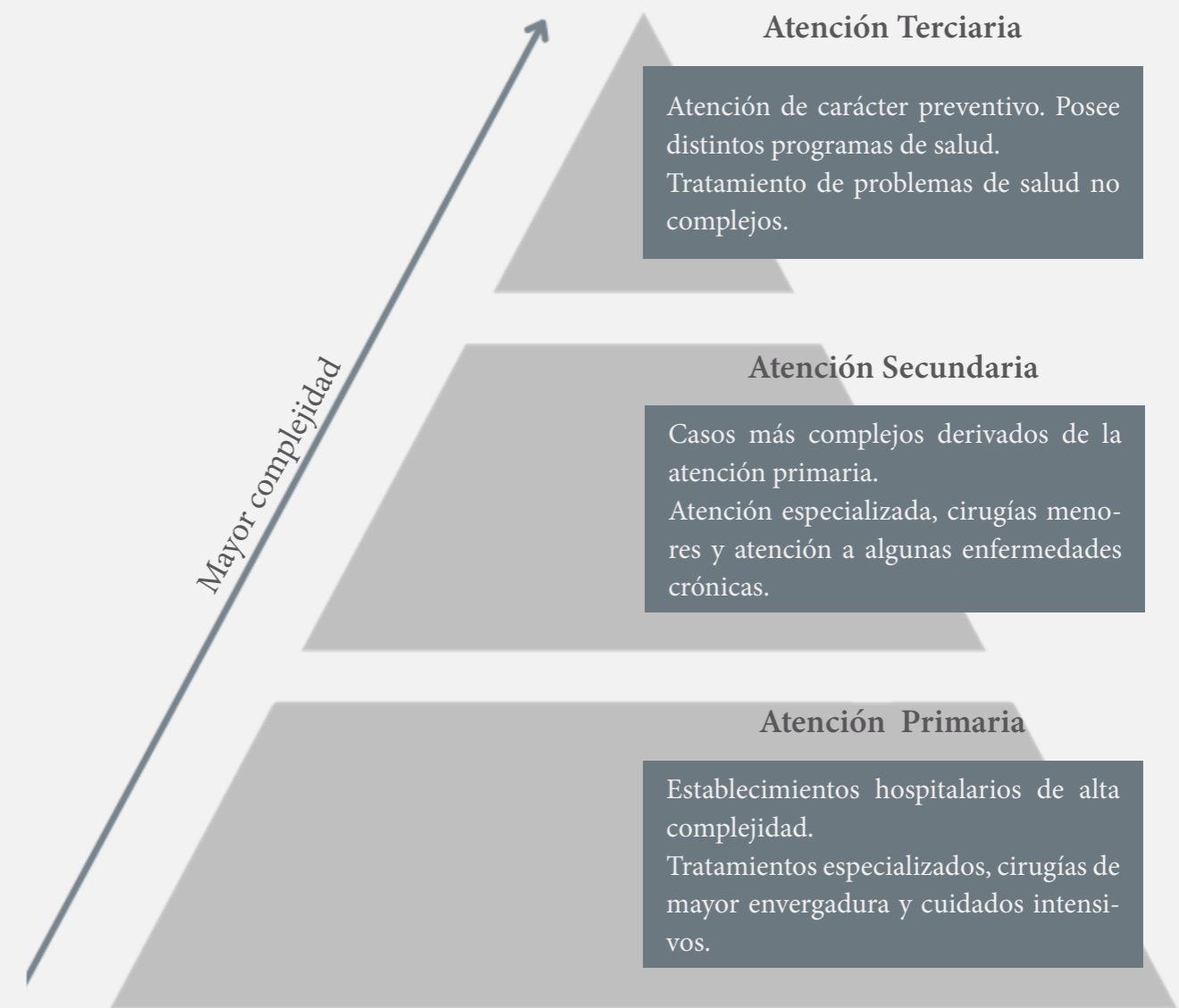


Figura 10. Tipos de atención. Elaboración propia.

II. Catástrofe y salud

Las catástrofes, ya sean naturales o provocadas por el ser humano, pueden tener un impacto devastador en la infraestructura de salud. En el caso de Chile, un país propenso a terremotos y desastres naturales, la capacidad de respuesta de los servicios de salud es fundamental.

Efectos de las catástrofes en la salud pública

Las catástrofes pueden tener diversos efectos en la salud pública, que van desde lesiones físicas y enfermedades hasta problemas de salud mental. Algunos de los efectos más comunes incluyen:



Figura 11. Efectos de los desastres en la salud
Elaboración propia.

III. Catástrofes e infraestructura de salud:

Las catástrofes pueden dañar o destruir la infraestructura de salud, como hospitales, clínicas y centros de atención primaria. Esto puede resultar en la interrupción de los servicios de salud, la falta de acceso a la atención médica y la pérdida de suministros y equipos médicos.

Hospital de campaña

Respuesta inmediata.
Tiendas de campaña de atención primaria.
Duración: 6 meses aprox. luego debe ser reemplazada.



Figura 12. Hospital de campaña Antofagasta.
Ejército de Chile.

Hospital modular

Demora aproximadamente 1 mes de instalación.
Módulos de container, camión, etc.
Duración: de 1 año a 2 años.



Figura 13. Hospital modular San José
Ejército de Chile.

Hospital moderno

Construcción de 3 meses o más.
Hospital de construcción rápida, mezcla sistemas tradicionales e industrializados.
Duración: 10 años mínimo.



Figura 14. Hospital regional de Talca
Servicio de Salud Maule

Hospital tradicional

Construcción de 6 meses a 3 años aprox.
Hospitales de grandes dimensiones, para atender una mayor cantidad de personas.
Duración: hospital definitivo.



Figura 15. Hospital tradicional Valparaíso
El Mostrador.

4. INDUSTRIALIZACIÓN

La construcción industrializada o prefabricada se ha diversificado en varios métodos y sistemas a lo largo del tiempo, cada uno con sus propios materiales, ventajas y desventajas.

Estos sistemas se pueden clasificar en sistemas abiertos y cerrados. El primer grupo corresponde a la prefabricación de elementos que luego serán ensambladas en obra, mientras que el segundo grupo los componentes prefabricados se fabrican en una instalación de producción centralizada, y el ensamblaje final se realiza también en esa misma instalación o en un lugar cercano, no en el sitio de construcción.

Ventajas	Desventajas
Mayor rapidez y eficiencia en obra	Alta inversión inicial en la configuración de instalaciones y capacitación del personal
Posee un mayor control de calidad, debido a su producción y revisión en fábrica	Limitaciones de tamaño dependiendo del método o fábrica, además de la limitación de dimensiones en transporte
Mayor eficiencia en costos gracias a la reducción de residuos y ahorro en mano de obra	Flexibilidad de diseño, ya que algunos métodos pueden limitar el diseño arquitectónico segunde sus exigencias.

Figura 16. Tabla ventajas y desventajas de la construcción industrializada
Elaboración propia.

Módulo o Container



Figura 17. Construcción modular Portal CDT.

Estructura rígida y pesada. Debe contar con un equipo especial para su traslado e instalación.
Elemento de prefabricación total.

Ventajas: es un modelo de medidas universales, puede adaptar su sistema de transporte sin mayores complicaciones.
Desventajas: Dificultad en modificaciones posteriores.

Panel SIP/Metálico/Hormigón

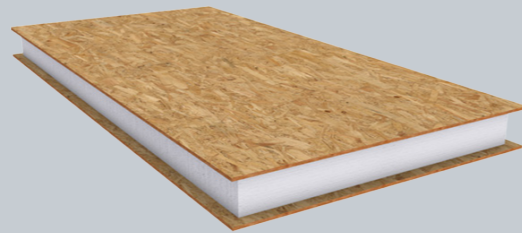


Figura 18. Panel SIP Vaspanel.

Estructuras autoportantes.
Tipo sandwich: dos tableros de madera, hormigón o metal, con un núcleo de material aislante.
Paneles de hormigón con fibra interior para mayor flexibilidad y evitar quiebres.

Ventajas: mayor aislamiento térmico.
Desventajas: menor versatilidad de diseño.

Pórticos o Costillas



Figura 19. Pórtico Plano Transversal Metro cúbico.

Pórticos o estructuras prefabricadas de madera, metal y hormigón
Primero se construye el esqueleto, luego se unen y revisten a través de muros o tabiques.

Ventajas: mayor flexibilidad o personalización del diseño.
Desventajas: sistema industrializado incompleto, los cerramientos se hacen por separado.

Textil neumático o con esqueleto



Figura 20. Hospital hinchable español Arqa.

Textiles compuestos de membranas Conforman un solo gran espacio.
Es autoportante gracias al aire comprimido entre las membranas, o estructurado con esqueleto externo.

Ventaja: compactabilidad y eficacia de instalación
Desventaja: estructura sin mayores instalaciones y requiere llevar todo el mobiliario por separado.


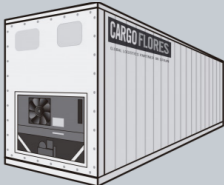


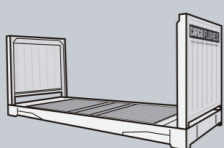
Tipos De Containers	Ancho	Largo	Alto	Especificaciones
Contenedor Estándar (Dry Van) 	2.4 metros	6 a 12 metros	2.3 a 2.9 metros	Se utiliza para transportar una amplia gama de mercancías secas y se puede personalizar para aplicaciones de construcción.
Contenedor Refrigerado (Reefer) 	2.4 metros	6 a 12 metros	2.6 metros	Cuentan con sistemas de refrigeración y aislamiento térmico para mantener la temperatura controlada en su interior.
Contenedor Abierto (Open Top) 	2.4 metros	6 a 12 metros	2.3 metros	Estos contenedores tienen una parte superior abierta, son adecuados para cargas voluminosas o de gran altura.
Contenedor de Carga Lateral (Side-Loading) 	2.4 metros	5.5 a 11 metros	2.1 metros	Estos contenedores tienen puertas en el lateral en lugar del extremo. Son útiles para cargas largas, como tuberías y materiales largos.
Contenedor Plano (Flat Rack) 	2.2 metros	6 metros	2.3 metros	Los contenedores planos no tienen paredes ni techo. Cuando los lados extremos son abatibles, son la variante Collapsible Flat Rack

Figura 21. Catálogo tipos de Containers
Imágenes de CargoFlores.

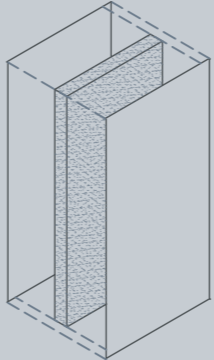

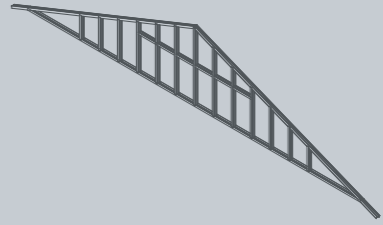
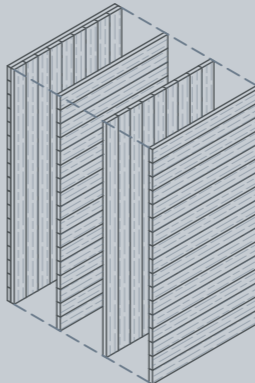

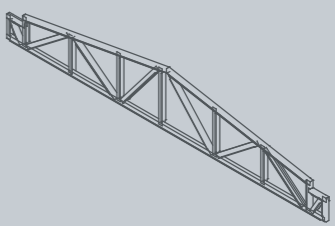
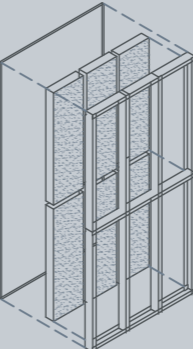
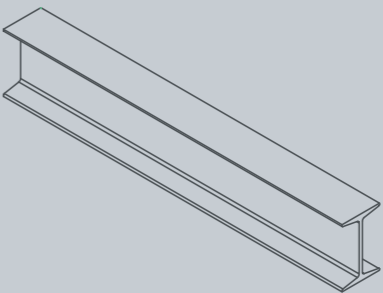
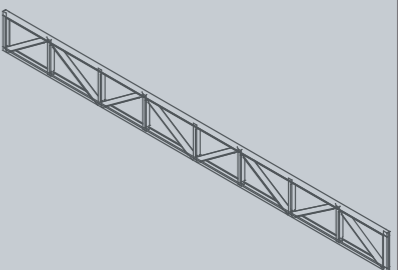
Estructura de panel	Estructura de acero ligero	Estructura para grandes luces
Se construye en base a una placa interior, un aislante y una placa exterior. Este tipo de estructura suele tener dimensiones fijas y, en muchas ocasiones, cuenta con un sistema de ensamblaje entre sí. 	Utiliza láminas delgadas de acero que han sido dobladas para formar distintas secciones. Permite crear un espacio de construcción más útil, reducir la altura del edificio. Viga en Z 	Está diseñada para grandes luces se destaca por su fuerte capacidad de carga, excelente rendimiento de extensión, alta rigidez y construcción conveniente. Frontón prefabricado de acero 
Panel CLT 	Viga en C 	Cercha prefabricada de acero 
Panel Metalcon modular 	Viga IPE 	Viga reticulada de acero 

Figura 22. Catálogo elementos estructurales prefabricados
Elaboración propia.

La fabricación de módulos prefabricados implica una serie de procesos y consideraciones que varían según el tipo de módulo y la aplicación específica.

Módulos en fábrica

Dimensiones: Las dimensiones de los módulos prefabricados pueden variar significativamente según la aplicación y las necesidades del proyecto. Dentro de la variedad de dimensiones, los módulos estándar pueden variar de entre 2,4 y 3,6 metros de ancho, al menos 2,4 metros de alto, y en cuanto al largo normalmente se diseña en múltiplos de 3 o 6 metros.

Dentro de las construcciones modulares, una de las más comunes es el uso de contenedores. Los contenedores tienen una estructura básica compuesta

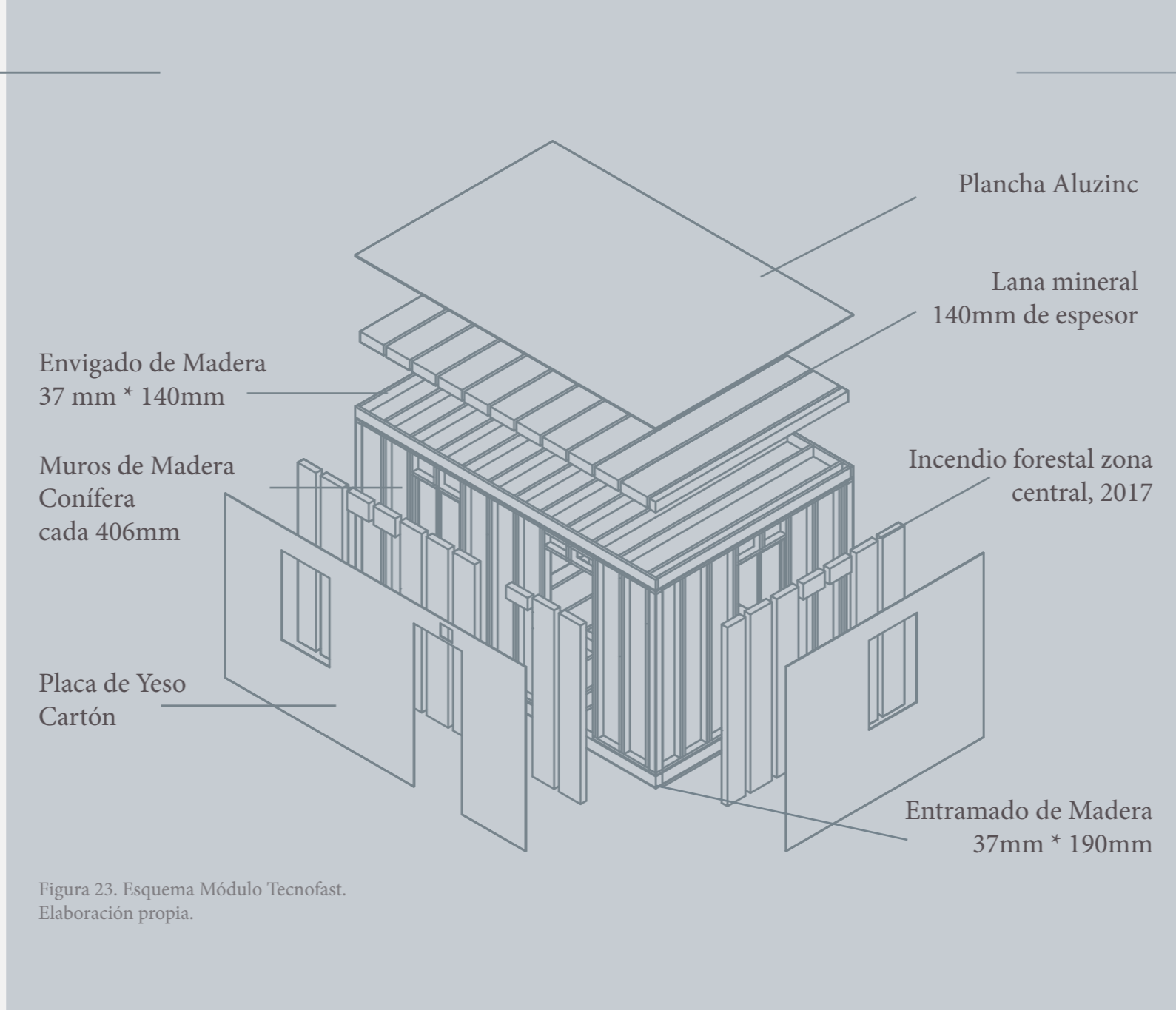
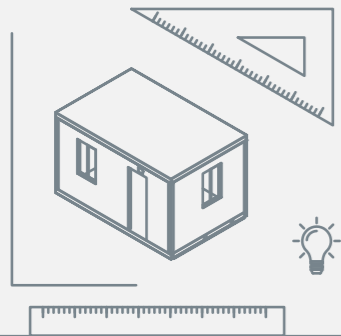


Figura 23. Esquema Módulo Tecnofast. Elaboración propia.

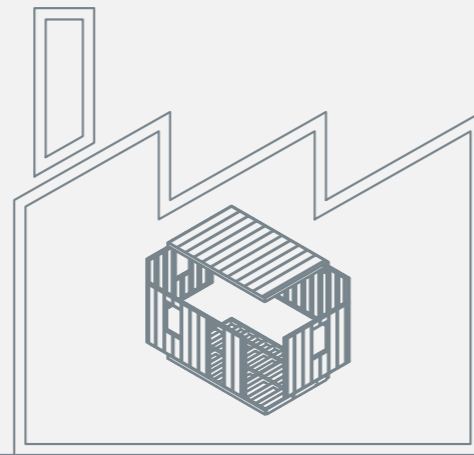
por paneles de acero corrugado en los lados, techos y suelos. Estos paneles están soldados o remachados para formar una estructura rígida y resistente. Los contenedores también cuentan con esquinas de fundición de acero que les brindan una mayor resistencia y facilitan su apilamiento y transporte. Las puertas de cierre hermético en uno de los extremos permiten el acceso al interior del contenedor.

Los contenedores utilizados en la construcción modular se someten a modificaciones y adaptaciones para convertirlos en espacios habitables. Estas modificaciones pueden incluir la instalación de aislamiento, revestimientos de paredes y techos, sistemas eléctricos y de plomería, ventanas, puertas, entre otros. Las modificaciones se realizan en talleres especializados o en la fábrica de los módulos.

Diseño



Desarrollo en Fábrica



Transporte



Cimentación y Montaje

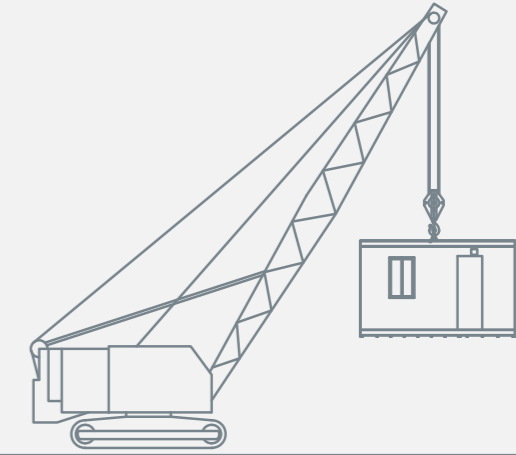


Figura 24. Proceso de construcción modular industrializada. Elaboración propia.

El concepto del “Espacio móvil” es esencial en el enfoque del proyecto. Se trata de la capacidad de la arquitectura para adaptarse y desplegarse en cualquier ubicación, sin importar el lugar o el momento en que ocurra un desastre. Este enfoque se basa en la arquitectura apátrida, que representa la capacidad de una edificación para trascender su contexto original y convertirse en una entidad móvil, capaz de adaptarse a diversas zonas y entornos.

El objetivo principal de este proyecto es proporcionar soluciones temporales en el territorio, con la flexibilidad de ser desmantelado y almacenado para un uso futuro, una vez que se complete la reparación y/o reconstrucción del centro de salud oficial. Aquí radica la diferencia con un hospital tradicional, donde los proyectos deben responder directamente a su entorno mediante su diseño, la arquitectura nómada o móvil no puede incluir particularidades zonales, sino que debe trabajar pensando en una adaptabilidad funcional y eficiente.

La propuesta se basa en la creación de “kits” que se almacenan previamente en diferentes regiones del país, priorizando las áreas más vulnerables frente a amenazas naturales o antrópicas, con la capacidad de personalizarse según su necesidad.

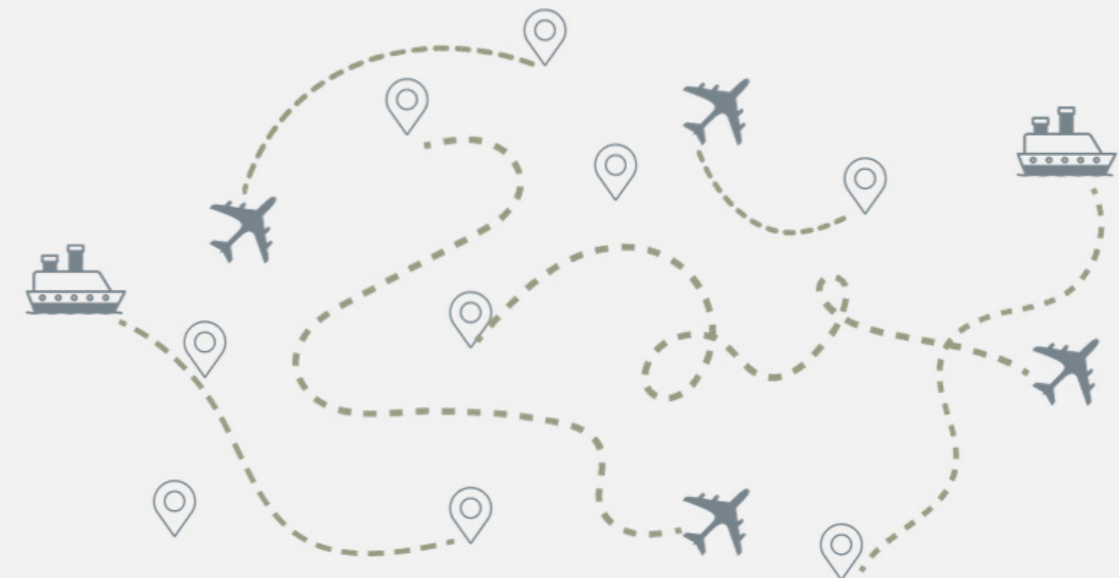


Figura 25. Esquema arquitectural itinerante.
Elaboración propia

2. CASO BASE: LICANTÉN

Licantén, una comuna ubicada en la Región del Maule, Chile, la cual ha sido escenario de numerosos eventos hidrometeorológicos extremos a lo largo de su historia. Eventos que se ven intensificados por desbordes del río Mataquito, lo que ha resultado en grandes inundaciones en las áreas ribereñas de la comuna.

Además, en la zona oriental de Licantén se han identificado dos depresiones topográficas propensas a anegamientos. Esta situación se ve agravada por la presencia de un dique formado por la antigua línea del ferrocarril, que limita las vías de drenaje del agua acumulada (Municipalidad de Licantén, 2011).

Este es un evento que se repite según los registros históricos. En los últimos 40 años se han presenciado diversas inundaciones, siendo las más severas en los años 1987, 2008, y en el presente año 2023, en la cual se declaró que al menos el 50% de Licantén quedó bajo el agua, llegando al nivel de los techos de algunas viviendas. El Hospital de Licantén sufrió fuertes daños al punto de quedar inutilizable por efecto de las lluvias, afectando así a gran parte de la comuna y sus alrededores.



Figura 26. Región del Maule
Elaboración propia





-  Alta susceptibilidad a inundación por desbordamiento de cauces
-  Moderada susceptibilidad a inundación por desborde de cauces

Figura 27. Plano zona inundable Licantén
Elaboración propia en base al Plan Regulador Comunal Licantén

Terreno a trabajar

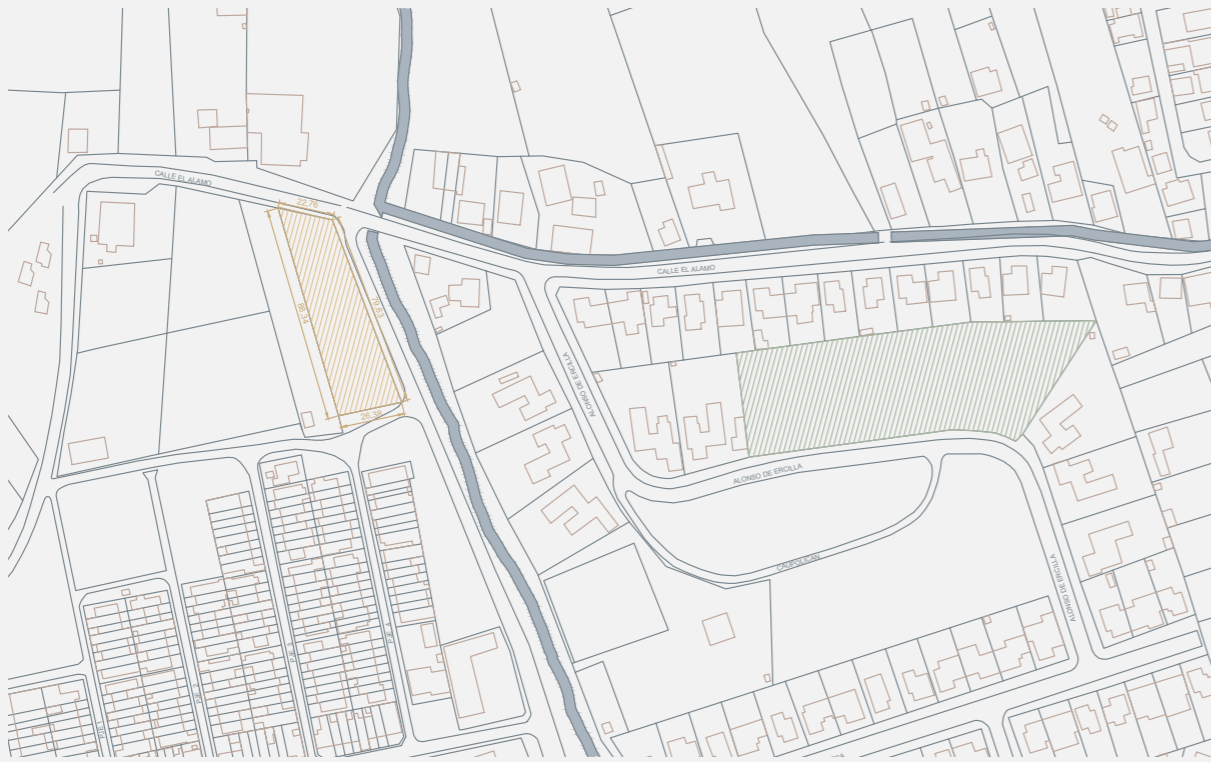


Figura 28. Plano emplazamiento terreno a trabajar y terreno futuro hospital de Licantén
Elaboración propia.

Existen diferentes terrenos que pueden ser considerados para la instalación de proyectos de construcción modular. Los estacionamientos y las canchas de fútbol son lugares fáciles de adaptar a la instalación este tipo de proyectos, debido a su amplio espacio y la posibilidad de ajustar el diseño a medidas estandarizadas.

Sin embargo, en el caso particular mencionado, las canchas de fútbol disponibles en la comuna se encuentran dentro del sector inundable del pueblo, lo que no las hace adecuadas para este proyecto. Por esta razón, se optó por buscar otro terreno para la instalación de las construcciones modulares.

Para la elección del predio a trabajar se eligió un terreno un parque infantil llamado “Refugio Mataquito”. Este terreno presentaba varias ventajas, como su amplitud y la ausencia de infraestructuras o programas que pudieran interferir con el proyecto. Además, el terreno se encontraba en las cercanías de uno de los posibles sitios para la construcción de un nuevo hospital, lo que permitiría evaluar cómo funcionaría la ubicación en términos de accesibilidad y funcionalidad.

1. ANTECEDENTES

En el desarrollo de proyectos como este, la lógica del transporte se convierte en una consideración fundamental que precede y acompaña el proceso de diseño, ya que representa una de las principales restricciones a abordar. Dado que se trata de un proyecto de hospital modular para emergencias, la capacidad de movilización rápida y eficiente de personal médico, suministros y pacientes es crucial.

Siendo un país largo y angosto, el método de transporte principal sería el terrestre debido a su accesibilidad y flexibilidad. Sin embargo, dependiendo de las circunstancias y necesidades del proyecto, también se pueden considerar los traslados aéreos y marítimos.

El proyecto de hospital planea trabajar por zonas, con módulos distintos según las necesidades climáticas de la zona. Se plantean 3 puntos a lo largo del país donde se encontraría almacenado el hospital para ser utilizado, lo que también disminuye de alguna forma los tiempos de transporte al no estar centralizado. Esta estrategia permitiría una distribución más eficiente de los recursos y una respuesta más ágil en caso de emergencia en diferentes regiones del país.

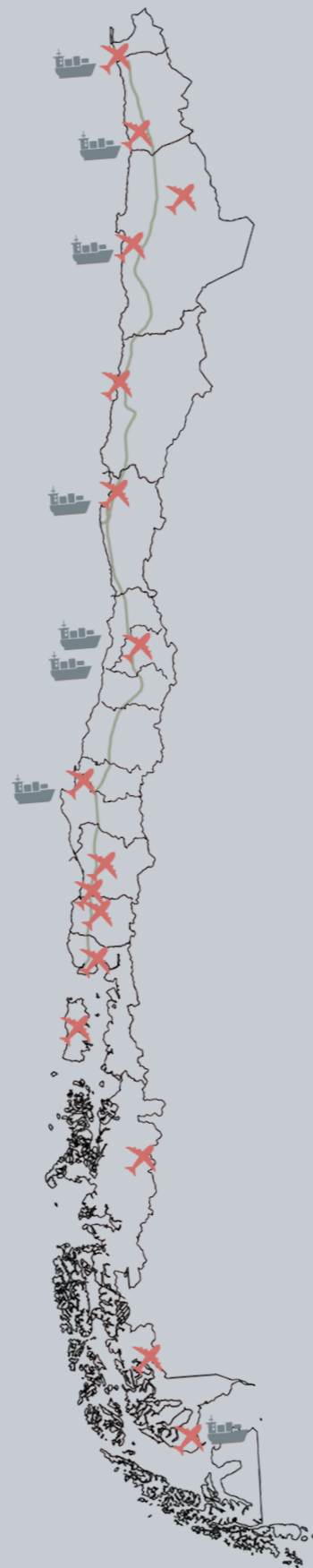


Figura 29. Esquema principales puertos, aeropuertos y carreteras del país. Elaboración propia

El transporte terrestre destaca por ser accesible y flexible, la infraestructura de carreteras y la red de transporte terrestre son elementos clave para garantizar la conectividad con las comunidades a lo largo del país. Además, en situaciones de emergencia, la capacidad de despliegue rápido de vehículos de ambulancia y suministros médicos es esencial

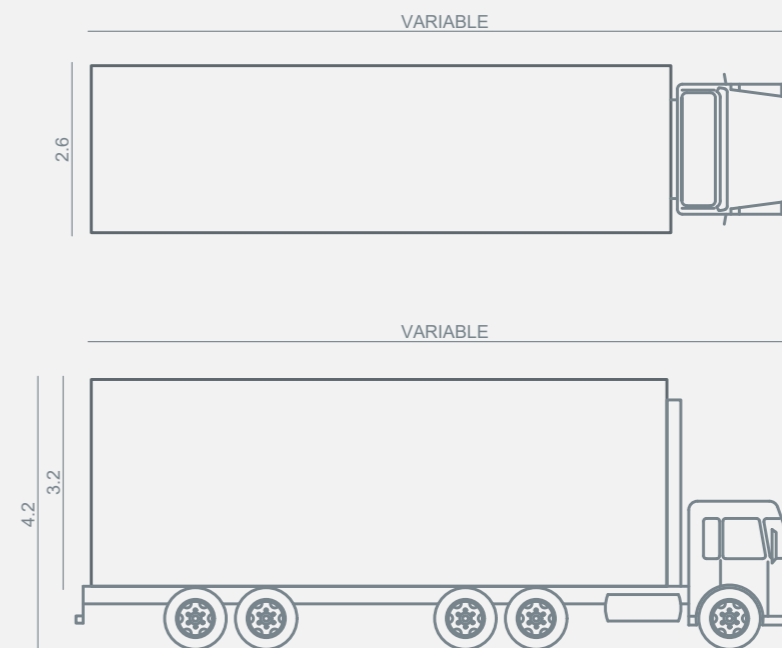


Figura 30. Esquema camión de carga transporte terrestre. Elaboración propia.

Tipo	Largo máximo	Ancho máximo	Alto máximo
Camión	11mt	2.6 mt	4.2 mt
Campo semiremolque	4.2t	2.6 mt	4.2 mt
Remolque	11mt	2.6 mt	4.2 mt
Camión con remolque u otra combinación	20.5mt	2.6 mt	4.2 mt
Tracto-camión con semirremolque especial para el transporte de automóviles	22.4mt	2.6 mt	4.2 mt

Figura 31. Tabla transporte terrestre. Elaboración propia



Figura 32. Avión de carga Manual de comercio exterior.

Modelo	Volumen	Capacidad
Airbus 330-200 y Airbus 340-200	64.5 m3	10.3 toneladas
Airbus 340-300	100.4 m3	16 toneladas
Boeing 737-300	15 m3	2 toneladas
Boeing 777-200	80 m3	18 toneladas
Boeing 747-200 y Boeing 747-300	83 m3	13 toneladas
Airbus 300-600 ST	83 m3	47 toneladas
Antonov 225 (el avión de carga más grande del mundo)	1.300 m3	250 toneladas

Figura 33. Tabla transporte aéreo. Elaboración propia

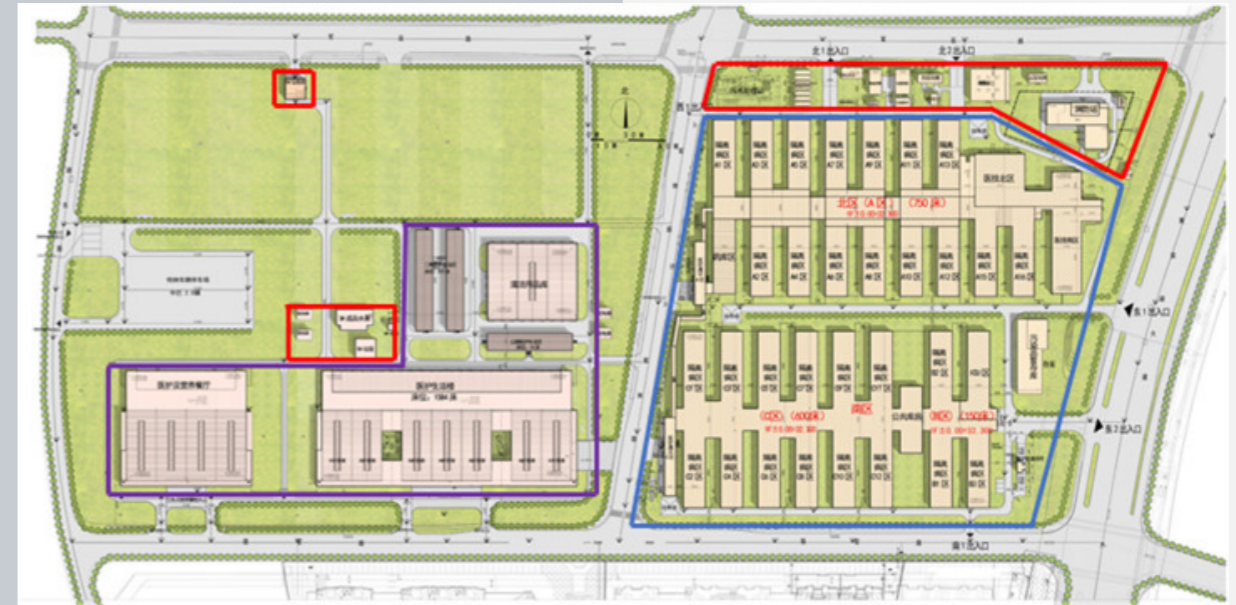


Figura 34. Distribución general del Hospital de Leishenshan National Library of Medicine.

Hospital Leishenshan:

Se construyó en 10 días como respuesta a la pandemia en China. Con una superficie de 34,000 m2 y una capacidad de 1000 camas, cuenta además con 30 unidades de cuidados intensivos y salas de aislamiento. Se basó en el Hospital Xiaotangshan de Beijing, construido en solo siete días durante el brote de SARS.

Utiliza un sistema de cajones ensamblables de 6m x 2.6m x 3 o 2 m. Primero se niveló el terreno, se aplicaron capas de recebo y geotextiles. Se cubrieron con una losa de concreto de secado rápido, sobre esta, se instalaron perfiles metálicos para las estructuras compuestas por marcos prefabricados de acero, los cuales se unieron con tornillos en las esquinas y cada uno tiene una superficie interior de 10 m2.

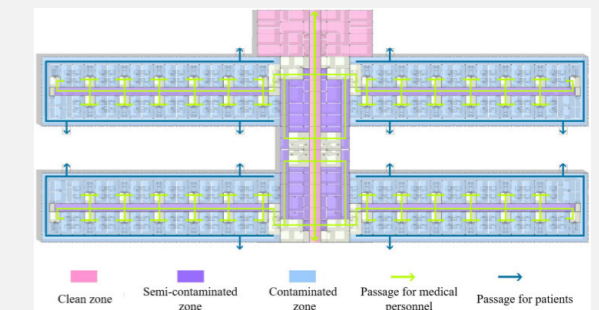


Figura 35. Tres zonas y pasajes del Hospital de Leishenshan National Library of Medicine.



Figura 36. Unidad prefabricada tipo contenedor para la sala de aislamiento National Library of Medicine.

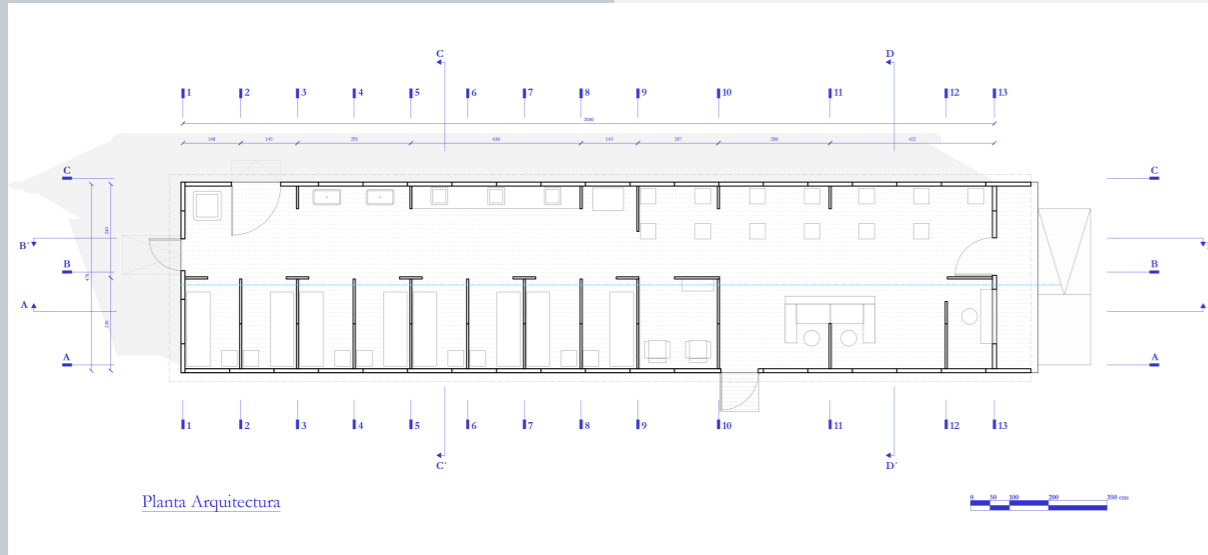


Figura 37. Planta de arquitectura proyecto ZonaCero Sinestesia

ZonaCero:

El proyecto ZonaCero es un sistema de diseño simple y prefabricado que se basa en una pieza que se repite y permite distintas configuraciones. Se adapta a la complejidad y tamaño del recinto hospitalario, con la flexibilidad de ajustar su longitud según los requisitos dimensionales variables. Destaca por su bajo costo de fabricación y facilidad de montaje.

Este sistema utiliza tecnología de fácil acceso en todas las regiones del país y es fácilmente sanitizable. Además, el módulo asegura la ventilación, protección contra escorrentías de aguas lluvias y permite la variación del aislamiento térmico según el requerimiento geográfico. También se destaca por su accesibilidad universal.

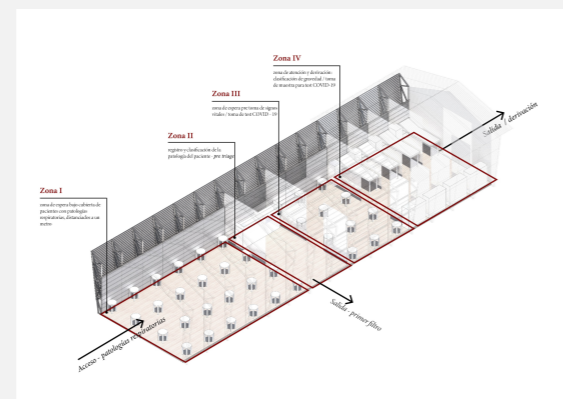


Figura 38. Axonométrica distribución espacial Colegio de Arquitectos de Chile.

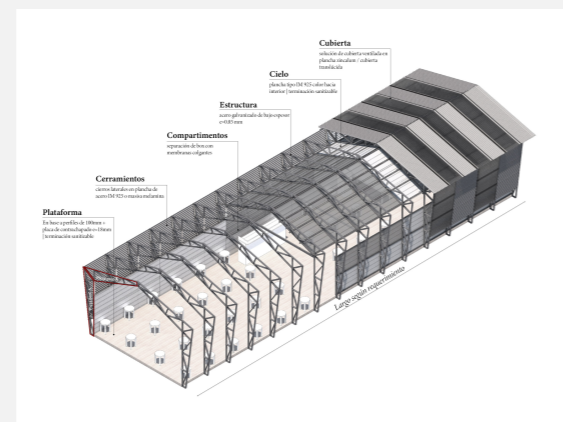


Figura 39. Axonométrica estructural sistema prefabricado proyecto ZonaCero Colegio de Arquitectos de Chile.

1. GESTIÓN

La gestión económica, así como el posterior manejo del proyecto debieran estar a cargo de El Departamento de Gestión del Riesgo en Emergencias y Desastres del Ministerio de Salud (DEGREYD) en conjunto con el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED).

El SENAPRED tiene la responsabilidad de movilizar los recursos disponibles (públicos o privados) para evitar o mitigar el impacto ante una situación de emergencia o catástrofe. El DEGREYD por su lado, se especializa en la gestión de riesgos y emergencias en ámbito de salud, enfocados en la coordinación y gestión de respuestas. El DEGREYD al ser parte del Ministerio de Salud, cuenta con un profundo conocimiento sobre las infraestructuras sanitarias, su funcionamiento y necesidades, de modo que se encargaría de establecer los protocolos para el funcionamiento de estos módulos de hospital para la emergencia

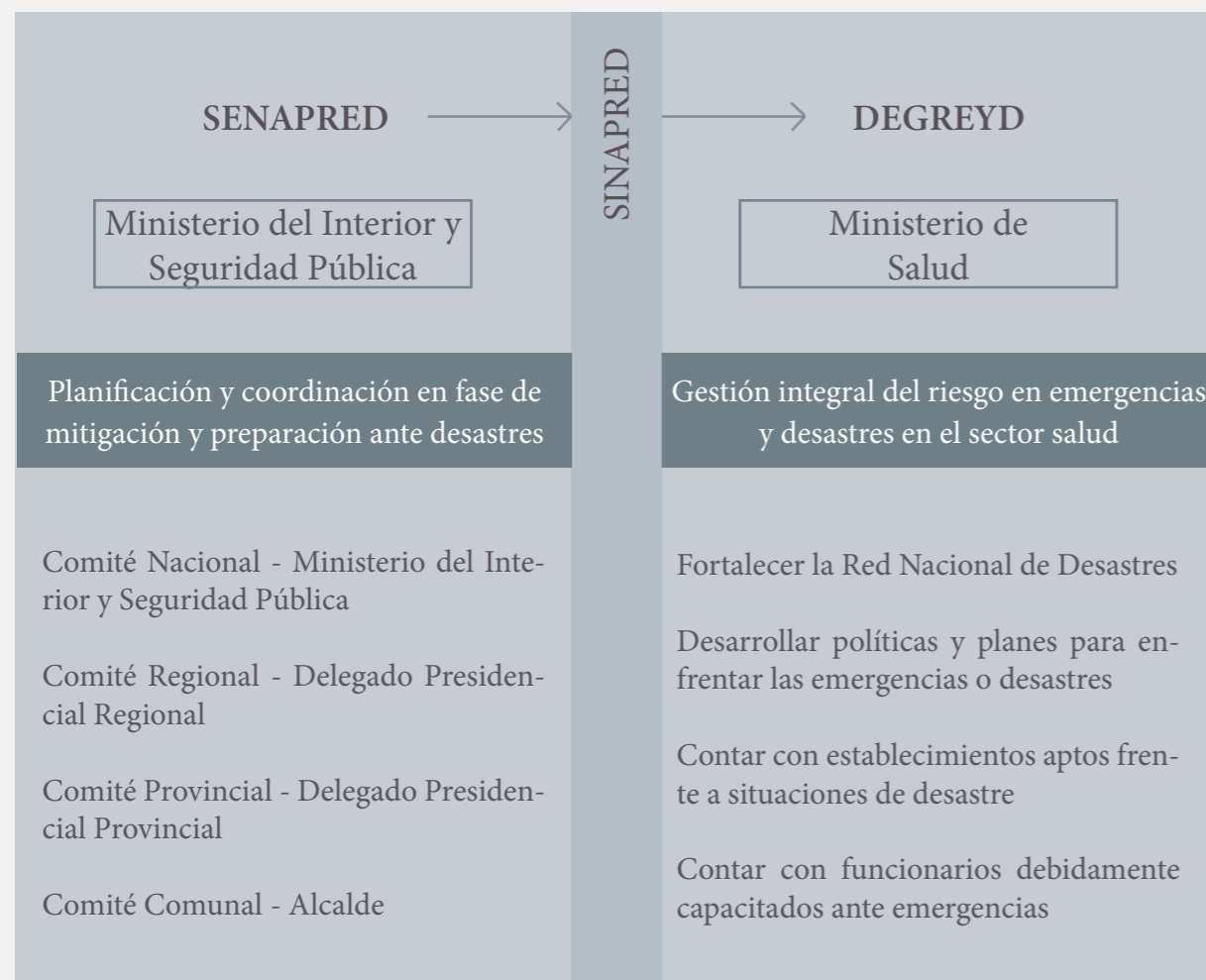


Figura 40. Esquema funcionamiento SENAPRED y DEGREYD
Elaboración propia

2. PROPUESTA CONCEPTUAL

El proyecto se fundamenta en la temporalidad y en la fácil implementación de módulos orgánicos como respuesta a situaciones de emergencia. Estos módulos orgánicos funcionan bajo un concepto de “células”, las cuales destacan por su flexibilidad y adaptabilidad de las unidades constructivas que, al combinarse, forman un sistema autónomo capaz de funcionar de manera autosuficiente.

Cada módulo orgánico cumple una función específica dentro del sistema, permitiendo un armado y diseño flexibles según las necesidades particulares de cada situación de emergencia. Trabajar con unidades autosuficientes no sólo facilita la gestión temporal de cada parte, sino que también enfatiza su proceso cíclico de vida, desde la fase de armado hasta el desuso, guardado y preparación para nuevos ciclos, creando así una vida dinámica para estos elementos.

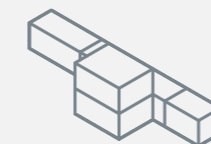
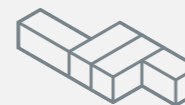
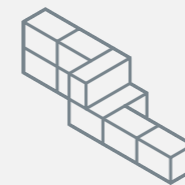


Figura 42. Esquema concepto de modulación y ciclo de acción
Elaboración propia

3. CRITERIOS DE DISEÑO

Reconocimiento y ubicación del proyecto:

El proyecto no debe ubicarse en terrenos declarados como zonas de exclusión por riesgo y debe considerar las medidas mínimas de ocupación para las configuraciones establecidas. Asimismo, debe estar situado cerca de una vía troncal o colectora para facilitar el acceso durante el transporte e instalación del hospital, así como para la población a atender, y las salas recibirán el sol al menos durante tres horas en el día más corto del año

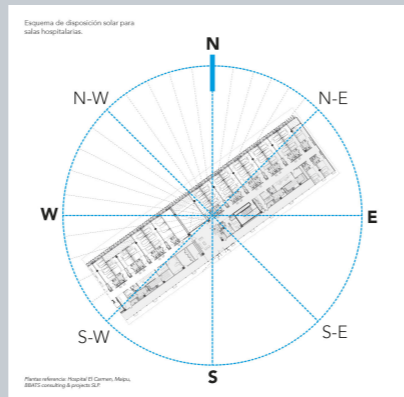


Figura 43. Esquema disposición solar para hospitales OGUC Ilustrada.

Arquitectura universal y equitativa:

El diseño del recinto debe respetar los requisitos de accesibilidad universal, garantizando la facilidad de desplazamiento y entendimiento del entorno para diferentes tipos y grados de discapacidad. Además, se debe contemplar la capacidad de trasladar camas de hospitalización y elementos a través del hospital, asegurando un ambiente equitativo y funcional para todos los usuarios.

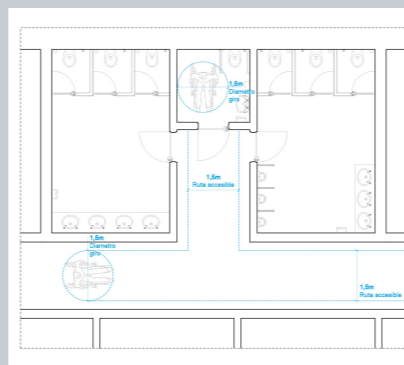


Figura 44. Esquema ruta accesible OGUC Ilustrada.

Materialidad

Se requiere que las salas de curaciones y servicios higiénicos tengan pavimentos e zócalos impermeables y lavables, ángulos redondeados o achaflanados, y superficies pintadas al óleo sin decoraciones salientes o entrantes para mantener condiciones higiénicas óptimas. Se recomienda utilizar elementos en la fachada que sean incombustibles y no generen humos tóxicos, evitando materiales con altos índices de calor y alta combustibilidad.



Figura 45. Esquema detalle sala de hospital OGUC Ilustrada.

4. PROPUESTA SUSTENTABLE

Energía, Sistemas “Off-Grid”

Son equipos para generación de energía eléctrica completamente desconectados de la red de distribución.

Los sistemas fotovoltaicos captan la radiación solar que se transformará luego en energía eléctrica, mientras que los aerogeneradores domésticos producen electricidad convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica, y posteriormente en energía eléctrica gracias a un alternador.



Figura 46. Aerogenerador doméstico Smart Home.

Abastecimiento de Agua

Para el abastecimiento de agua se contará con 3 posibles sistemas. Contenedores que se deben ir reponiendo cada cierto tiempo. Bombas de autoabastecimiento de agua bruta procedente de fuentes alternativas como pozos. Sistema de potabilización de agua, es decir, un sistema autónomo de desalación y acondicionamiento de aguas mediante Electrodiálisis, junto a las etapas de pre- y post-acondicionamiento.

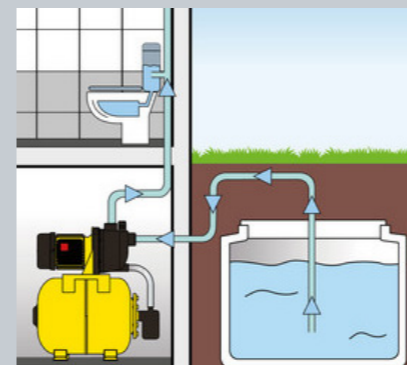


Figura 47. Bomba de abastecimiento de agua Trotec.

Tratamiento de Aguas

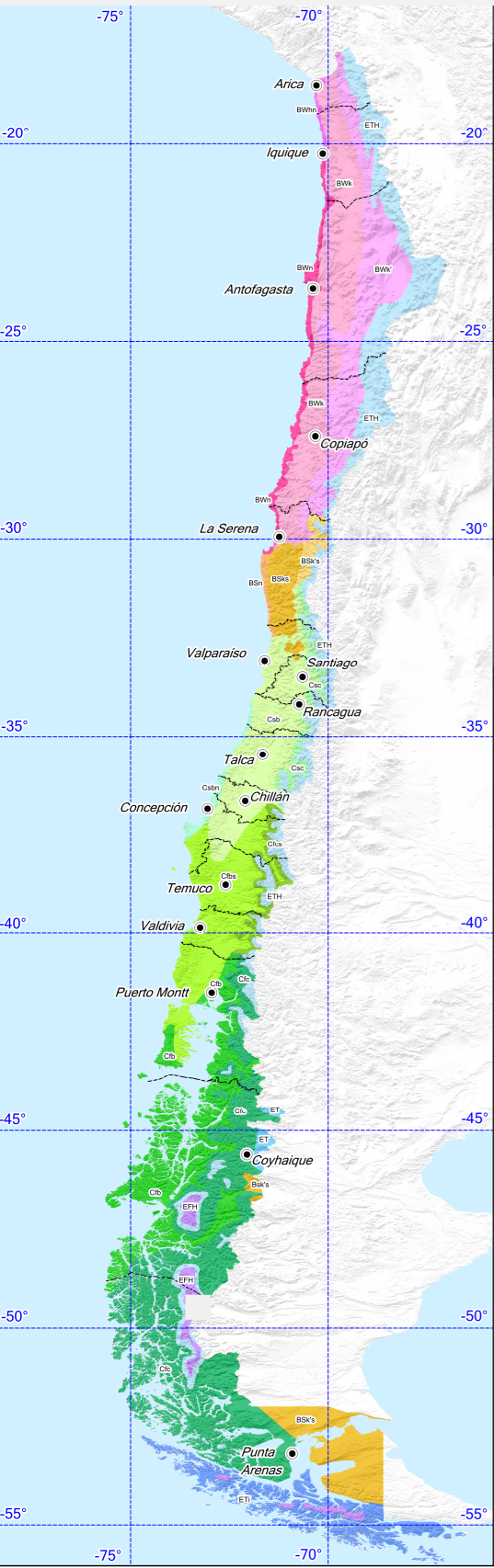
Las plantas de tratamiento de aguas negras (servidas) Aguasol, consisten en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que en su conjunto constituyen el tratamiento biológico para degradar la materia orgánica presente en las aguas servidas, este se denomina “lodos activados”, y su parte posterior desinfección con pastillas cloradas y decloradas.



Figura 48. Planta de Tratamiento de Aguas Negras Aguasol.

3. ESTRATEGIAS DE DISEÑO

I. Módulos por zona climática:



Zona 1: Norte de Chile.

Amenazas Naturales: Propenso a sequías y temperaturas extremas. Inundaciones en menor medida y terremotos o tsunamis.

Necesidades Arquitectónicas: Resistencia a altas temperaturas e intensa radiación solar. Debe considerar sistemas de aire acondicionado, ventilación y abastecimiento de agua.

Zona 2: Zona Central

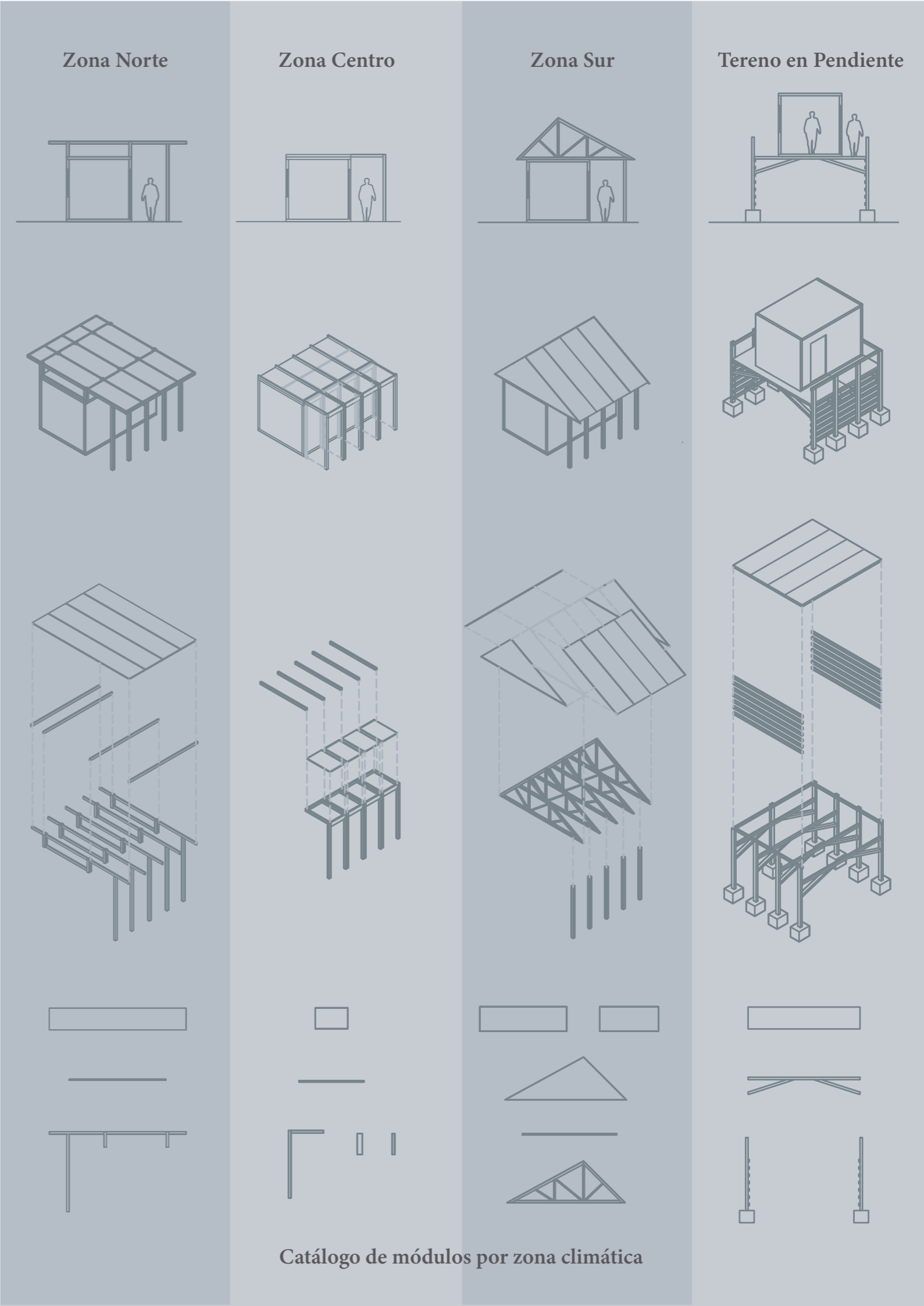
Amenazas Naturales: Riesgo de terremotos y tsunamis, a demás incendios forestales en áreas circundantes.

Necesidades Arquitectónicas: Estrictos códigos de construcción antisísmica. Sistemas de aislamiento sísmico y estructuras reforzadas. Sistemas de evacuación eficientes.

Zona 3: Sur de Chile

Amenazas Naturales: Terremotos, erupciones volcánicas y precipitaciones intensas que dan lugar a inundaciones y deslizamientos de tierra.

Necesidades Arquitectónicas: Resistentes a terremotos y erupciones volcánicas. Sistemas de drenaje efectivos. Preparación para hacer frente a inundaciones y deslizamientos de tierra.



Catálogo de módulos por zona climática

II. Cuadro programático:

Se plantean 3 categorías de módulos según sus servicios y funciones: módulos de atención médica, módulos para el personal y módulos de administración.

Las dimensiones de los recintos se basan en las “Guías para el Diseño de Establecimientos de Salud” del Ministerio de Salud, que establecen los metros cuadrados mínimos para un funcionamiento adecuado y los recintos necesarios para un centro hospitalario de baja complejidad. Además, al tratarse de un sistema modular, los metros cuadrados totales por recinto se multiplican según la necesidad, lo que permite una mayor flexibilidad en la organización y disposición de los espacios.

Servicio	Recinto	Dimensiones (m ²)
Atención médica	Recepción, acogida y calificación (RAC)	Variable
	Atención ambulatoria	9,36 m ²
	Hospitalización	7 m ² por persona
	Quirófano	23 m ²
	Esterilización	9,36 m ²
Personal	Residencia	5 m ² por persona
	Comedor	1,5 m ² por persona
	Cocina	10,4 m ²
Administración	Mantenimiento	9,36 m ²
	Farmacia	12 m ²
	Servicios sanitarios	7,8 m ²
	Servicios sanitarios Accesibilidad universal	4 m ²
	Bodega	9,36 m ²
	Lavandería	5,9 m ²

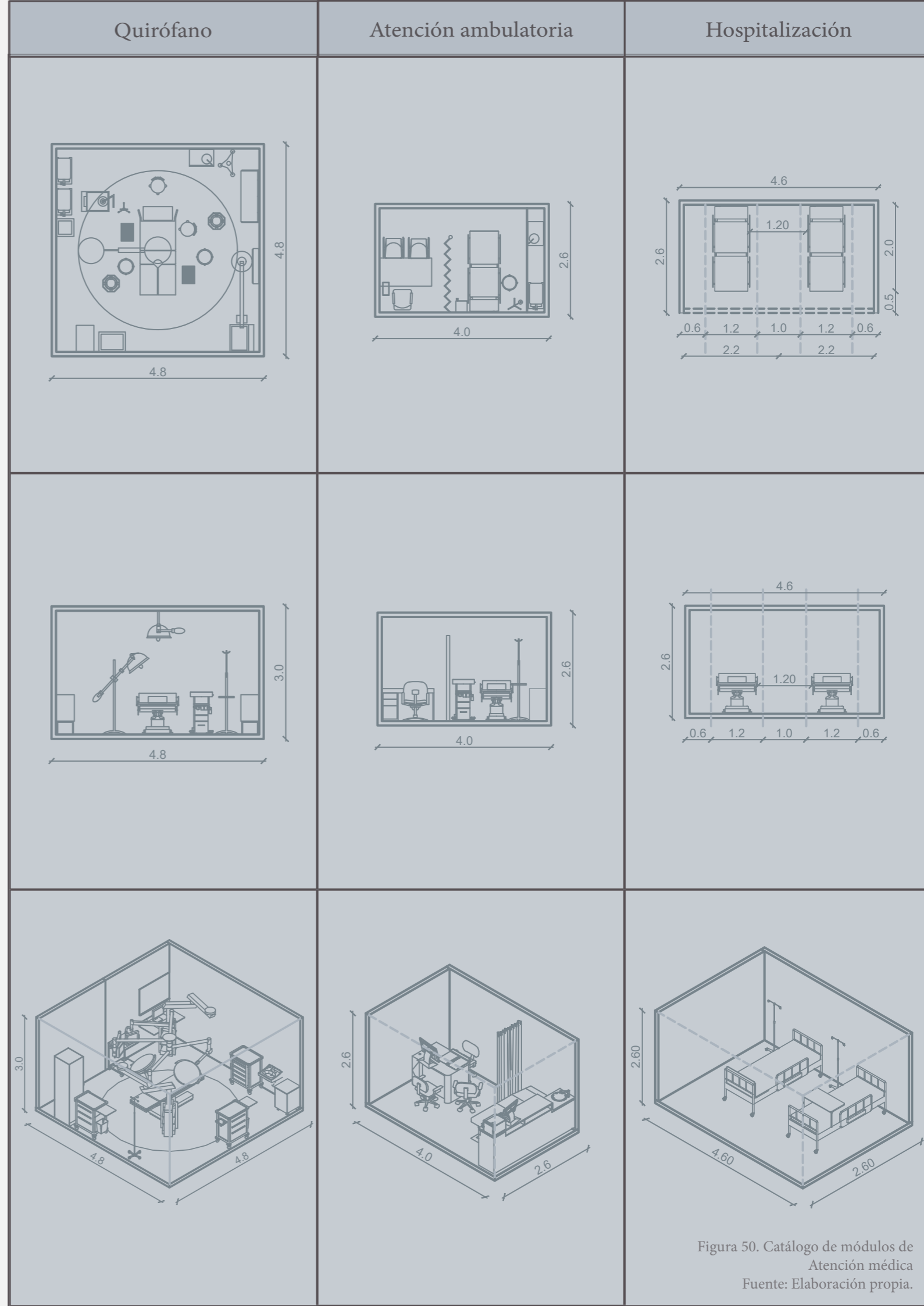


Figura 50. Catálogo de módulos de Atención médica
Fuente: Elaboración propia.

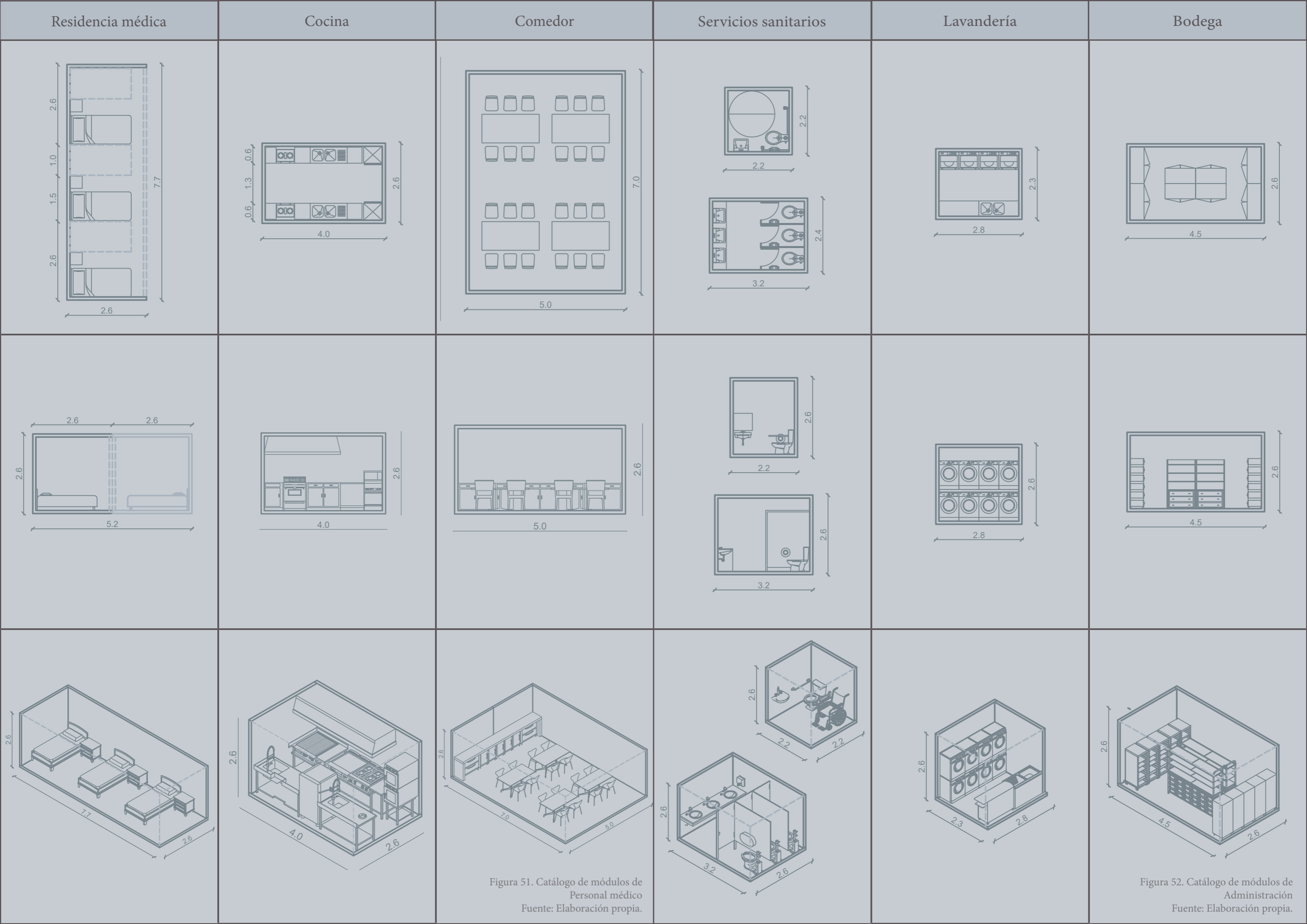


Figura 51. Catálogo de módulos de Personal médico
Fuente: Elaboración propia.

Figura 52. Catálogo de módulos de Administración
Fuente: Elaboración propia.

IV. Propuesta de configuración:

Para el emplazamiento del proyecto se decidió utilizar una cancha de Baby fútbol como base. Estas canchas tienen medidas estandarizadas que van desde los 14m x 20m hasta los 20m x 40m, con un suelo apto, sin mayor relieve o pendientes, y suelen ubicarse en lugares de fácil acceso para las personas y el transporte. Además, según el Catastro de Infraestructura Deportiva Pública a nivel nacional de 2021, se registraron un total de 5,475 canchas a lo largo del país hasta la fecha, abarcando desde las grandes ciudades hasta los pueblos pequeños.

Las configuraciones de 10, 15, 24 y 50 camas de hospitalización que se proponen se encuentran dentro de lo que sería una cancha de baby fútbol de 20m x 40m, mientras que las configuraciones de 75 y 100 camas superan estas medidas, optando por ubicarse en canchas de fútbol, estadios u otros predios con las dimensiones mínimas necesarias..

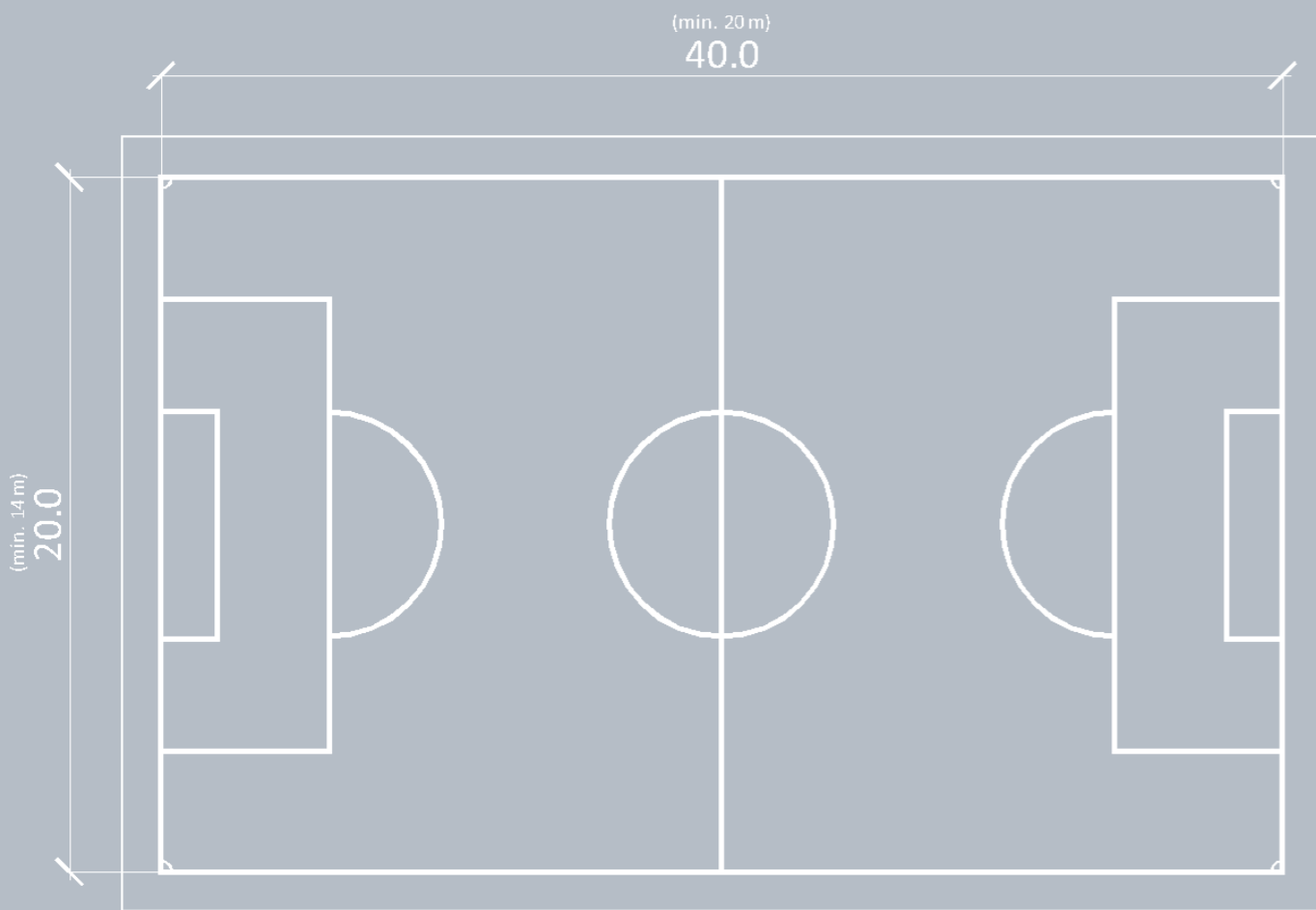


Figura 53. Esquema dimensionamiento cancha de Baby-fútbol.
Fuente: Elaboración propia.

Hospital de 10 camas

Esta propuesta sigue una configuración lineal, donde se encuentran paralelamente los flujos para los pacientes de atención médica y los flujos exclusivos del personal. Consta de 10 módulos de atención médica ambulatoria, 10 camas de hospitalización, 1 quirófano, zona de recepción y de administración del hospital.

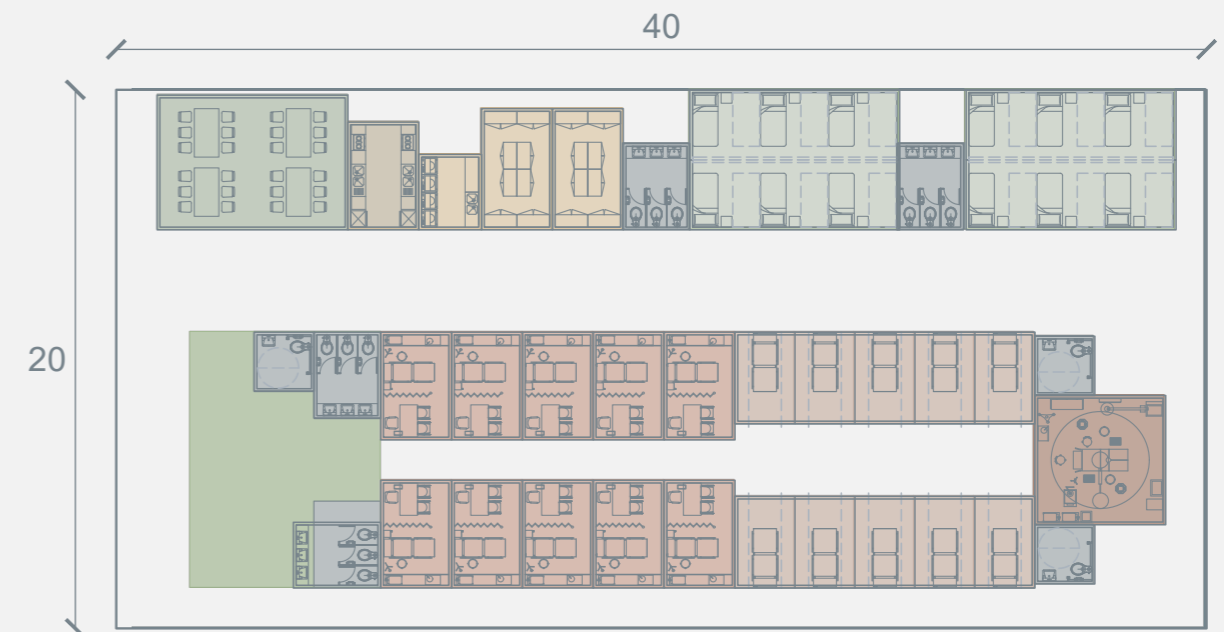


Figura 54. Planta Configuración 10 camas
Fuente: Elaboración propia.

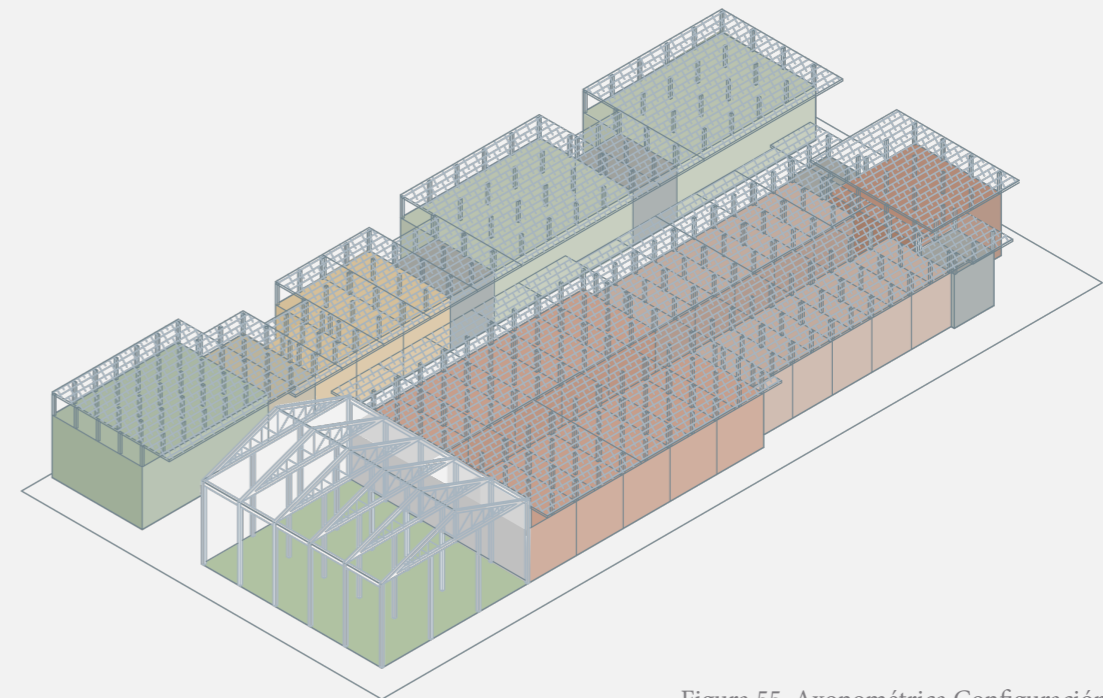


Figura 55. Axonométrica Configuración 10 camas
Fuente: Elaboración propia.

Hospital de 15 camas

Se basa en una propuesta de un espacio central destinado a la recepción, desde donde se despliegan los distintos programas hacia sus brazos. Tres de estos brazos corresponden a áreas hospitalarias con 4 módulos de atención ambulatoria, 15 camas de hospitalización, 2 quirófanos, y luego un cuarto brazo destinado al área del personal y la administración del hospital.



Figura 56. Planta Configuración 15 camas
Fuente: Elaboración propia.

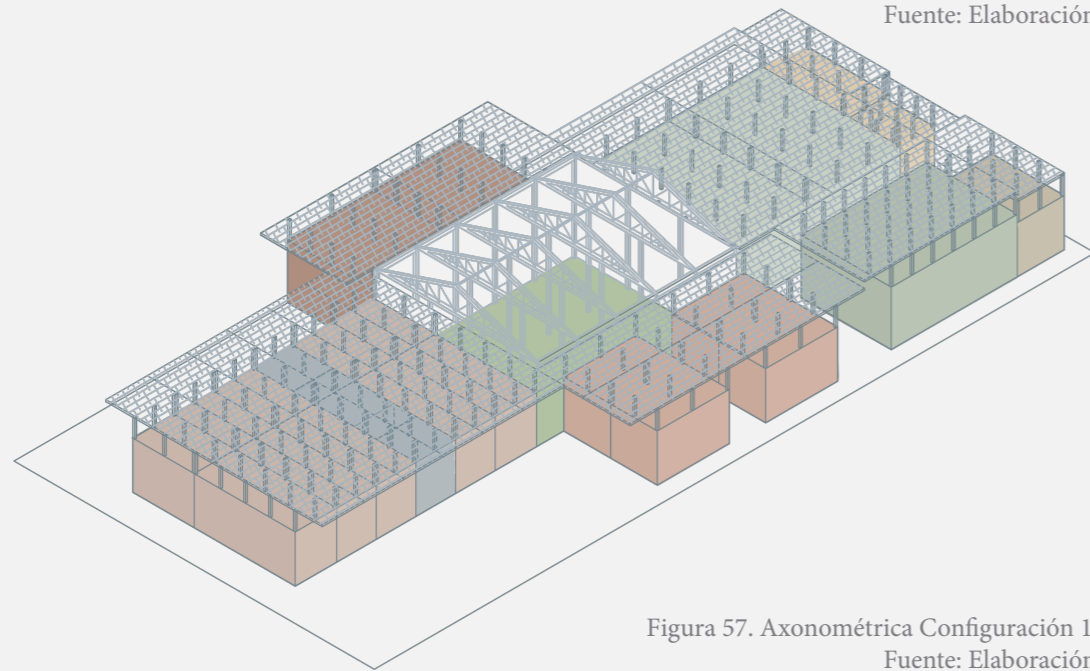


Figura 57. Axonométrica Configuración 15 camas
Fuente: Elaboración propia.

Hospital de 24 camas

Corresponde a un diseño lineal con circulaciones paralelas, donde al inicio se concentra el área hospitalaria y, como remate, un comedor comunitario junto al espacio destinado al personal médico y la administración del hospital. El hospital cuenta con 24 camas de hospitalización, 7 módulos de atención ambulatoria, 1 quirófano y recepción.



Figura 58. Planta Configuración 24 camas
Fuente: Elaboración propia.

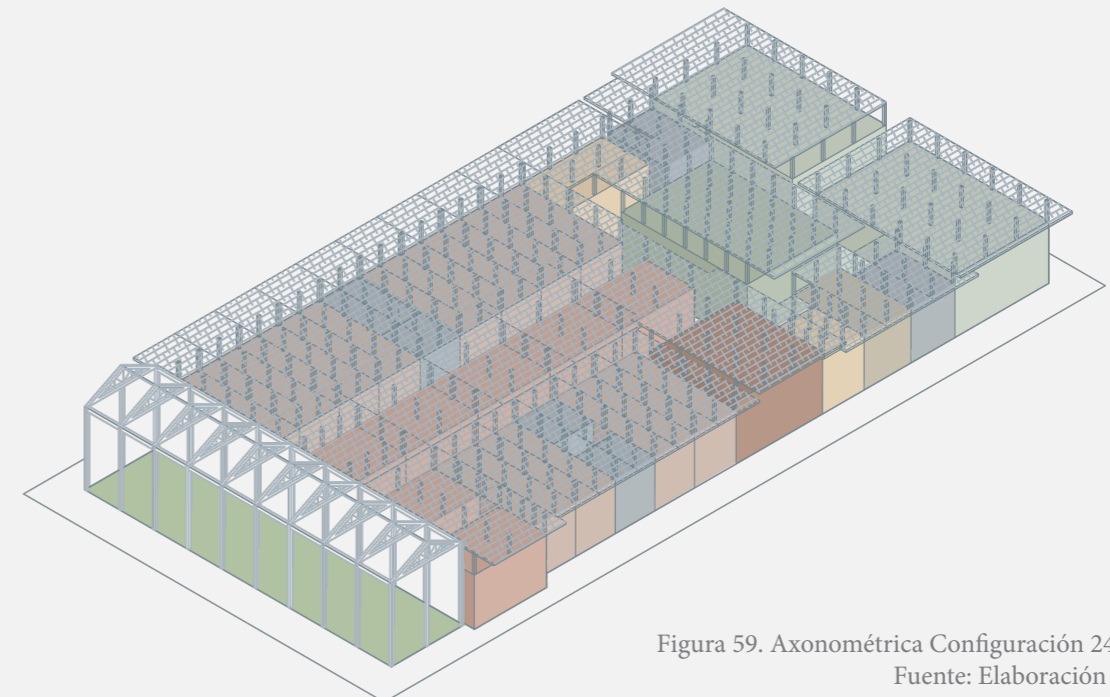


Figura 59. Axonométrica Configuración 24 camas
Fuente: Elaboración propia.

Hospital de 50 camas

Se desarrolla en un área equivalente a la de una cancha de futbolito (20m x 40m), y corresponde a un espacio central con un flujo de doble anillo. En el flujo exterior se encuentra toda el área hospitalaria, mientras que en el anillo interior se ubica el área del personal médico y de administración del hospital. Cuenta con 50 camas de hospitalización, 8 módulos de atención ambulatoria y recepción, además del área destinada al personal médico.

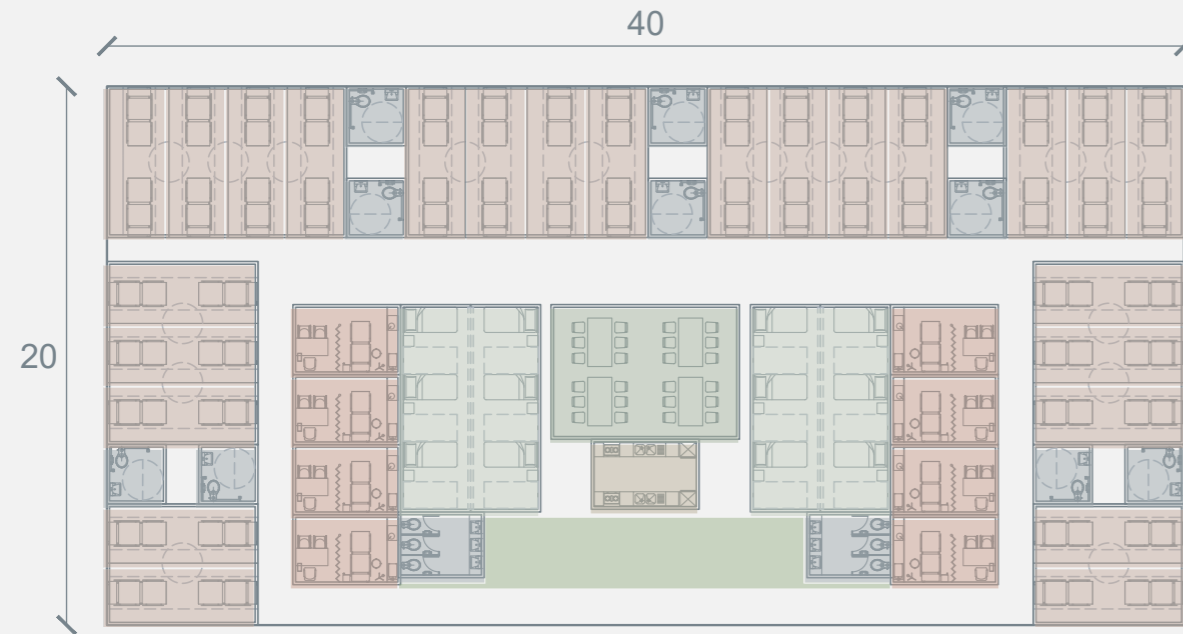


Figura 60. Planta Configuración 50 camas
Fuente: Elaboración propia.

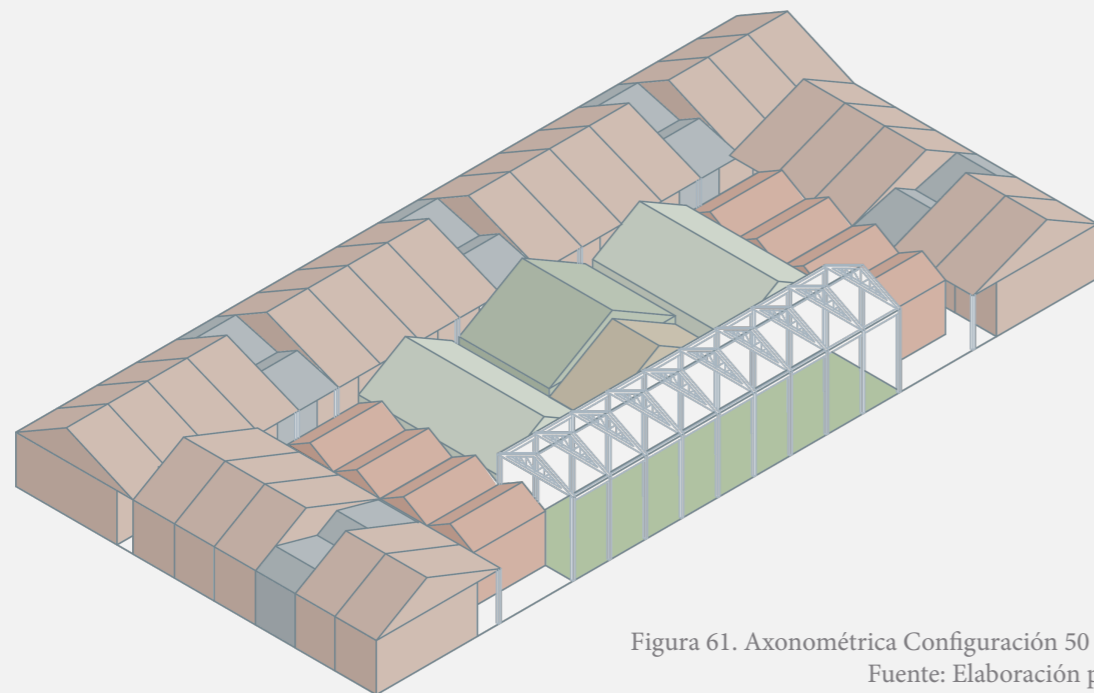


Figura 61. Axonométrica Configuración 50 camas
Fuente: Elaboración propia.

Hospital de 75 camas

Corresponde a un espacio en eje atravesado por 2 espacios perpendiculares destinados a recepción. Entre estos se encuentra el área de hospitalización, con 75 camas y 2 quirófanos. A la izquierda se encuentran los 15 módulos de atención médica ambulatoria, y a la derecha se ubica el área del personal médico y la administración del hospital. Esta configuración sobrepasa las dimensiones de una cancha de baby fútbol, considerando un mínimo de 19m x 65m para su instalación.

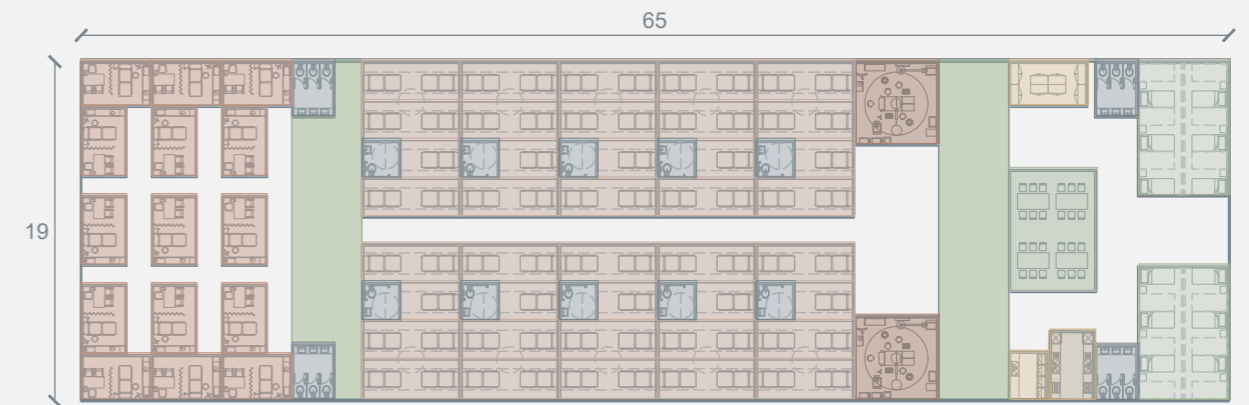


Figura 62. Planta Configuración 75 camas
Fuente: Elaboración propia.

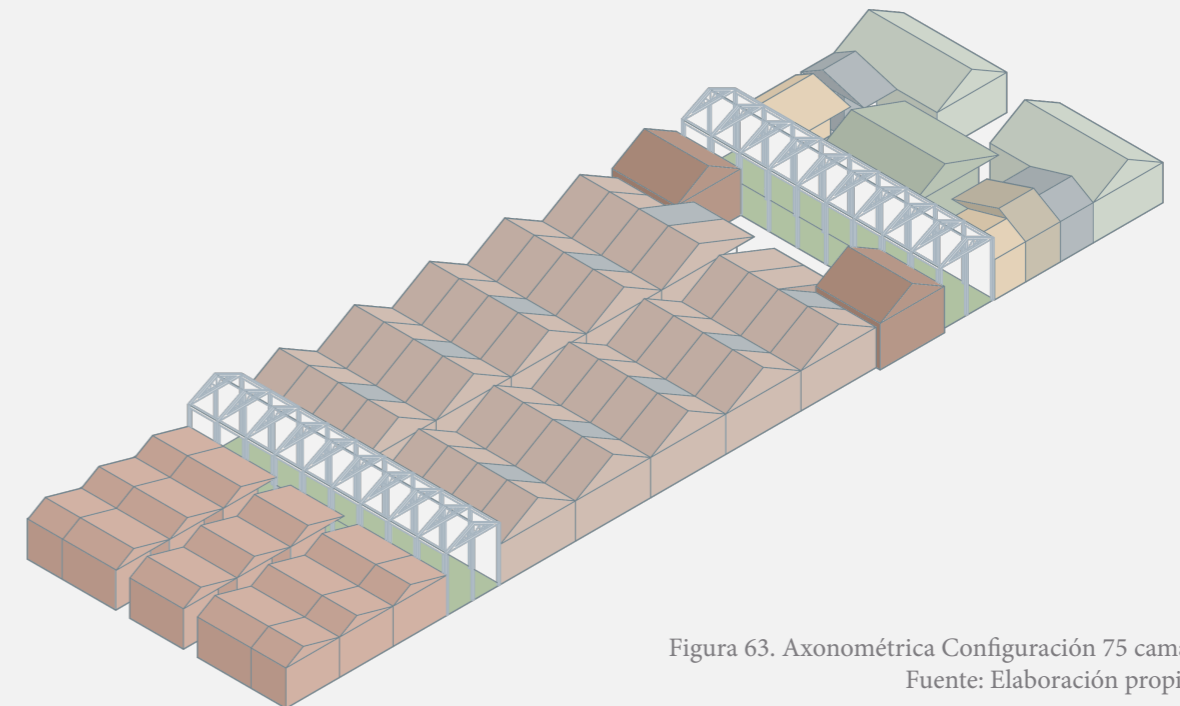


Figura 63. Axonométrica Configuración 75 camas
Fuente: Elaboración propia.

Hospital de 100 camas

Siendo este el hospital de mayor capacidad, se trata de una configuración ramificada, es decir, un espacio lineal atravesado múltiples veces a lo largo de su eje. Comienza con el espacio de recepción, luego se encuentran los 16 módulos de atención médica ambulatoria, a continuación comienza el área de hospitalización con 100 camas y 4 quirófanos, para finalmente llegar al área del personal médico y la administración del hospital. Al igual que el anterior, esta configuración sobrepasa las dimensiones de una cancha de baby fútbol, por lo que se considera un mínimo de 28m x 67m para su instalación.



Figura 64. Planta Configuración 100 camas
Fuente: Elaboración propia.

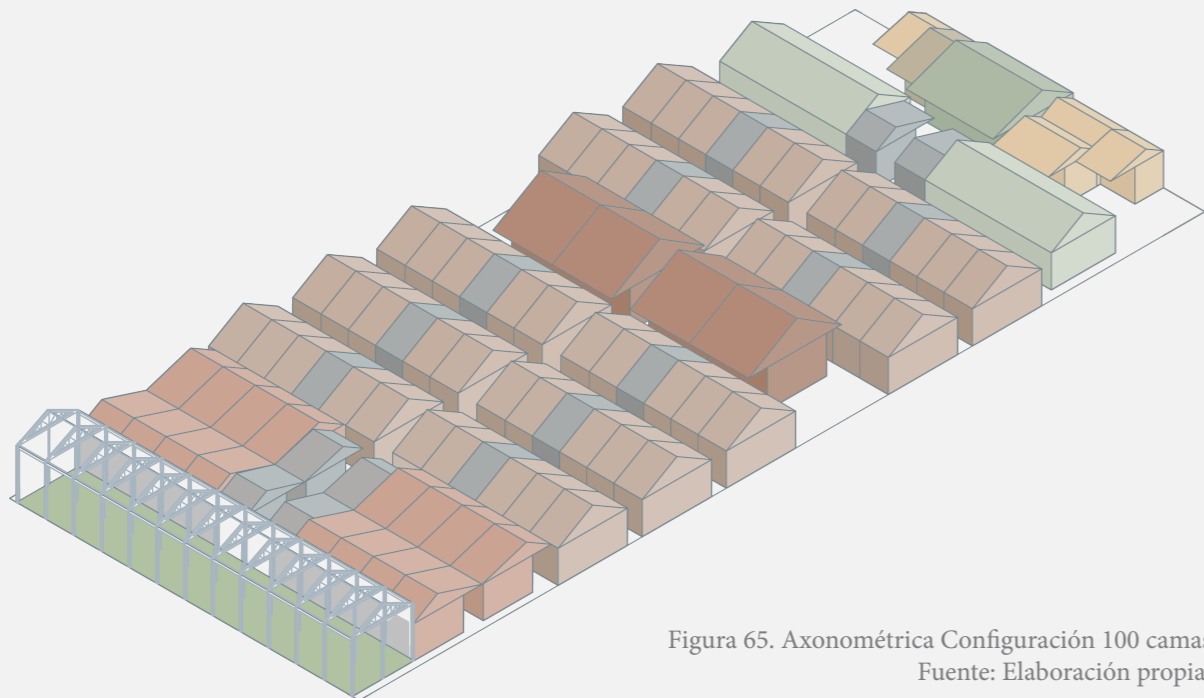


Figura 65. Axonométrica Configuración 100 camas
Fuente: Elaboración propia.

Caloryfrio, P. S. (2021). Construcción industrializada ¿Qué es y qué beneficios tiene? caloryfrio.com. <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/construccion-industrializada-que-es-que-beneficios-tiene.html>

Caloryfrio, P. S. (2021b). Construcción prefabricada. Más rápida, sostenible y eficiente. caloryfrio.com. <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/construccion-prefabricada-mas-rapida-sostenible-y-eficiente.html>

Joanacosta. (2021, 19 julio). ¿En qué consiste el sistema de construcción industrializada? Construcción industrializada BIM21. <https://construccionsbim21.com/blog/sistema-de-construccion-industrializada/>

S&P. (2021, 6 agosto). ¿Qué tipos de construcción industrializada existe? | S&P. S&P Sistemas de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/tipos-construccion-industrializada/>

García, Á. S. (2023b). Construcción industrializada: ¿Qué es y qué tipos existen? Reto KÖMMERLING. <https://retokommerling.com/construccion-industrializada-que-es-que-tipos-existen/>

García, Á. S. (2023). Construcción industrializada: la guía definitiva para profesionales y clientes. Reto KÖMMERLING. <https://retokommerling.com/construccion-industrializada/>

MINISTERIO DE SALUD DIVISIÓN DE INVERSIONES DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA. (2017, septiembre). Orientaciones Técnicas Para Diseño de Anteproyectos de Hospitales Complejos. Minsal.cl. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/02/ORIENTACIONES.pdf>

MINISTERIO DE SALUD (2019, noviembre). GUÍA DE DISEÑO PARA ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS DE MEDIANA COMPLEJIDAD. Aarqhos.cl. <https://www.aarqhos.cl/wp-content/uploads/2021/03/Copia-de-D201.-Guia-Hospitales-Mediana-Hosp-MQ-Ad-Inf-y-Mujer-nov-2019.pdf>

Aguasol. (s/f). FICHA TECNICA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS. Aguasol.cl. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de <https://aguasol.cl/wp-content/uploads/2023/05/Ficha-Tecnica-PTAN.pdf>

Luo, H., Liu, J., Li, C., Chen, K., & Zhang, M. (2020). Ultra-rapid delivery of specialty field hospitals to combat COVID-19: Lessons learned from the Leishenshan Hospital project in Wuhan. *Automation in Construction*, 119(103345), 103345.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103345>

División de Edificación Pública. (10/2014). GUÍA PRÁCTICA PARA LA VIVIENDA DE EMERGENCIA. Gob.cl. https://arquitectura.mop.gob.cl/emergencias/Documents/Guia_Practica_Vivienda_%20Emergencia.pdf

Sánchez, V. G. G. (2018). RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE HOSPITAL DECAMPAÑA EN UNA SITUACIÓN DE EMERGENCIA POST-CATÁSTROFE PARA LA ZONA 6 EN ECUADOR. Upv.es. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/112242/Guamán%20-%20Arquitectura%20Efímera%20de%20Emergencia%20%20Recomendaciones%20para%20el%20diseño%20de%20un%20prototipo%20de%20H....pdf>

Ministerio de Salud Pública Dirección Nacional de Emergencias y Desastres (2013). Guía para la elaboración del Plan Hospitalario para Respuesta a Emergencias y Desastres. Paho.org. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/4694/guia%20para%20la%20elaboracion%20del%20PHRED%2C%2002.10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINISTERIO DE SALUD. (s/f). Guías para criterios de diseño de arquitectura y especialidades para Hospitalizaciones de Baja Complejidad del Ministerio de Salud. Aarqhos.cl. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de <https://www.aarqhos.cl/wp-content/uploads/2020/04/00-Recintos-Hospitalarios-Comunitarios.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (2023). Orientaciones para la implementación de hospitales temporales de alta capacidad en situaciones de emergencias de salud y desastres. Paho.org. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57866/OPSPHECPI230014_spa.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Hospitales / Tópicos / Dormitorios / Comedores / Baños / Colegios. (s/f). Com.pe. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de <https://tecnofast.com.pe/wp-content/uploads/2023/10/EMERGENCIAS.pdf>

Delgado, P. O., Moreno Vera, M., Castañeda, W. J., Fuentes, C. J., Guerrero Andreu, P., Farías Inostroza, S., Cruz Martínez, M., & Reyes Gutiérrez, C. (2020). Informe de tecnologías de dominio público. Inapi.cl. https://www.inapi.cl/docs/default-source/default-document-library/informe_dp_111.pdf?sfvrsn=e38c2e26_0

Pfenniger, R. M. G., Tapia, R., & Larenas, J. (s/f). Viviendas de emergencia; criterios técnicos y reglamento para estándares de calidad de viviendas y conjuntos de viviendas en asentamientos provisorios. Uchile.cl. Recuperado el 2 de diciembre

de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141931/vivien-das-de-emergencia-criterios-tecnicos-y-reglamento.pdf?sequence=1>

García, Á. S. (2021, mayo 26). Construcción Industrializada: la guía definitiva para Profesionales y Clientes. Reto KÖMMERLING. <https://retokommerling.com/construccion-industrializada/>

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LICANTÉN. (2011, noviembre). Gob.cl. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/04_Anteproyecto_PRC_Licanten_1.pdf.pdf

Andrés Fock Kunstmann Geólogo (2011, noviembre). PLAN REGULADOR COMUNAL DE LICANTÉN INFORME LEY DE SISMOS Y CATÁSTROFES Mlicanten.cl. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de [http://www.mlicanten.cl/laip/Transparencia%20Municipalidad/Plan%20Regulador/PRC%20LICANTEN%20\(ESTUDIO\)/PRCL_ANEXO_Nº2_INFORME_LEY_SISMOS.pdf](http://www.mlicanten.cl/laip/Transparencia%20Municipalidad/Plan%20Regulador/PRC%20LICANTEN%20(ESTUDIO)/PRCL_ANEXO_Nº2_INFORME_LEY_SISMOS.pdf)

Erwenne, C. B. (2012). PLAN REGULADOR COMUNAL DE LICANTEN. Gob.cl. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_1er_IA_PRC_Licanten.pdf.pdf

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (s/f). INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE. Gob.cl. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/17-eventos-extremos-y-desastres.pdf>

UNDRR. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Recuperado el Agosto de 2020, de United Nations Office for Disaster Risk Reduction: https://www.preventionweb.net/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

SERNAGEOMIN. (2020). Sernageomin da a conocer nuevo ranking de volcanes. Recuperado el septiembre de 2020, de Servicio Nacional de Geología y Minería: <https://www.sernageomin.cl/sernageomin-da-a-conocer-nuevo-ranking-de-volcanes/>

MMA. (2020). Vulnerabilidad y adaptación. Recuperado el septiembre de 2020, de Ministerio del Medio Ambiente: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/vulnerabilidad-yadaptacion/>

de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141931/vivien-das-de-emergencia-criterios-tecnicos-y-reglamento.pdf?sequence=1>

García, Á. S. (2021, mayo 26). Construcción Industrializada: la guía definitiva para Profesionales y Clientes. Reto KÖMMERLING. <https://retokommerling.com/construccion-industrializada/>

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LICANTÉN. (2011, noviembre). Gob.cl. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/04_Anteproyecto_PRC_Licanten_1.pdf.pdf

Andrés Fock Kunstmann Geólogo (2011, noviembre). PLAN REGULADOR COMUNAL DE LICANTÉN INFORME LEY DE SISMOS Y CATÁSTROFES Mlicanten.cl. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de [http://www.mlicanten.cl/laip/Transparencia%20Municipalidad/Plan%20Regulador/PRC%20LICANTEN%20\(ESTUDIO\)/PRCL_ANEXO_Nº2_INFORME_LEY_SISMOS.pdf](http://www.mlicanten.cl/laip/Transparencia%20Municipalidad/Plan%20Regulador/PRC%20LICANTEN%20(ESTUDIO)/PRCL_ANEXO_Nº2_INFORME_LEY_SISMOS.pdf)

Erwenne, C. B. (2012). PLAN REGULADOR COMUNAL DE LICANTEN. Gob.cl. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_1er_IA_PRC_Licanten.pdf.pdf

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (s/f). INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE. Gob.cl. Recuperado el 2 de diciembre de 2023, de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/17-eventos-extremos-y-desastres.pdf>

UNDRR. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Recuperado el Agosto de 2020, de United Nations Office for Disaster Risk Reduction: https://www.preventionweb.net/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

SERNAGEOMIN. (2020). Sernageomin da a conocer nuevo ranking de volcanes. Recuperado el septiembre de 2020, de Servicio Nacional de Geología y Minería: <https://www.sernageomin.cl/sernageomin-da-a-conocer-nuevo-ranking-de-volcanes/>

MMA. (2020). Vulnerabilidad y adaptación. Recuperado el septiembre de 2020, de Ministerio del Medio Ambiente: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/vulnerabilidad-yadaptacion/>