

# Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del Ambiente

## Escuela Profesional de Arquitectura



**“REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE,  
UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA  
DE AREQUIPA, 2020”**

Tesis presentada por los  
Bachilleres:

**Cruz Torres, Pierina Gabriela  
Solis Bernedo, Christopher  
Alexander**

Para optar el Título Profesional de  
Arquitecto

Asesor de Tesis:

**Arq. Cruz Cuentas, Ricardo  
Luis**

Arequipa - Perú

2021

## DICTAMEN APROBATORIO

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ARQUITECTURA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 17 de Enero del 2021

**Dictamen: 002206-C-EPA-2021**

Visto el borrador de tesis del expediente 002206, presentado por:

**2012220551 - SOLIS BERNEDO CHRISTOPHER ALEXANDER**

**2010221202 - CRUZ TORRES PIERINA GABRIELA**

Titulado:

**REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO  
MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1975 - ZEBALLOS LOZADA RAFAEL MATEO  
DICTAMINADOR**



**2564 - MARQUEZ ARRISUEÑO VICTOR EDUARDO  
DICTAMINADOR**



**3245 - IRURI RAMOS CARLA PATRICIA  
DICTAMINADOR**



## DEDICATORIAS

### Dedicatoria 1

*Quiero agradecer primero a Dios, por haberme dado a mi familia, a quienes les dedico esta tesis, a mis padres, porque sin todas sus enseñanzas y valores no sería quien soy, a mis hermanas, por exigirme y retarme a ser mejor, también agradezco a mi compañero, por el apoyo mutuo y esfuerzo, pues sin él, esta investigación no hubiera sido posible, igualmente, a mis amigos por sus palabras de aliento y a todas las personas que de alguna forma aportaron con esta investigación, gracias a todos, esta tesis es para ustedes.*

Pierina Gabriela Cruz Torres

### Dedicatoria 2

*Esta investigación es el fruto del apoyo que me brindó mi familia y de la convicción y confianza que pusieron en mí, del trabajo y esfuerzo de mi compañera incondicional en momentos optimistas y desalentadores, del aliento de nuestros amigos para seguir adelante, y de aquellos docentes que nos aconsejaron y compartieron su entusiasmo con nosotros, a todos ellos les dedico esta tesis.*

Christopher Alexander Solís Bernedo

## RESUMEN

Ante escenarios post-desastre, resulta importante la aplicación de medidas preventivas ante una eventual escasez de refugios en el ámbito local, siendo Arequipa una de las ciudades más pobladas en el territorio peruano, con una concentración mayor en su área metropolitana. En las últimas décadas, resultan mucho más evidentes las estrategias improvisadas de mitigación de desastres por parte de las autoridades competentes, siendo la principal respuesta, módulos temporales que no aseguran a los afectados el acceso a una vivienda definitiva. Ante esto, resulta necesario proponer un modelo preventivo basado en la implementación de refugios transitorios, en compañía de servicios e instalaciones de soporte, aplicables a diferentes situaciones y escalas, este enfoque, permite una construcción de viviendas gradual, aplicando módulos de refugios de primera necesidad, su evolución hacia un enfoque temporal y su culminación en refugios permanentes definiendo un modelo sostenible, que otorgue a los afectados un refugio digno, permita una organización de módulos en base a patrones y criterios de agrupación, facilite la adquisición y gestión de los recursos necesarios para cada etapa, la aplicación de materiales sostenibles y su reutilización, y fomente el desarrollo de procesos constructivos no convencionales y sistemas de autoconstrucción que posibiliten el empoderamiento de poblaciones vulnerables.

### **Palabras clave:**

Refugio, Desastre, Transición, Materiales, Sostenible, Módulos.

## ABSTRACT

In post-disaster scenarios, it is important to apply preventive measures in the event of a shortage of shelters at a local context, with Arequipa being one of the most populated cities in the Peruvian territory, with a greater concentration of population in its metropolitan area. In recent decades, improvised disaster mitigation strategies by the competent authorities have become much more evident, the main response being temporary modules that do not ensure access to permanent housing for those affected. Therefore, it is necessary to propose a preventive model based on the implementation of transitional shelters, in the company of services and support facilities, applicable to different situations and scales, this approach allows a gradual construction of houses, applying modules of basic necessities, its evolution towards a temporary approach and its culmination in permanent shelters, defining a sustainable model that gives those affected an appropriate shelter that allows proper organization of modules, patterns chosen for their placement and different grouping criteria, facilitates the acquisition and management of resources for each according stage, the application of sustainable and recycled materials, and encourage the development of unconventional construction processes as well as self-construction systems that enable the empowerment of vulnerable populations.

### **Keywords:**

Shelter, Disaster, Transitional, Materials, Recycle, Modules.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enfoca en el impacto de fenómenos mayormente impredecibles y de carácter medioambiental, como lo son los desastres naturales, fenómenos que pueden causar tanto pérdidas humanas como daños materiales a diferentes escalas, derivando en crisis humanitarias de importante relevancia en el desarrollo social, y urbano de grandes y pequeñas ciudades.

Entre las pérdidas materiales más predominantes ocasionadas por estos fenómenos se encuentra el colapso parcial o total de infraestructura básica, infraestructura que abarca principalmente arquitectura de carácter residencial y el alcance de redes de servicio como sistemas de distribución de agua potable, alcantarillado, etc. pérdidas materiales que afectan ampliamente la situación de grupos de personas a pequeña y gran escala y que en nuestra coyuntura actual y local no se ha podido responder adecuadamente. Ante esta incertidumbre, es necesario evidenciar requisitos necesarios para la implementación de estos refugios, siendo aspectos principales a considerar, una rápida aplicación, una buena calidad tanto en materiales como procesos constructivos, una adecuada gestión de recursos tanto económicos como administrativos para la construcción de los módulos y la aplicación de obras complementarias, así como la construcción sostenible de los mismos considerando el entorno en que se emplazan, criterios que en el ámbito nacional no son considerados en su totalidad, resultando en módulos que no contemplan las condiciones climáticas del lugar de destino y se componen principalmente de materiales ajenos al entorno de destino, generando problemas logísticos, elevando costos de transporte e incrementando el impacto ambiental de estos, antes, durante y después de su construcción, y que en muchos casos no responden adecuadamente al lugar en que se emplazan, no son aplicados en los rangos de tiempo establecidos o requeridos, y no contemplan un desarrollo de estos a futuro en la constitución de refugios permanentes.

La estructura planteada propone un estudio minucioso de las variables propuestas en relación con los objetivos, a partir de una secuencia lógica de marcos metodológicos que plantan definiciones de conceptos básicos desde desastres, prevención, causa y efectos, hasta los diferentes programas de gestión de desastres que ofrecen las autoridades, el diseño y materiales reutilizables para los módulos, así como la historia de los diferentes desastres que han afectado a la ciudad de Arequipa, con estos antecedentes se plantea definir criterios para el diseño y construcción óptima de refugios de este tipo, con análisis de prototipos y sistemas constructivos ya existentes que puedan asegurar el desarrollo de un proyecto aplicado a un escenario real posible.

El proyecto se enfoca también en el desarrollo de módulos en base a materiales alternativos inusuales en nuestro medio, aplicando una mezcla de sistemas constructivos que, aunque puedan ser considerados convencionales en otras partes del mundo, no son ampliamente aplicados en el ámbito local, la elección de estos sistemas deriva en una simplificación de pasos en el proceso constructivo de una vivienda desde su etapa más sencilla hasta su etapa permanente, lo que permite que la población afectada, aún sin una capacitación extensiva, pueda construir su propia vivienda.

En conclusión, el proyecto busca mejorar la calidad de los módulos utilizados convencionalmente, generando una participación de la propia población afectada ofreciendo un método y proceso práctico para la aplicación de refugios transitorios desde lo temporal a lo permanente.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

**DICTAMEN APROBATORIO**

**DEDICATORIAS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>CAPITULO I GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	2
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
3. JUSTIFICACIÓN.....	6
4. HIPÓTESIS .....	7
5. VARIABLES DE ANÁLISIS.....	7
6. METODOLOGÍA.....	9
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	9
6.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	9
6.3. LUGAR DE DESARROLLO DEL TRABAJO.....	9
7. PROCEDIMIENTO .....	10
7.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
7.2. ANÁLISIS .....	10
7.3. SÍNTESIS .....	10

7.4. PROPUESTA .....	10
8. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	10
8.1. ALCANCES .....	10
8.2. LIMITACIONES .....	11
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
1. DESASTRE .....	13
2. DESASTRES NATURALES .....	13
2.1. METEOROLÓGICOS .....	14
2.2. GEOLÓGICOS .....	14
2.3. GEOMORFOLÓGICOS .....	14
2.4. BIOLÓGICOS .....	14
3. DESCRIPCIÓN DE DESASTRES NATURALES PERTINENTES.....	14
3.1. TERREMOTO.....	14
3.2. ERUPCIONES VOLCÁNICAS .....	15
3.3. INUNDACIONES .....	16
3.4. DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y DERRUMBES.....	16
3.5. HUAICOS O ALUVIONES.....	17
4. ESCALAS PARA LA MEDICIÓN DE MAGNITUD DE DESASTRES .....	17
5. EMERGENCIA .....	21
6. VULNERABILIDAD.....	21
7. VULNERABILIDAD DERIVADA DE FACTORES SOCIALES.....	22
7.1. EL MERCADO DE VIVIENDA EN EL PERÚ .....	22
7.2. PERIFERIA E INFORMALIDAD.....	23
7.3. POLÍTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD POR DESASTRES.....	24

8.	ALERTA .....	25
9.	GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES (GRD) .....	25
9.1.	LA PREVENCIÓN (ANTES) .....	25
9.2.	LA RESPUESTA (DURANTE).....	26
9.3.	LA RECONSTRUCCIÓN (DESPUÉS).....	27
10.	DEFENSA CIVIL.....	27
11.	MÓDULOS TEMPORALES DE VIVIENDA .....	29
12.	ARQUITECTURA DE EMERGENCIA .....	30
12.1.	REFUGIOS DE EMERGENCIA .....	30
12.2.	MÉTODOS DE APLICACIÓN DE REFUGIOS .....	33
13.	REFUGIOS DE TRANSISIÓN O TRANSITORIOS.....	35
13.1.	TIPOS DE REFUGIOS TRANSITORIOS .....	37
14.	LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE REFUGIOS.....	38
14.1.	SELECCIÓN DE TERRENOS .....	38
14.2.	CONDICIONES BÁSICAS .....	39
14.3.	CRITERIOS DE AGRUPACIÓN .....	41
14.4.	IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.....	42
15.	ARQUITECTURA MODULAR .....	42
15.1.	INDUSTRIALIZACIÓN .....	43
15.2.	PREFABRICACIÓN.....	43
15.3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS PREFABRICACIÓN .....	44
16.	ANTROPOMETRÍA EN ARQUITECTURA .....	45
16.1.	CUALIDADES QUE DEFINEN LA ANTROPOMETRÍA.....	45
17.	ARQUITECTURA SOSTENIBLE .....	46
17.1.	RECICLAJE Y ECONOMÍA CIRCULAR .....	46

18. RECICLAJE EN ARQUITECTURA .....	47
18.1. PROCESOS DE RECICLAJE ARQUITECTÓNICO .....	47
<b>CAPITULO III MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>50</b>
1. TRANSITIONAL SHELTER PROJECT, HAITÍ .....	51
1.1. DESCRIPCIÓN .....	51
1.2. ANÁLISIS .....	53
2. PAPER LOG HOUSE, KOBE.....	59
2.1. DESCRIPCIÓN .....	60
2.2. ANÁLISIS .....	61
3. PROYECTO FOCAPREE.....	67
3.1. DESCRIPCIÓN .....	68
3.2. ANÁLISIS .....	69
4. PROYECTO CHACRAS, VIVIENDA EMERGENTE PRODUCTIVA. ....	75
4.1. DESCRIPCIÓN .....	76
4.2. ANÁLISIS .....	77
5. PROYECTO EFÍMERO, MODELO DE HÁBITAT DE EMERGENCIA .....	83
5.1. DESCRIPCIÓN .....	84
5.2. ANÁLISIS .....	85
6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	93
<b>CAPITULO IV MARCO HISTÓRICO.....</b>	<b>94</b>
1. HISTORIA DE LOS DESASTRES .....	95
1.1. DESASTRES EN EL MUNDO .....	95
1.2. DESASTRES EN EL PERÚ .....	97
1.3. DESASTRES EN EL MEDIO LOCAL, AREQUIPA .....	98

2.	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA MODULAR, INDUSTRIALIZACIÓN Y LA VIVIENDA PREFABRICADA .....	101
2.1.	DISTINCIÓN ENTRE LO EFÍMERO Y LO PERMANENTE .....	101
2.2.	LA INDUSTRIALIZACIÓN Y REFUGIOS EN PERIODO DE GUERRA ....	101
2.3.	SOLUCIONES PREFABRICADAS, EL TEMPORARY HOUSING PROGRAMME DEL REINO UNIDO .....	102
2.4.	PRODUCCIÓN EN SERIE Y EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA .....	103
3.	HISTORIA DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA .....	105
3.1.	DESARROLLO DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD TEMPORAL .....	105
3.2.	EXPERIMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA EMERGENTE .....	107
4.	DESARROLLO HISTÓRICO DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y RECICLAJE EN ARQUITECTURA .....	108
4.1.	GESTACIÓN DEL CONCEPTO .....	108
4.2.	EXPERIMENTACIONES CONTEMPORÁNEAS .....	110
5.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	112
	<b>CAPITULO V MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>113</b>
1.	NORMATIVIDAD .....	114
1.1.	NORMATIVIDAD INTERNACIONAL .....	114
1.2.	POLÍTICAS NACIONALES .....	115
2.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	121
	<b>CAPITULO VI MARCO REAL .....</b>	<b>122</b>
1.	SITUACIÓN MUNDIAL DE DESASTRES .....	123
2.	SITUACION DE DESASTRES EN EL PERÚ .....	125

3.	SITUACIÓN REGIONAL .....	127
3.1.	DIVISIÓN POLÍTICA .....	127
3.2.	RIESGOS A NIVEL REGIONAL .....	127
4.	ÁREA DE ESTUDIO .....	128
4.1.	RIESGOS A NIVEL METROPOLITANO.....	130
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE PRINCIPALES AMENAZAS .....	138
4.3.	SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO TERRESTRE Y EVACUACIÓN.....	142
4.4.	POBLACIÓN EN ALTO RIESGO MITIGABLE Y NO MITIGABLE .....	143
4.5.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN VULNERABLE.....	145
4.6.	COMPOSICIÓN FAMILIAR Y CARACTERÍSTICAS SOCIALES DE LA POBLACIÓN VULNERABLE.....	147
5.	SELECCIÓN DE POSIBLES ZONAS DE INTERVENCIÓN .....	149
5.1.	CATEGORIZACIÓN DE TERRENOS DISPONIBLES POR DISTRITO .	149
6.	ANÁLISIS DE UNA POSIBLE ÁREA DE INTERVENCIÓN .....	153
6.1.	VARIABLES FÍSICO URBANAS .....	153
6.2.	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES .....	153
6.3.	ESTRUCTURA URBANA .....	155
7.	MATERIALES SOSTENIBLES DISPONIBLES APTOS PARA SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA DE EMERGENCIA.....	160
7.1.	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES .....	160
7.2.	MATERIALES SOSTENIBLES NO CONVENCIONALES, APLICABLES EN SU ESTADO COMÚN .....	163
7.3.	MATERIALES CONVENCIONALES COMPUESTOS DE MATERIAL RECICLADO .....	185
<b>CAPITULO VII SÍNTESIS Y PROPUESTA ARQUITECTÓNICA .....</b>		<b>188</b>

1.	PROGRAMACIÓN.....	189
1.1.	PROGRAMA CUALITATIVO .....	189
1.2.	PROGRAMA CUANTITATIVO .....	196
2.	PROGRAMA DEFINITIVO DE MÓDULOS .....	205
2.1.	CUADRO DE ÁREAS DEFINITIVAS PARA MÓDULOS DE VIVIENDA..	205
2.2.	CUADRO DE ÁREAS DEFINITIVO PARA MÓDULOS DE SERVICIOS DE CARÁCTER COMUNITARIO .....	206
2.3.	CUADRO DE ÁREAS PARA MÓDULOS DE SERVICIO INDEPENDIENTES .....	208
3.	ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN.....	209
3.1.	FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN INTERNA DE MÓDULOS.....	209
3.2.	PATRONES DE EMPLAZAMIENTO ENTRE MÓDULOS .....	210
3.3.	SELECCIÓN DE TERRENOS APTOS PARA IMPLANTACIÓN DE MÓDULOS .....	210
3.4.	SOSTENIBILIDAD DEL MODELO PLANTEADO .....	211
3.5.	INTEGRACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL DE LOS AFECTADOS.....	211
3.6.	GESTIÓN DEL PROYECTO .....	212
4.	DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	212
4.1.	EXPERIMENTACIÓN CON MATERIALES SOSTENIBLES NO CONVENCIONALES Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS COSNTRUCTIVOS .....	212
4.2.	PRIMERA PROPUESTA .....	216
4.3.	SEGUNDA PROPUESTA .....	223
5.	PROTOTIPO DE MÓDULOS DE REFUGIOS TRANSITORIOS Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.....	234

5.1. REFUGIO TRANSITORIO O MÓDULO DE VIVIENDA .....	234
5.2. MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS .....	244
5.3. MÓDULO DE SERVICIOS PARA COCINA Y LAVANDERÍA COMUNITARIA.....	246
5.4. MODULO DE SERVICIOS INDEPENDIENTE.....	248
5.5. AGRUPACIONES ENTRE 5 REFUGIOS DE VIVIENDA, Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS COMUNITARIOS, CLÚSTERES .....	250
5.6. INSTALACIONES DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO .....	253
5.7. DIMENSIONAMIENTO DE CIRCULACIONES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RECOLECCIÓN DE DESECHOS .....	258
5.8. REPETICION DE CLÚSTERES Y CIRCULACIONES INTERMEDIAS .....	260
5.9. GRUPOS DE REFUGIO Y MÓDULO DE SERVICIO INDEPENDIENTE...	266
5.10. GRUPOS DE REFUGIOS CON MÓDULOS DE SERVICIOS INDEPENDIENTES EN AREAS LIBRES DESIGNADAS.....	270
6. IMPLANTACIÓN DE MÓDULOS EN EL SITIO MODELO .....	272
7. GESTIÓN DEL PROYECTO.....	278
7.1. GESTION DE MATERIALES .....	278
7.2. SELECCIÓN DE MODELO PARA IMPLANTACIÓN.....	281
8. FINANCIAMIENTO Y PRESUPUESTO .....	289
8.1. FINANCIAMIENTO.....	289
8.2. PRESUPUESTO Y COMPARACIÓN CON OTROS MODELOS .....	290
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	294
9.1. CONCLUSIONES.....	294
9.2. RECOMENDACIONES .....	295

REFERENCIAS .....	297
<b>ANEXO PLANOS .....</b>	<b>304</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vista isométrica explotada, Paper Log House.....	65
Ilustración 2. Diagrama Formal.....	72
Ilustración 3. Isometrías explotadas de los 4 diferentes módulos. ....	74
Ilustración 4. Diagrama de distribución. ....	78
Ilustración 5. Isometría explotada y ensamblaje de muros.....	82
Ilustración 6. Esquema de módulo terminado. ....	83
Ilustración 7. Esquemas de acondicionamiento climático.....	85
Ilustración 8. Tipología de agrupación de 4 núcleos familiares.....	86
Ilustración 9. Tipología de agrupación de 16 núcleos familiares.....	86
Ilustración 10. Agrupación de 48 núcleos familiares y equipamientos.....	87
Ilustración 11. Diagrama volumétrico.....	88
Ilustración 12. Diagramas de elementos de control de iluminación.....	89
Ilustración 13. Isometría explotada. ....	91
Ilustración 14. Desastres a nivel mundial.....	123
Ilustración 15. Mapa de Peligros del Departamento de Arequipa.....	127
Ilustración 16. Plano de estimación de Riesgos del Departamento de Arequipa. ....	128

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de análisis.....	7
Tabla 2. Escala de Mercalli Modificada, 1999.....	18
Tabla 3. Programa Cuantitativo.....	59

Tabla 4. Programa Cualitativo.....	82
Tabla 5. Programa Cuantitativo.....	91
Tabla 6. Censos Nacionales 2017: X de Población y VII de Vivienda. ....	129
Tabla 7. Factores de zona “Z”. ....	134
Tabla 8. Cálculo de habitantes en zona de riesgo mitigable.....	143
Tabla 9. Censos Nacionales 2017: X de Población y VII de Vivienda. ....	147
Tabla 10. Población de los principales distritos afectados, y su distribución por rangos etarios, .....	148
Tabla 11. Cuadro de equipamientos de salud necesarios. ....	159
Tabla 12. Cuadro de establecimientos que distribuyen andamios certificados ACROW en Arequipa. ....	168
Tabla 13. Propiedades del cartón compacto. ....	169
Tabla 14. Tubos por mercado más comunes en la industria.....	170
Tabla 15. Tubos comercializados por tipo de industria y sus dimensiones.....	171
Tabla 16. Cuadro de establecimientos peruanos que distribuyen tubos de Cartón para Arequipa. ....	173
Tabla 17. Cuadro de principales empresas de fabricación de parihuelas con distribución en Arequipa. ....	175
Tabla 18. Cuadro de necesidades, actividades, frecuencia de uso, requerimientos espaciales esenciales y su posible ubicación. ....	190
Tabla 19. Ambientes, su ubicación y actividades que contiene. ....	193
Tabla 20. Cálculo de Ambientes, dimensiones mínimas y áreas preliminares para refugios de vivienda o núcleo básico familiar. ....	197
Tabla 21. Número de aparatos sanitarios, vivienda.....	199

Tabla 22. Cálculo de ambientes, Dimensiones mínimas y áreas preliminares para zonas de servicio comunitarias entre 5 refugios.....	201
Tabla 23. Áreas Preliminares para Servicios Higiénicos comunitarios entre 5 refugios. .	202
Tabla 24. Cálculo de ambientes, dimensiones mínimas y áreas preliminares para servicios higiénicos independientes.....	204
Tabla 25. Cuadro definitivo de áreas Internas útiles por refugio de Vivienda.....	205
Tabla 26. Cuadro Definitivo de áreas para módulos comunitarios de cocina y lavandería. .....	206
Tabla 27. Cuadro definitivo de módulo de servicios higiénicos y duchas comunitarias...	207
Tabla 28. Cuadro definitivo de módulo de servicios independientes.....	208
Tabla 29. Cuadro resumen de materiales propuestos, características, método de adquisición y tratamiento necesario por tipo de material. ....	278
Tabla 30. Reglas de Clasificación de Madera. ....	280
Tabla 31. Presupuesto de materiales para cada etapa de construcción del refugio transitorio. .....	290
Tabla 32. Costo de metro cuadrado de sistema constructivo en refugios.....	293
Tabla 33. Costo aproximado para módulos de servicios.....	293
Tabla 34. Comparación de costos entre vivienda o refugio transitorio y un módulo temporal y una vivienda permanente convencionales. ....	294

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Organización del Sistema Nacional de Defensa Civil.....	29
Imagen 2. Tipos de Agrupaciones. ....	42
Imagen 3. Refugio de Transición en Haití.....	51
Imagen 4. Proceso de Construcción del UberShelter. ....	52

Imagen 5. Refugio de Transición Concluido.....	53
Imagen 6. Distribución de Refugios.....	55
Imagen 7. Refugio Transitorio en Haití.....	56
Imagen 8. Pieles a usar sobre la malla soldada. ....	57
Imagen 9. Refugio transitorio en Haití. ....	57
Imagen 10. Diagrama explotado del refugio. ....	58
Imagen 11. Paper Log House. ....	59
Imagen 12. Acondicionamiento Climático del Refugio.....	62
Imagen 13. Diagrama de Distribución de Refugios. ....	62
Imagen 14. Módulo temporal para Cusco, adecuación al clima.....	70
Imagen 15. Módulo temporal para Puno, adecuación al clima. ....	70
Imagen 16. Módulo temporal para Piura, adecuación al clima. ....	71
Imagen 17. Módulo temporal para San Martín, adecuación al clima.....	71
Imagen 18. Diagrama funcional de los módulos temporales.....	72
Imagen 19. Iluminación de los módulos de Cusco y Piura. ....	74
Imagen 20. Diagrama de distribución. ....	87
Imagen 21. Posible Extensión del módulo. ....	88
Imagen 22. Proceso de montaje de módulos. ....	90
Imagen 23. Tipos de elementos modulares del refugio. ....	90
Imagen 24. Cantidad de Módulos por Tipo de Transporte.....	92
Imagen 25. Abastecimiento de agua y evacuación de desechos.....	92
Imagen 26. Plantas de modelos derivados del Portal Bungalow. ....	103
Imagen 27. Drop City, asentamiento compuesto por cocina, comedor, taller de cine, baños, duchas y área de TV. ....	108
Imagen 28. Mapa de Peligros en el Perú. ....	125

Imagen 29. Delimitación política de la provincia de Arequipa y distritos de carácter metropolitano.....	129
Imagen 30. Geodinámica Externa, plan de mitigación de los efectos producidos por los fenómenos naturales. ....	131
Imagen 31. Geodinámica Interna, plan de mitigación de los efectos producidos por los fenómenos naturales. ....	132
Imagen 32. Torrenteras en la ciudad de Arequipa.....	133
Imagen 33. Sistema hídrico Subterráneo.....	135
Imagen 34. Mapa de peligros de erupción del Volcán Misti.....	136
Imagen 35. Mapa de peligros por caída de cenizas por una erupción de magnitud baja. .	137
Imagen 36. Mapa de peligros del plan de mitigación de efectos producidos por fenómenos naturales en la Ciudad de Arequipa.....	139
Imagen 37. Plano de zonas de riesgo mitigable y no mitigable, y su relación con el área urbanizada de la ciudad de Arequipa.....	141
Imagen 38. Sistema vial de Arequipa Metropolitana, salidas de evacuación y de mayor peligrosidad. ....	142
Imagen 39. Ubicación geográfica de las principales zonas vulnerables.....	146
Imagen 40. Plano de áreas posibles Zona 1: Paucarpata. ....	150
Imagen 41. Plano de áreas posibles Zona 2: Mariano Melgar. ....	151
Imagen 42. Plano de áreas posibles Zona 3: Miraflores.....	151
Imagen 43. Plano de áreas posibles Zona 4: Alto Selva Alegre.....	152
Imagen 44. Plano de áreas posibles Zona 5: Cayma. ....	152
Imagen 45. Ubicación de área de intervención posible. ....	153
Imagen 46. Plano de usos de suelo de la zona de Miguel Grau. ....	158
Imagen 47. Dimensiones y separación de marcos.....	164

Imagen 48. Componentes típicos de andamios normados ACROW y sus dimensiones...	165
Imagen 49. Construcción típica de módulo de andamios, pasamanos y largueros por medio de grapas. ....	166
Imagen 50. Cuerpo de andamio completo con patas telescópicas, barandas, escaleras, largueros y crucetas. ....	169
Imagen 51. Tipos de tubos de cartón comunes en el medio por tipo de industria y sus dimensiones. ....	172
Imagen 52. Parihuela modelo americano, de doble base o reversible y doble entrada, dimensiones comunes. ....	175
Imagen 53. Parihuela de polietileno de alta densidad, dimensiones comunes. ....	176
Imagen 54. Dimensiones de una caja de cerveza de la empresa Cervecerías Peruanas Backus S.A. ....	178
Imagen 55. Dimensiones de una caja de frutas o verduras común. ....	179
Imagen 56. Dimensiones comunes de bidones y galoneras de PEAD. ....	182
Imagen 57. Dimensiones comunes de llantas o neumáticos de caucho. ....	183
Imagen 58. Dimensiones de un cilindro metálico de 55 galones con tapa y zuncho. ....	184
Imagen 59. Dimensiones de tableros OSB comercialmente disponibles. ....	185
Imagen 60. Apuntes de adaptabilidad de andamios metálicos en el desarrollo de la propuesta. ....	212
Imagen 61. Apunte de aplicaciones de parihuela en el desarrollo de la propuesta. ....	213
Imagen 62. Apunte de uniones entre parihuelas con placas metálicas zincadas. ....	213
Imagen 63. Apuntes de adaptabilidad del cartón en el desarrollo de la propuesta. ....	214
Imagen 64. Apunte de aplicaciones de lana de vidrio en el desarrollo de la propuesta. ...	214
Imagen 65. Apunte de aplicaciones de polipropileno en la propuesta. ....	215
Imagen 66. Apunte de aplicaciones de policarbonato en el desarrollo de la propuesta. ...	215

Imagen 67. Apuntes de distribución interna del módulo y experimentación con inclinación de techo.....	216
Imagen 68. Construcción de plataformas y muros de parihuela, primera propuesta.....	217
Imagen 69. Implementación de andamios como esqueleto externo, primera propuesta. ...	218
Imagen 70. Instalación de cielo raso y techo, primera propuesta.....	218
Imagen 71. Organización y construcción del módulo de servicios higiénicos, primera propuesta.....	219
Imagen 72. Organización y construcción de cocinas comunitarias, primera propuesta....	219
Imagen 73. Vista Isométrica de grupo de 12 viviendas.....	220
Imagen 74. Grupos de 3, 6, 12 y 24 viviendas, zonificación de actividades y servicios. .	221
Imagen 75. Conectividad vial y sistemas de abastecimiento de agua y recolección de desechos en grupos de 3, 6, 12 y 24 núcleos familiares. ....	221
Imagen 76. Estructura de andamios para el techo y aplicación de lona impermeable como recubrimiento.....	223
Imagen 77. Segunda propuesta, vista Isométrica interna del refugio en 3 etapas diferentes. ....	223
Imagen 78. Vista isométrica de procesos constructivo de primera etapa de refugio, segunda propuesta.....	225
Imagen 79. Vista de interior del refugio en su primera etapa, segunda propuesta.....	226
Imagen 80. Vista isométrica de procesos constructivo de segunda etapa de refugio, segunda propuesta.....	227
Imagen 81. Vista isométrica interna del refugio amoblado, segunda propuesta. ....	228
Imagen 82. Vista isométrica de procesos constructivo de tercera etapa de refugio, segunda propuesta.....	229

Imagen 83. Vista isométrica del interior del refugio amoblado al finalizar la tercera etapa. .....	230
Imagen 84. Proceso constructivo cuarta etapa, segunda propuesta. ....	232
Imagen 85. Vista de instalación de cubierta de techo y cumbreras, segunda propuesta. ...	232
Imagen 86. Proceso constructivo de la primera etapa del prototipo de refugio. ....	234
Imagen 87. Vista interna del prototipo de refugio en la primera etapa de construcción. ...	235
Imagen 88. Proceso constructivo de muros del prototipo de refugio. ....	237
Imagen 89. Vista externa del refugio durante el proceso constructivo de su segunda etapa. .....	237
Imagen 90. Vista interna del prototipo de refugio en su segunda etapa. ....	238
Imagen 91. Instalación de aislamiento de cielo raso en tercera etapa del prototipo de refugio. .....	239
Imagen 92. Vista externa de colocación de vanos y culminación de tercera etapa. ....	240
Imagen 93. Vista interna del prototipo de refugio en su tercera etapa. ....	240
Imagen 94. Construcción de plataforma de prototipo de refugio permanente. ....	241
Imagen 95. Vista isométrica de construcción de muros, instalación de vanos, cielo raso y canaletas.....	242
Imagen 96. Instalación de tijerales, correas, techo de calamina y cumbreras. ....	242
Imagen 97. Esquema de zonificación del módulo de refugio.....	243
Imagen 98. Vista exterior del módulo de servicios higiénicos.....	244
Imagen 99. Distribución interna de módulos de servicio higiénicos comunitarios.....	246
Imagen 100. Disposición de vanos para ventilación del módulo de servicios higiénicos comunitarios. ....	246
Imagen 101. Vistas isométricas externas del módulo comunitario de cocina y lavandería. .....	247

Imagen 102. Distribución interna de módulos de cocina y lavandería comunitaria.....	248
Imagen 103. Vista isométrica externa del módulo de servicios independiente de cocina, baño y lavandería desde tres ángulos diferentes. ....	249
Imagen 104. Distribución interna de módulo de servicios independiente.....	249
Imagen 105 Vista isométrica de una agrupación de 5 viviendas con servicios complementarios comunitarios.....	251
Imagen 106. Diagrama de distribución de un clúster o agrupación de 5 refugios con módulos de servicios complementarios y dimensionamiento entre módulos y áreas de libres. ....	252
Imagen 107. Dimensiones totales de un clúster sin contar con circulaciones exteriores. .	252
Imagen 108. Esquemas de instalación de tanque elevado y tanque cisterna. ....	253
Imagen 109. Diagrama de instalación e batería y panel solar con conexiones de luz posibles. ....	255
Imagen 110. Diagrama de instalación de panel solar orientado hacia rayos solares predominantes sobre techo de módulo de servicios higiénicos comunitarios. ....	255
Imagen 111. Diagrama de instalación de biodigestor.....	256
Imagen 112. Descripción de sistema de baños secos con conducto de orina independiente conectado a desagüe. ....	258
Imagen 113. Diagrama de dimensionamiento de circulaciones con vía vehicular directa y ubicación de zona de abastecimiento.....	259
Imagen 114. Diagrama de dimensionamiento de circulaciones con vía vehicular perimetral y ubicación de zona de abastecimiento.....	259
Imagen 115. Diagramación de repetición de 2 clústeres y separación entre ellos. ....	260
Imagen 116. Diagramación de repetición de 3 a 4 clústeres y separación entre ellos.....	261
Imagen 117. Diagramación de repetición de más de 4 clústeres y separación entre ellos.	261

Imagen 118. Diagramación de variaciones en la orientación base de módulos y clústeres. .....	262
Imagen 119. Diagramación de circulaciones posibles para grupos de 2 clústeres.....	263
Imagen 120. Diagramación de circulaciones posibles para grupos de 4 clústeres.....	263
Imagen 121. Diagramación de circulaciones posibles para grupos de más de 4 clústeres. .....	264
Imagen 122. Diagramación usos posibles para áreas residuales en el terreno de implantación. .....	265
Imagen 123. Vistas isométricas y diagramas de la primera configuración de viviendas transitorias independientes. ....	266
Imagen 124. Diagramas de posibles ampliaciones a viviendas transitorias independientes. .....	267
Imagen 125. Vistas isométricas y diagramas de la segunda configuración de viviendas transitorias independientes. ....	268
Imagen 126. Diagrama de una posible ampliación a viviendas transitorias independientes en terrenos mayores a 84 m <sup>2</sup> .....	268
Imagen 127. Agrupación de 4 refugios con servicios independientes alrededor de un tanque elevado y basureros con clasificación según tipo de desecho. ....	270
Imagen 128. Distribución de agrupación de 4 refugios con servicios complementarios independientes. ....	271
Imagen 129. Diagrama de comparación entre modelos de implantación posibles.....	272
Imagen 130. Ficha técnica descriptiva del terreno. ....	272
Imagen 131. Vista del estadio Almirante Miguel Grau con contexto cercano.....	273
Imagen 132. Ubicación de clústeres dentro del área libre del estadio Miguel Grau e ingresos vehiculares y peatonales. ....	275

Imagen 133. Vista del estadio Almirante Miguel Grau y diagramación de principales factores climáticos del entorno. ....	276
Imagen 134. Ubicación de clústeres dentro del área libre del estadio Miguel Grau y orientación según condiciones climáticas. ....	277

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Terremoto de Huaraz 1970. ....	15
Fotografía 2. Volcan Anak Child Krakatoa en erupción. ....	15
Fotografía 3. Inundación en Iquitos Después de Lluvia Torrencial. ....	16
Fotografía 4. Deslizamiento de Tierra post-Terremoto, El Salvador, 2001. ....	17
Fotografía 5. Huayco, Distrito de Chosica, marzo del 2017. ....	17
Fotografía 6. Paja desechada, densificada para la formación de paneles compactos de baja densidad. ....	48
Fotografía 7. Botellas vacías colocadas en un Molde y Presurizadas por un proceso de succión. ....	48
Fotografía 8. “The UNITED BOTTLE” representa un elemento de desperdicio pre-diseñado, para ser reutilizado como ladrillo de construcción. ....	48
Fotografía 9. Paper Shelter en Ruanda. ....	60
Fotografía 10. Paper Log House, vista interna sin cielo raso. ....	64
Fotografía 11. Paper Log House, vista interna habitada. ....	64
Fotografía 12. Módulos de la empresa Eternit S.A., ganadora del concurso de vivienda temporal en las 4 modalidades por ámbito geográfico. ....	67
Fotografía 13. Techos de teja en la ciudad de Cusco. ....	73
Fotografía 14. Vivienda emergente productiva, Proyecto Chacras. ....	75
Fotografía 15. Llantas, pallets y cajas de madera recicladas. ....	80

Fotografía 16. Iluminación natural y artificial en la vivienda. ....	80
Fotografía 17. Arequipa luego del terremoto de 1868.....	99
Fotografía 18. Arequipa luego del terremoto del 2001. ....	100
Fotografía 19. Dymaxion House. ....	102
Fotografía 20. Casas de Meudon. ....	104
Fotografía 21 Maison des Jours Meilleurs. ....	104
Fotografía 22. Michael Reynolds house. ....	109
Fotografía 23. The Phoenix Earthship.....	109
Fotografía 24. Catedral de Justo Gallego. ....	110
Fotografía 25. Hall de conciertos temporal de papel.....	111
Fotografía 26. Ladrillos a base de colillas de cigarrillos. ....	111
Fotografía 27. Trabajador, recolectando material de vivienda.....	111
Fotografía 28. Vías periféricas de Arequipa Metropolitana. ....	146
Fotografía 29. Avenida Miguel Grau ingreso frontal peatonal. ....	157
Fotografía 30. Calle Charcani ingreso lateral peatonal. ....	157
Fotografía 31. Calle Costa Rica, ingreso vehicular.....	158
Fotografía 32. Cartones de la empresa Cartones Villa Marina S.A. ....	173
Fotografía 33. Parihuelas fabricadas por la empresa Factoría Grupo Pinto. ....	176

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Árbol de problemas. ....	4
Gráfico 2. Esquema de modalidades de aplicación de refugios. ....	33
Gráfico 3. Diagrama Comparativo de Costo/Valor Entre Refugios de Transición y Refugios Convencionales de Emergencia.....	35
Gráfico 4. Diagrama de funcionamiento de la economía circular. ....	46

Gráfico 5. Refugio de Transición, Esquemas de Ventilación y Techos. ....	53
Gráfico 6. Diagrama de distribución y elementos transformables. ....	55
Gráfico 7. Diagrama Formal del Refugio. ....	56
Gráfico 8. Diagrama formal del refugio. ....	63
Gráfico 9. Esquemas de Acondicionamiento Climático y Geográfico. ....	77
Gráfico 10. Diagrama formal de la vivienda emergente. ....	79
Gráfico 11. Número de desastres desde el año 1900 al 2018. ....	95
Gráfico 12. Comparación de cantidad de desastres entre terremotos y desastres climáticos. .....	96
Gráfico 13. Muertes globales a causa de desastres naturales, 1980-2018. ....	97
Gráfico 14. Costos globales a causa de desastres naturales, 1980-2018. ....	97
Gráfico 15. Diagrama de modos de refugio y suministro de vivienda. ....	106
Gráfico 16. Frecuencia por tipo de Desastre Natural. ....	124
Gráfico 17. Ocurrencia de emergencias por tipo de desastre y departamento. ....	126
Gráfico 18. Distribución poblacional por rangos etarios en principales distritos de Alto Selva Alegre, Cayma, Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata. ....	148
Gráfico 19. Diagrama de vías próximas al terreno. ....	155
Gráfico 20. Cortes viales del área posible de Intervención. ....	155
Gráfico 21. Diagrama de Accesibilidad. ....	156
Gráfico 22. Cuadro de relaciones entre actividades. ....	191
Gráfico 23 Cuadro de relaciones de privacidad según cada actividad. ....	191



# **CAPITULO I**

## **GENERALIDADES**

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Alrededor del mundo suceden desastres tanto de manera frecuente como esporádica, estos pueden pasar desapercibidos o dejar estragos a su paso, resultando en pérdidas humanas y materiales que pueden llegar a afectar desde una persona a una ciudad entera, ningún país ni continente está exento de sufrir el impacto de los desastres naturales, aunque medidas de prevención y una adecuada gestión de riesgos a disminuido en gran parte los efectos de estos en países de Europa y algunas partes del mundo. En Latinoamérica, por el contrario, la informalidad es un fenómeno muy generalizado y el Perú no es ajeno a este, en Arequipa específicamente, un estudio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad San Martín de Porres, dio a conocer que el 80% de las construcciones de viviendas de nuestra ciudad se hacen de manera informal, mediante métodos de autoconstrucción.

En Arequipa se registra una gran actividad sísmica, el Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San Agustín registra por lo menos de 8 a 10 sismos diarios, dando un promedio de 240 a 300 sismos mensuales de los cuales uno o dos son sentidos por la población, en los últimos 400 años se han reportado 34 terremotos y en los últimos 40 años, se han registrado 12 de estos con importancia destructiva, la relación entre la cantidad de terremotos fuertes y el tiempo entre estos, se ha incrementado, así como los daños que estos dejan atrás. El 23 de junio del 2001 en el sur del Perú, la región de Arequipa se vio afectada por uno de los terremotos más grandes y desastrosos en las últimas décadas, de 7.9 en la escala de Richter, aproximadamente 320 mil personas fueron afectadas en el sur, 17.500 viviendas destruidas y 35 mil 550 quedaron dañadas. La norma E.030 - Diseño Sismo-resistente, plantea una zonificación que se basa en la distribución espacial de la sismicidad en el Perú, las características generales de los movimientos sísmicos, y la atenuación de estos; según esta distribución, la provincia de Arequipa se encuentra entre las zonas 3 y 4, de mayor sismicidad.

Los sismos no son los únicos desastres que presentan un riesgo, huacos y aludes llegan a ocasionar derrumbes, muchos de estos, producto de la debilitación del suelo luego de periodos de lluvias intensos, a su vez, Arequipa presenta una particularidad especial, forma parte del cinturón de Fuego del Pacífico, específicamente es parte del arco volcánico del Perú, la ciudad tiene en cercanía inmediata volcanes como el Misti, Chachani y Pichu Pichu, siendo el Misti el único activo de los tres, en caso de presentarse una erupción, lava, gases y cenizas a altas temperaturas se dirigirían a gran velocidad hacia la ciudad, esto supone un gran peligro latente según expertos. Existe una relación estrecha entre la actividad volcánica y los sismos, lo que influye en la causalidad de estos fenómenos y puede llegar a ser motivo de su presencia simultánea en el mismo ámbito geográfico.

El gobierno peruano, a raíz de un desastre que vulnere la seguridad tanto de personas como sus viviendas, ejecuta una serie de acciones para salvaguardar la integridad de la población, para esto se encomienda al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento la adquisición e instalación de módulos temporales de vivienda para atención de emergencias, siendo otorgada la tarea de coordinación previa para su instalación a autoridades locales y entidades públicas y privadas, para estos procedimientos existen protocolos con rangos de tiempo específicos, pero estos procesos suelen extenderse fuera de su plazo, a su vez, existen problemas geográficos para brindar asistencia a las distintas zonas y ámbitos geográficos del territorio peruano, tanto para el levantamiento de información para la habilitación de terrenos de destino para módulos de emergencia, como para el traslado e instalación de estos módulos. A pesar de esto, muchos de estos módulos no llegan a ser entregados a la población afectada incluso años después de ocurrir el desastre, y en muchos casos en donde sí se brinda esta asistencia, las personas afectadas no poseen la capacidad económica para adquirir una vivienda de carácter permanente por lo que los módulos de carácter temporal cumplen una vida útil mucho mayor a la

planificada inicialmente, culminando en un deterioro acelerado de los módulos y un decremento en la calidad de vida de los afectados.

## **1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL**

El área metropolitana de Arequipa no cuenta con un plan de gestión de riesgos para la aplicación de refugios post-desastres que garanticen la seguridad y el desarrollo progresivo de los afectados, faciliten la participación integral de entidades en materia de gestión, o consideren los recursos disponibles, el desarrollo tecnológico, o las características morfológicas, ambientales y sociales del sitio de manera sostenible.

### **1.2.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- La ausencia de un modelo preventivo de refugios emergentes que culminen en la entrega e implementación de una vivienda digna ante eventuales desastres en la ciudad de Arequipa.
- Desconocimiento de procesos de adaptación y reutilización de materiales locales aplicados en técnicas constructivas sostenibles de carácter temporal o permanente.
- Los refugios convencionales no fomentan el desarrollo de actividades complementarias a la vivienda, sistemas de soporte, abastecimiento, gestión, ni su organización en base a patrones de emplazamiento.
- La respuesta brindada suele presentar fallas constructivas, un deterioro acelerado o cualidades espaciales deficientes que conllevan al detrimento de la seguridad, salubridad e impiden el desarrollo de los afectados.

### **1.2.3. ÁRBOL DE PROBLEMAS**

Gráfico 1. Árbol de problemas.



Fuente: Elaboración propia.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer módulos y estrategias de gestión preventivas para la aplicación de refugios y actividades complementarias ante situaciones post-desastre dentro del área metropolitana de Arequipa, en pos del desarrollo de viviendas eficientes en términos económicos, medioambientales, funcionales y espaciales.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Proponer módulos de refugios emergentes que cumplan con estándares de calidad apropiados, se adapten al medio y permitan su rápida aplicación como medida preventiva ante desastres.
- Definir un proceso de selección y adquisición local de materiales sostenibles, tanto en su fabricación como su eventual ciclo de vida como parte de un determinado proceso constructivo.
- Proponer la zonificación de actividades y módulos emergentes complementarios a la vivienda, sistemas de gestión para su aplicación y el desarrollo de patrones de emplazamiento entre módulos.
- Establecer mecanismos para la implementación y mantenimiento de módulos, así como estrategias de gestión para el abastecimiento de recursos, materiales, servicios básicos y una adecuada recolección de residuos sólidos.

## 3. JUSTIFICACIÓN

- **Aspecto general:** fortalecer la prevención ante desastres a base de módulos emergentes, que impliquen el desarrollo personal y colectivo de la población afectada, de manera rentable con la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles.
- Aspecto social. Existe una necesidad para las personas damnificadas, de un refugio resistente, con adecuado confort y los servicios necesarios para brindar seguridad luego de la catástrofe.
- Aspecto económico. La proyección anticipada de módulos emergentes ante un desastre permitiría una óptima gestión de recursos económicos del estado, organizaciones humanitarias y la población.
- Aspecto ambiental. La reutilización de materiales permite disminuir la huella de carbono que se produce usualmente en procesos de construcción convencional.

- Aspecto tecnológico. La disponibilidad de materiales a reciclar y la previa definición de técnicas constructivas, aceleraría los procesos necesarios para el ensamblaje de las estructuras emergentes.

#### 4. HIPÓTESIS

¿Es posible proponer arquitectura emergente y estrategias de gestión preventivas de calidad y de manera sostenible, como respuesta ante desastres dentro del área Metropolitana de Arequipa?

#### 5. VARIABLES DE ANÁLISIS

Tabla 1. Variables de análisis.

Variable	Sub-Variable	Dimensión	Indicador	
Arquitectónica y Urbana	Arquitectura emergente (módulos temporales de vivienda y equipamientos complementarios)	Espacialidad	Materialidad	
			Función y distribución interna	
			Forma y volumetría	
			Adecuación al medio	
			Espacios de servicio	
		Rentabilidad	Costo	
			Tiempo de construcción	
		Sostenibilidad	Impacto ambiental y social	
	Patrones de emplazamiento emergente, infraestructuras de servicio y sistemas de soporte	Patrones de emplazamiento	Agrupación entre módulos de vivienda	Conexiones viales
				Ubicación de equipamientos y zonas de recreación
				Distribución de áreas de servicio comunitarias
		Servicios complementarios	Sistemas de abastecimiento de agua	
		Sistemas de soporte	Sistemas de tratamiento de desechos	
		Vulnerabilidad Física y urbana	Riesgo	Zonas vulnerables
	Riesgo predominante			
Mitigación de riesgo				

	Condiciones del sitio para emplazamiento	Aspecto Ambiental y Geográfico	Asoleamiento
			Humedad
			Dirección de vientos
			Temperatura
			Condiciones Meteorológicas
			Topografía
			Accesibilidad
			Transporte
			Servicios básicos
	Reciclaje en arquitectura y materiales sostenibles	Materiales y su aplicación	Costo
			Facilidad de adquisición
			Adaptabilidad
			Propiedades físicas
	Sistemas constructivos modulares	Fabricación y modularidad	Proceso de montaje
			Adaptabilidad
Social	Demografía	Constitución familiar	Edad
			Número de integrantes
			Distribución de integrantes del núcleo familiar
	Patrones de comportamiento	Integración social	Actividades que fomentan el desarrollo comunitario
			Vulnerabilidad Social
	Mercado de vivienda actual		
	Desarrollo en la Periferia		
	Demanda de vivienda	Autoconstrucción e informalidad	
	Gestión y rol de sector público	Políticas populistas de vivienda	Procesos de regularización formal e ilícita
			Divulgación y prevención de riesgos
Gestión de Riesgos			Prevención
	Políticas físico - urbanas	Delimitación de zonas de riesgo	

			Obras e infraestructura preventiva
	Respuesta	Mitigación	Modelos de refugios en el ámbito nacional
			Ubicación y organización de arquitectura emergente
			Gestión de sistemas de soporte
		Desarrollo	Estándares de calidad de vida
			Financiamiento
			Actividades comunitarias y/o productivas

Fuente: Elaboración propia.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicativa: pretende concluir con el diseño de módulos de emergencia en donde se aplique la reutilización de materiales reciclables y de fácil ensamblaje, que permita la intervención de la población en el proceso de construcción.

### 6.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Investigación no experimental transversal: se basa en el estudio de datos en unas circunstancias específicas empleando indicadores descriptivos (miden o describen una variable) y causales (explican los indicadores).

### 6.3. LUGAR DE DESARROLLO DEL TRABAJO

Área de análisis: Arequipa Metropolitana, conformada por 21 distritos de categoría metropolitana: Arequipa (Centro), Alto Selva Alegre, Arequipa, Cayma, Cerro Colorado, Characato, Chiguata, Jacobo Hunter, José Luis Bustamante y Rivero, Mariano Melgar, Miraflores, Mollebaya, Paucarpata, Sabandía, Sachaca, Socabaya, Tiabaya, Uchumayo, Yanahuara, Yura, Quequeña y Yarabamba.

## **7. PROCEDIMIENTO**

### **7.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Consulta de fuentes y documentación histórica sobre temas pertinentes a investigar.

### **7.2. ANÁLISIS**

- Marco Teórico
- Marco Histórico
- Marco Normativo
- Marco Referencial
- Marco Real

### **7.3. SÍNTESIS**

- Programa
- Estrategias de intervención
- Definición de un modelo y su aplicación

### **7.4. PROPUESTA**

- Propuesta arquitectónica: emplazamiento, infraestructura de servicios, sistemas de soporte y propuesta de módulo
- Desarrollo de instalaciones complementarias
- Organización funcional.
- Emplazamiento del modelo
- Gestión
- Diagramas y gráficos

## **8. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **8.1. ALCANCES**

Se desarrollará un refugio modular que utilice materiales alternativos a los convencionales, reutilizables, al alcance de las autoridades competentes y la población, que se incorpore

adecuadamente a su entorno, que suponga una mejora que las propuestas actuales en términos económicos medioambientales, espaciales y que contemplen la intervención de la población en su ensamblaje, y mantenimiento. Estos refugios servirán de respuestas a desastres de pequeña y mediana magnitud, en donde se cuente con acceso o sea posible la implementación de servicios de agua o alcantarillado y sea posible una reubicación cercana a la zona afectada.

## 8.2. LIMITACIONES

Debido a la utilización de materiales no convencionales, se optará por utilizar materiales ya aplicados en proyectos previos, o que tengan estándares de resistencia regulados, por lo que no se someterá a estos materiales a pruebas de laboratorio para comprobar su aptitud para la construcción. Estos refugios no serán orientados como respuesta a desastres de gran magnitud, pues estos requieren la movilización o reubicación permanente de una gran parte de la población.



## **CAPITULO II**

# **MARCO TEÓRICO**

## 1. DESASTRE

Un desastre se define como un suceso de gran magnitud, que altera el funcionamiento y la estructura básica de una sociedad o comunidad provocando enormes pérdidas materiales y vidas humanas, entre las que se pueden encontrar pérdidas de infraestructura, servicios básicos o medios de subsistencia. Otro concepto que posee bastante similitud con la palabra desastre es la palabra catástrofe en donde una catástrofe es un hecho o suceso que ocasiona fuertes alteraciones en las personas, en sus bienes, en los servicios y el medio ambiente (Villalibre, 2013), se puede decir que la diferencia entre un desastre y una catástrofe es la cantidad de personas afectadas.

## 2. DESASTRES NATURALES

Definido el término de la palabra desastre podemos decir que un desastre natural son aquellos fenómenos o cambios violentos y repentinos dados en el medio ambiente, que constituyen alteraciones naturales de carácter inesperado o recurrente.

Según el gobierno peruano en los lineamientos técnicos de gestión de riesgo de prevención de desastres, los desastres se definen como:

Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana. (Ley N° 29664. Ley del SINAGERD y su Reglamento aprobado por el D.S. N° 048. 26 de mayo de 2011)

Según el CEPAL, la Comisión económica para América Latina y el Caribe, con base en las Naciones Unidas, y en relación a la terminología de riesgo de desastres, existen diferentes

fenómenos que pueden ocasionar un desastre, y según los cuales se clasifican en 4 grandes grupos. (CEPAL, 2018)

### **2.1. METEOROLÓGICOS**

Son aquellos que están relacionados con los cambios físicos en la troposfera, eso quiere decir con la presión, humedad, temperatura, todo lo que se encuentra en la atmósfera y en contacto con la superficie terrestre como, por ejemplo: huracanes, inundaciones, sequías, tormentas, granizadas, heladas y tornados.

### **2.2. GEOLÓGICOS**

Son aquellos desastres que se originan por el movimiento de las placas tectónicas o por cambios en el interior de la tierra como, por ejemplo: terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas.

### **2.3. GEOMORFOLÓGICOS**

Son aquellos desastres que se originan por procesos naturales que afectan la superficie terrestre, por ejemplo: deslizamientos de tierra, aluviones, derrumbes, huaicos y aludes.

### **2.4. BIOLÓGICOS**

Son aquellos desastres que abaten claramente a la población, como propagaciones de bacterias o virus difíciles de controlar, como plagas o epidemias.

## **3. DESCRIPCIÓN DE DESASTRES NATURALES PERTINENTES.**

Se han definido algunos desastres en mayor profundidad según la probabilidad de ocurrencia, tomando en cuenta un registro de frecuencia o vulnerabilidad derivada de la recurrencia de estos fenómenos a través de los años o por riesgo derivado de factores geológicos, meteorológicos, etc. encontrados en el área de estudio:

### **3.1. TERREMOTO**

Movimiento de tierra provocado por la liberación de energía acumulada de manera brusca, procedente del desplazamiento de las placas tectónicas, al dificultarse su movimiento se produce una acumulación de energía o tensión en las placas tectónicas que en algunos casos

están en constante movimiento, lo que provoca que la energía se libere y se produzca un terremoto. La energía que se libera es propagada en forma de ondas sísmicas. El valor e intensidad de un terremoto es medido por Mercalli y Richter. La escala de Richter mide la intensidad de la energía en el movimiento, escala numérica de 1 a 9. La escala de Mercalli mide la intensidad del movimiento con graduación que va de I a XII. (Lopez, 2015)

Fotografía 1. Terremoto de Huaraz 1970.



Fuente: Diario el Correo (2019).

### 3.2. ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Los volcanes son conos de materia volcánica en la corteza terrestre que poseen grietas u orificios de forma circular por la cual emerge el magma desde el interior de la tierra, para después dividirse en lava y gases ardientes, este fenómeno se conoce como erupción volcánica. (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

Estas erupciones pueden ocasionar que grandes rocas sean lanzadas a varios kilómetros de distancia a grandes velocidades, constituyen un peligro al ocasionar muertes ya sea por impactos recibidos, el intenso calor o aplastamiento a causa de estos restos, el área de riesgo de un volcán varía entre 30 km. a 150 km. Ya sea por efecto de los restos lanzados o la influencia de vapor y ceniza en la atmósfera.

Fotografía 2. Volcan Anak Child Krakatoa en erupción.



Fuente: El Periódico (2018).

### 3.3. INUNDACIONES

Se le llama así a un desborde de agua ocasionado por grandes lluvias acumuladas en zonas concretas, producidos por lluvias intensas, por desbordamiento de ríos o por roturas de presas. En la mayoría de los casos el principal problema se encuentra en los terrenos bajos adyacentes al río o zonas de cultivo muy cercanas a las zonas de riesgo, lo que ocasiona que estos sean los más afectados. (Parra, 2020)

Fotografía 3. Inundación en Iquitos Después de Lluvia Torrencial.



Fuente: Daniel Carbajal (2019).

### 3.4. DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y DERRUMBES

Los deslizamientos y derrumbes se presentan como flujos o movimientos masivos de tierra, rocas y suelo provocados por vibraciones naturales, inestabilidad de un talud o desgaste de elementos naturales, los deslizamientos ocurren lentamente al principio y después a gran velocidad y los derrumbes son una avalancha de rocas que se desprenden al mismo tiempo. (Highland, 2008)

Fotografía 4. Deslizamiento de Tierra post-Terremoto, El Salvador, 2001.



Fuente: United States Geological Survey (2001).

### 3.5. HUAICOS O ALUVIONES

Es el desplazamiento de una mezcla de lodo y rocas originadas por lluvias u otras corrientes de agua, en su mayoría severas, estas se trasladan a través de laderas, cauce de ríos o quebradas transportando todo tipo de material sedimentado y llegando a afectar a multitud de edificaciones o infraestructuras. (Parra, 2020)

Fotografía 5. Huayco, Distrito de Chosica, marzo del 2017.



Fuente: Diario Perú 21 (2017).

## 4. ESCALAS PARA LA MEDICIÓN DE MAGNITUD DE DESASTRES

No existe un parámetro específico para medir la magnitud de cualquier desastre en general, no obstante, existen formas de medir el impacto de diferentes desastres según su tipo, considerando que en el medio local los desastres más probables son los ocasionados por terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, huacos y en menor medida erupciones

volcánicas, es necesario analizar cada uno de estos para encontrar una forma de medir su posible impacto.

Para esto existen escalas como la de Mercalli, utilizada para medir la intensidad de terremotos, esta se caracteriza no por medir la magnitud del sismo, sino de las consecuencias en sí que estos dejan a su paso. (U.S. Department of the Interior, 2016)

La escala de Mercalli se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Escala de Mercalli Modificada, 1999.

GRADO	DESCRIPCIÓN
I	Casi nadie lo siente.
II	Sentido por unas cuantas personas.
III	Notado por muchos, pero sin la seguridad de que se trate de un temblor.
IV	Sentido por muchos en el interior de las viviendas. Se siente como si un vehículo pesado golpeará la vivienda.
V	Sentido por casi todos; mucha gente despierta; los árboles y los postes de alumbrado se balancean.
VI	Sentido por todos; mucha gente sale corriendo de sus viviendas; los muebles se desplazan y daños menores se observan.
VII	Todos salen al exterior; se observan daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños menores en edificios bien construidos.
VIII	Daños ligeros en estructuras de buen diseño; otro tipo de estructuras colapsan.

IX	Todos los edificios resultan con daños severos; muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación; grietas notorias en el suelo.
X	Muchas estructuras son destruidas. El suelo resulta considerablemente fracturado.
XI	Casi todas las estructuras caen. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo.
XII	Destrucción total. Las ondas sísmicas se observan en el suelo. Los objetos son derribados y lanzados al aire.

Fuente: Tavera (2008).

En este cuadro se aprecia tres categorías para diferenciar el impacto de un terremoto en infraestructuras, donde se puede ubicar una primera categoría en donde no se presentan daños considerables a edificaciones y está comprendido por los grados I al VI en la escala de Mercalli, una segunda en donde se aprecian daños considerables en construcciones pobres o daños medios en construcciones de buen diseño, comprendido en los grados VII y VIII, y una tercera en donde la totalidad de construcciones presentan daños, tanto viviendas como equipamientos de buen o mal diseño, esta está comprendida entre los grados IX y XII, estas tres categorías permiten diferenciar y categorizar terremotos.

En cuanto a inundaciones, existen dos tipos de inundación según su duración y la cantidad de estragos que estas pueden ocasionar, las primeras, denominadas inundaciones dinámicas o rápidas, son usualmente originadas por la crecida de ríos, cuyas cuencas presentan inclinaciones notables, estas tienen como origen o causa principal a lluvias de gran intensidad, al ser repentinas no permiten un tiempo de reacción adecuado y dejan a la población vulnerable, algunas de estas inundaciones se pueden causar por el rompimiento de represas u otros cuerpos de agua natural con desprendimiento súbito, estos desastres ocasionan la mayor cantidad de estragos en infraestructuras y a la población en general, el segundo tipo de inundaciones son

las inundaciones estáticas o lentas, producidas por el aumento de caudal de río paulatinamente originada por lluvias continuas y generalizadas, ocasionando desbordes de ríos y afectando a zonas cercanas a la zona de desborde. (INDECI, 2011)

Según esta clasificación, podemos afirmar que las inundaciones dinámicas o rápidas son las que ocasionan mayores estragos en edificaciones en general, ya sean viviendas o equipamientos.

Por otro lado, encontramos desastres producidos por efectos de erosión, a causa del viento, del agua u otros factores, por lo que en muchos casos están ligados a fenómenos como inundaciones, estos desastres comprenden los deslizamientos o derrumbes y los huaicos o aluviones, en ninguno de los dos casos se encuentra una escala para determinar la magnitud del desastre, por lo que medir la escala de los mismos, depende mucho de las características propias del sitio donde ocurre el desastre.

Por último, en cuanto a erupciones volcánicas si bien el flujo de lava o proyectiles expulsados como rocas o material explosivo son los factores más peligrosos tanto como para personas como para edificaciones, su alcance no es tan extenso como el efecto producido por materiales más finos como cenizas puedan ocasionar, pues estos pueden llegar a afectar el área de toda una provincia o incluso varios departamentos en el territorio gracias al impulso de este material por medio de corrientes de aire, así mismo, al permanecer en la atmósfera durante más tiempo, estas cenizas pueden dejar zonas inhabitables durante mayores periodos de tiempo, tanto por afectar la calidad del aire, del agua de ríos o lagos, así como por impedir el uso de tierras cercanas para la producción de cultivos.

En cuanto a una clasificación general para estos desastres, podemos observar un grupo de desastres que tienen un impacto pequeño a mediano en infraestructuras de mala construcción y otras menores de buena construcción, en relación directa con su cercanía al área afectada, estos pueden ser terremotos que afecten grupos de viviendas en estado regular o malo,

categorizados como grado VI a VIII en la escala de Mercalli, inundaciones que afecten a viviendas cerca a cuerpos de agua en peligro de desborde o que por la topografía no cuenten con una pendiente adecuada para la evacuación de agua y deslizamientos o aluviones que ocasionen el derrumbe total o parcial de una vivienda o grupo de viviendas.

También existe un segundo grupo de desastres, de gran escala, que afectan a una mayor cantidad de estructuras, estos desastres pueden focalizarse en un área específica de un territorio o en todo un territorio en sí y pueden ser ocasionados por terremotos de grado IX en adelante en la escala de Mercalli, inundaciones ocasionadas por lluvias de gran intensidad en varias zonas en simultáneo, o desbordos de ríos llegando a afectar una gran cantidad de edificaciones, derrumbes o aluviones en grandes zonas, usualmente causadas por lluvias o terremotos así como también desastres derivados de erupciones volcánicas, en donde flujo de lava cenizas y otros proyectiles expulsados a causa de la erupción, dejen inhabitable a toda una región. (Espinoza, 2008)

## **5. EMERGENCIA**

El término de la palabra emergencia suele ser utilizado cuando existe una situación que esta fuera de control y que presenta un suceso o fenómeno dado de forma imprevista, como causa de una emergencia suelen encontrarse los desastres, estos pueden ser de origen natural o provocados por el hombre, de cualquiera de las dos formas es necesaria la atención a esa situación con total urgencia ante la cual se debe responder con los recursos locales disponibles. (Organización Panamericana de la Salud, 2000)

## **6. VULNERABILIDAD**

Es la susceptibilidad y fragilidad que se da ante un posible riesgo o amenaza dada por un evento ocasionado por la naturaleza o la sociedad dejando a una persona o comunidad expuesta a sufrir daños o destrucción de bienes propios o colectivos. Los grupos más vulnerables son aquellos que tiene mayor déficit para reorganizar y recuperar sus medios de subsistencia ante un

desastre. (Reyes, Ana Cecilia, Montilla, Argenis de Jesús, Castillo, Paola Germania, & Zambrano, Martha Narciza, 2017)

## **7. VULNERABILIDAD DERIVADA DE FACTORES SOCIALES**

Existen factores que pueden exacerbar o limitar la vulnerabilidad de grupos sociales ante un desastre, estos en su mayoría se derivan de características como patrones de comportamiento de una población en específica, la economía e idiosincrasia de marcados grupos de personas, la oferta y la demanda del mercado de vivienda, las políticas gubernamentales para el desarrollo de este sector de manera sostenible y en consecuencia el desarrollo de estas poblaciones en entornos de riesgo usualmente ligados a la periferia de las ciudades.

Se puede delimitar el alcance de estos fenómenos y definir relaciones de causalidad entre las condiciones económicas de poblaciones en toda Latinoamérica y la eventual ubicación de estas en la periferia, pues el desarrollo económico y cultural de la mayoría de estos países fomentan migraciones desde ámbitos rurales a urbanos, en busca de mejores oportunidades, como respuesta ante este fenómeno y en el Perú en específico, el sector público no ha logrado responder o acompañar esta nueva demanda de vivienda con una oferta a la altura de este nuevo paradigma, considerando a su vez, que mucha de esta población migrante al provenir de entornos rurales no cuenta con una estabilidad financiera o los recursos necesarios para solventar una vivienda. (Montoro & Ferradas, 2005)

### **7.1. EL MERCADO DE VIVIENDA EN EL PERÚ**

El mercado de vivienda en nuestro país se compone de tres segmentos o sectores, en relación a los agentes involucrados y el origen del capital y su aplicación:

- El sector privado formal, este responde a las necesidades de propietarios que poseen el capital y las empresas, agentes o profesionales en el ámbito inmobiliario que están dispuestos a responder constituyendo una oferta en igual medida a la demanda, esta

relación entre oferta y demanda fluctúa según la situación económica del país, región y la especulación o capital disponible para inversiones de carácter inmobiliario.

- El sector gubernamental subsidiado, manejado por el estado, pero en relación directa con el sector privado, ambos se benefician pues el estado responde a una demanda social, y el sector privado puede a su vez invertir en este ámbito, con la seguridad de que el estado respalda la inversión, los programas de subsidio para viviendas, son variados, responden a las características propias de grupos específicos de la población y tiene un mayor éxito cuando se desarrollan en grandes ciudades.
- El sector informal y no institucional, este se desarrolla entre porcentajes del 60% y 70% de la construcción en general, y se origina en gran parte por grandes migraciones desde ámbitos rurales a urbanos, por medio de invasiones, en donde la oferta en los mercados locales de vivienda está muy por encima de la capacidad económica de esta población, así mismo la informalidad se puede observar incluso en entornos urbanos ya constituidos, siendo replicada por generaciones de migrantes y desarrollándose mediante técnicas de autoconstrucción que en su mayoría al no contar con mano de obra calificada ni una legalidad en el proceso, puede resultar en construcciones deficientes y vulnerables. (Montoro & Ferradas, 2005)

## **7.2. PERIFERIA E INFORMALIDAD**

El principal efecto de estos procesos migratorios es la implantación de esta población en zonas periféricas, áreas en los límites y bordes de la ciudad, límites entre lo urbano y lo rural, o accidentes geográficos u otros límites que suelen escapar de la jurisdicción de municipios y autoridades en general, la razón de este tipo de implantaciones es producto de una ausencia en la fiscalización necesaria para prevenir asentamientos informales, problema que se dificulta por la ineficiencia de políticas de desarrollo de viviendas. (Clichevsky, 2000)

Si bien muchas de las familias que se emplazan en la periferia pueden no estar en estado de pobreza, más del 15% de familias afectadas por desastres llega a caer en un estado de pobreza, pues al perder su vivienda u otros bienes materiales o pérdidas humanas, se puede llegar a tener efectos como la limitación de fuentes de ingreso a estos hogares, como la pérdida de un refugio básico.

### **7.3. POLÍTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD POR DESASTRES**

La mayoría de políticas sobre reducción de vulnerabilidad se enfocan en la divulgación del riesgo y recomendaciones para afrontar desastres, estas preparan a la población por medio de simulacros, mensajes dirigidos directamente a zonas de riesgo y educación al respecto en el sistema educativo nacional, si bien estas elevan y mantienen el problema en la conciencia de la población, no minimizan el riesgo de personas que ante ninguna otra alternativa ya ha construido en estas zonas sin una regularización debida, en donde procesos formales como la adquisición de licencias de construcción y elaboración de expedientes técnicos, no son atendidos y usualmente son los últimos factores a considerar en este tipo de procesos. El manual de Reconstrucción y Gestión de Riesgo: una propuesta técnica y metodológica identifica 3 tipos de políticas que deben aplicarse en el sector público como muestra de que las entidades correspondientes se responsabilicen de los estragos que un desastre pueda causar en estas zonas de riesgo, estas son:

- Enfocar políticas de vivienda a los más pobres, mediante el uso de suelo de manera responsable, racional y mediante la planificación, tanto en ámbitos urbanos como rurales.
- Incorporación de políticas para la prevención y mejoramiento de la calidad habitacional y articulación de organismos públicos competentes.
- Evitar procesos de regularización de propiedad y tenencia de suelo en zonas de riesgo de desastre (Montoro & Ferradas, 2005).

## **8. ALERTA**

Estado de atención que es declarado cuando se produce un suceso de peligro o amenaza con el fin de tomar precauciones para evitar la existencia de posibles desastres o emergencias.

## **9. GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES (GRD)**

La gestión de riesgo de desastres implica el estudio de las vulnerabilidades, amenazas y capacidades de comunidades antes este tipo de fenómenos, con la finalidad de reducir el impacto de estos tanto en términos sociales como económicos (Naciones Unidas, 2009).

Para afrontar una adecuada gestión de riesgos se debe responder a la zona específica de aplicación, pues el contexto social dicta tanto la rapidez con que se debe actuar como la validez de nuevos procesos tecnológicos aplicados en el campo de la prevención.

Así mismo, dentro de las políticas de gestión en el Perú, este tipo de gestión se define como, el proceso que se encarga de administrar los recursos humanos y materiales con la finalidad de evitar y reducir los efectos ante un desastre, tomando en cuenta los diferentes estudios realizados y así ejecutar diferentes estrategias y planes de prevención con el objetivo de minimizar los daños, también tienen la responsabilidad de abordar de forma inmediata todos los aspectos humanitarios para una pronta recuperación. (INDECI, 2006)

La gestión de desastre se base en tres fases para responder ante los desastres según el manual básico para la estimación del riesgo dado por el INDECI, son:

### **9.1. LA PREVENCIÓN (ANTES)**

- **ESTIMACIÓN DEL RIESGO**

En defensa civil, la estimación del riesgo es el procedimiento que se debe realizar en un determinado centro poblado o área geográfica con el fin de identificar los peligros naturales y/o tecnológicos que puedan presentarse, se levanta un informe y un análisis de las condiciones de vulnerabilidad existentes para calcular las probabilidades de daños, pérdidas humanas e infraestructura. Para poder anticiparse al desastre y estimar el riesgo se plantea un peligro

hipotético, en el cual sólo se puede hablar de riesgo cuando el escenario se ha evaluado en función del peligro y la vulnerabilidad, después de un desastre también se realiza una evaluación de daños, pérdidas y víctimas de forma directa. (INDECI, 2006, pág. 11)

- **REDUCCIÓN DEL RIESGO**

Es el proceso que busca disminuir los escenarios de riesgo existente, con acciones de prevención y mitigación, anticipando el daño de un área o zona vulnerable específica reduciendo las posibles amenazas ante un desastre.

La población debe estar informada y preparada para responder a situaciones de emergencia o desastre, las instituciones deben tener en cuenta medidas de prevención basadas en la Estimación del Riesgo, a cargo de los organismos integradores de la función ejecutiva del Sistema Nacional de Defensa Civil y la de los Comités de Defensa Civil en sus niveles Regionales, Provinciales y Distritales, bajo la normatividad del Instituto Nacional de Defensa Civil, este debe proporcionar un manual de información para salvaguardar la vida de las personas en la comunidad, así como contemplar estrategias y acciones certeras en caso de peligro o desastre. (INDECI, 2006, pág. 12)

## **9.2. LA RESPUESTA (DURANTE)**

- **ATENCIÓN ANTE EMERGENCIAS**

Se denomina a cualquier acción o actividad resultado de una reacción de intervención con el objetivo de salvaguardar la vida e integridad de las personas, proporcionar atención al necesitado y disminuir el nivel de emergencia con ayuda humanitaria como la Cruz Roja, la policía, bomberos, etc.

- **EVALUACIÓN DE DAÑOS**

Es el proceso en el cual se recauda información del daño, el estado de gravedad, se identifica el área y se realiza un registro cualitativo y cuantitativo del daño. Ocurrido un desastre se analiza de forma inmediata el estado situacional en él que se encuentre la zona con el objetivo

de tomar decisiones acerca de cuándo, dónde y que clase de ayuda se debe brindar, tomando en cuenta la atención a prestar en orden prioritario.

- **REHABILITACIÓN**

Definida como la recuperación temporal de los servicios vitales como agua, desagüe, comunicaciones y otros que son necesarios para subsistir después de un desastre. (INDECI, 2006, pág. 12)

### **9.3. LA RECONSTRUCCIÓN (DESPUÉS)**

En esta etapa post desastre se requiere de una planificación de carácter intersectorial y multidisciplinaria es parte de la gestión de desastres y definida como todo proceso que permite recuperar el estado pre-desastre, rescatando de alguna forma todo lo perdido en el desastre, esto implica no solamente reconstruir viviendas e infraestructura dañada o afectada por el desastre, sino reducir a futuro su vulnerabilidad, hacerlas económicamente viables, más seguras, anticipándonos a un posible nuevo desastre.

### **10. DEFENSA CIVIL**

Son las medidas o actividades que con iniciativa gubernamental son utilizadas para prevenir, atender y apoyar a poblaciones que pueden ser afectadas por desastres de origen natural o artificial o antrópico. En el gobierno peruano el estado encarga al Sistema Nacional de Defensa Civil esta tarea, siendo sus atribuciones legales definidas como:

El conjunto interrelacionado de organismos públicos y no públicos, normas, recursos y doctrina orientados a la protección de la población, mediante medidas de prevención, prestando ayuda oportuna y adecuada hasta alcanzar las condiciones básicas de rehabilitación que permitan el desarrollo continuo de las actividades afectadas. (Ley N° 19338. Ley del Sistema de Defensa Civil. Art. 5. Publicada el 8 de marzo de 1972.)

Según el artículo 5 decreto Ley 19338 El Instituto Nacional de Defensa Civil es: “el Organismo central, rector y conductor del Sistema Nacional de Defensa Civil, encargado de la organización de la población, coordinación, planeamiento y control de las actividades de Defensa Civil”. (INDECI, 2009)

Otro ente importante es el SINAGERD, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres que es definido como:

El sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la GRD. (Ley N° 29664. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). Art. 1. Publicada en el diario oficial el Peruano, 18 de Diciembre 2010)

También encontramos otras instituciones como el PLANAGERD, Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres, que tiene como objetivo la formulación de planes y su implementación con el fin de, “reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante el riesgo de desastres”. (SINAGERD, PCM, SGRD, CENEPRED e INDECI, 2014, pag. 8)

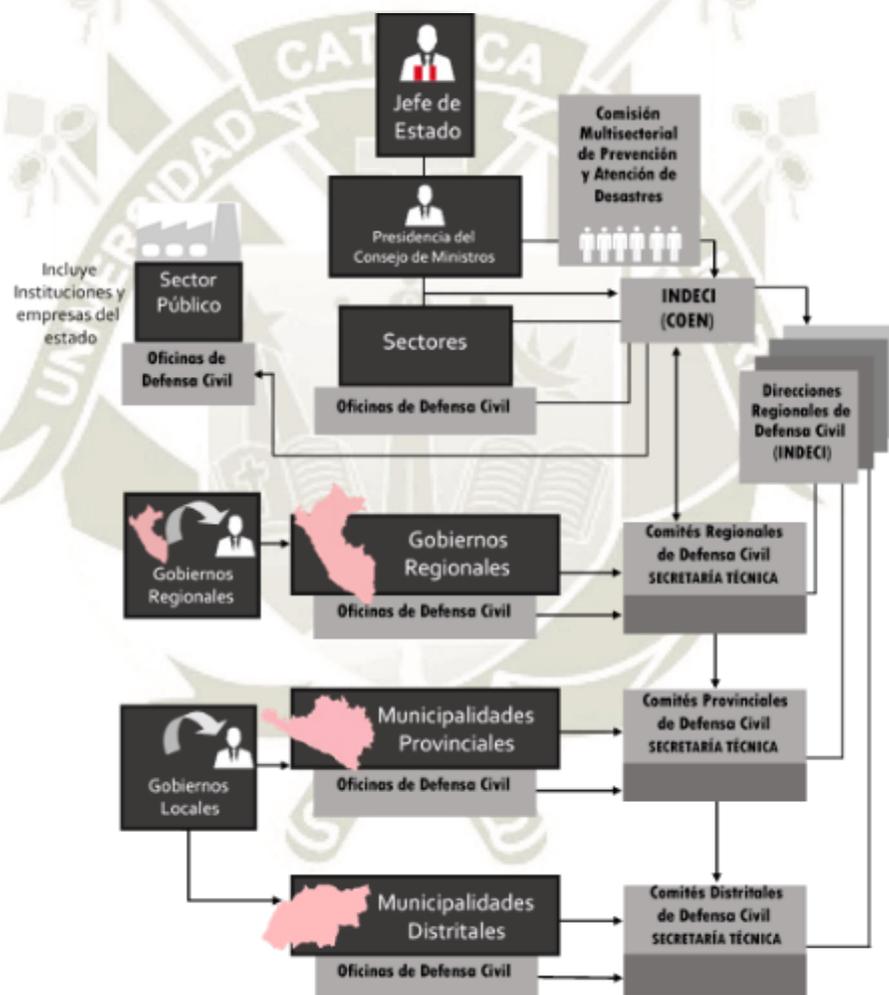
El CONAGERD, Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es: “el órgano máximo de decisión política y coordinación estratégica, para la funcionalidad de los procesos de la GRD en el país” (PLANEGERD, 2014. Pag. 6).

El CENEPRED, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, “es un organismo público ejecutor que conforma el SINAGERD, responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el PLANAGERD”. (PLANEGERD, 2014. Pag. 6)

El COEN, Centro de Operaciones de Emergencia Nacional, “es un órgano del SINAGERD que monitorea, valida y proporciona información oficial sobre peligros, emergencias y desastres para la oportuna toma de decisiones” (SINADECI, 2004).

Y el SINPAD, Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres, se soporta en un sistema informático, compuesto de una serie de servicios informáticos para la prevención y atención de desastres.

Imagen 1. Organización del Sistema Nacional de Defensa Civil.



Fuente: Elaboración propia

## 11. MÓDULOS TEMPORALES DE VIVIENDA

En casos de emergencia el gobierno peruano tiene la potestad de otorgar módulos temporales de vivienda o MTV a las familias damnificadas, este proceso es supervisado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento con la ayuda del INDECI, SENCICO y otras

entidades públicas y privadas que se encuentran involucradas en la gestión de su cuantificación, ubicación, validación y adquisición. (D. S. N° 012. Decreto Supremo que aprueba el Procedimiento para la entrega de Módulos Temporales de Vivienda en casos de declaratoria de estado de emergencia o en situación de emergencia. 12 de agosto de 2015)

Este tipo de intervención constituye una de las principales demostraciones de la aplicación de un producto arquitectónico ante desastres, tomando un papel importante en la aplicación de una respuesta, pero siendo excluidos en las etapas de prevención previas al desastre o la reconstrucción permanente.

## **12. ARQUITECTURA DE EMERGENCIA**

La arquitectura efímera, constituye toda construcción, infraestructura o intervención arquitectónica de carácter temporal, contemplando como intención principal de esta una temporalidad limitada o programada, los materiales utilizados en este tipo de arquitectura varían desde materiales duraderos como la piedra, hasta materiales reciclados como el plástico, su sistema constructivo puede ser muy complejo o simple basado en módulos. Dentro de este tipo de arquitectura se suele encontrar a la arquitectura de emergencia, esta tiene como función brindar refugio, y servicios de primera necesidad luego de un desastre de origen natural o antrópico, los alcances de este tipo de arquitectura van desde aplicaciones en vivienda, salud, educación, arquitectura social, etc., abarcando casi todos los ámbitos de la arquitectura convencional. (Pinto, 2019)

### **12.1. REFUGIOS DE EMERGENCIA**

Cualquier infraestructura que sirva de acogida a una población de manera temporal o permanente ante las condiciones del clima, el tiempo, desastres naturales o efectos externos generados por el hombre, como incendios, guerras, conflictos políticos, etc.

Los refugios de emergencia se clasifican en cuatro grandes grupos:

- **Respuesta básica de emergencia.** Esta es la más habitual en los primeros días luego del desastre, constituida por el uso de carpas, tiendas u otros elementos de fácil armado, baja calidad y temporalidad corta.
- **Refugios semipermanentes.** Se dan como una solución temporal cuyo tiempo de uso plantea la posibilidad de extenderse a algo más definitivo, ya sea con mejoras u otras intervenciones; o a su posible desmantelamiento.
- **Refugios permanentes.** Están pensados para ser la vivienda definitiva, contemplando el diseño de esta en su totalidad, o como fracción funcional de una vivienda con capacidad a ampliarse, que contenga una habitación, un baño y/o cocina, de cualquier forma, su planteamiento supone un diseño a construirse íntegramente.
- **Refugios de transición.** Planteados desde un principio como algo que se pueda mejorar con el tiempo, implican un gasto progresivo que puede culminar en la construcción de una vivienda definitiva, su reubicación, o el uso de sus partes en procesos de reciclaje, como un bien económico o una fracción de la vivienda definitiva.

Los refugios se pueden clasificar también, según exista o no un desplazamiento de la población de su hogar de origen, considerando que este factor pueda afectar el modo de vida de la población afectada (Shelter Centre, 2012).

### **ASENTAMIENTO CON DESPLAZAMIENTO DE LA POBLACIÓN**

Se presenta de las siguientes formas:

- **Familias de acogida.** En casas de familiares o personas de la misma etnia.
- **Asentamientos urbanos auto-construidos.** Facilita la integración al entorno, al ser ambientes urbanos familiares para la población.
- **Asentamientos rurales auto-construidos.** Asentamientos espontáneos, elegidos por las víctimas, fomenta el desarrollo comunitario entre los nuevos habitantes y crea grupos de apoyo y soporte.

- **Centros colectivos.** En edificios públicos existentes, esto evita que esta se convierta en vivienda permanente y fomenta la reconstrucción.
- **Campamentos auto-construidos.** Fomentan la autosuficiencia y determinación de las comunidades desplazadas, las familias forman lazos de cooperación dentro de las nuevas comunidades.
- **Campamentos planificados.** Estos asentamientos brindan facilidades de distribución e identificación de personas vulnerables, se pueden planear previniendo las necesidades de la población y negociar con el gobierno sobre la tenencia de la propiedad y su uso (DFID, OCHA, Shelter Centre, 2010, pág. 268).

### RECONSTRUCCIÓN SIN DESPLAZAMIENTO DE LA POBLACIÓN

Se presenta en las siguientes modalidades:

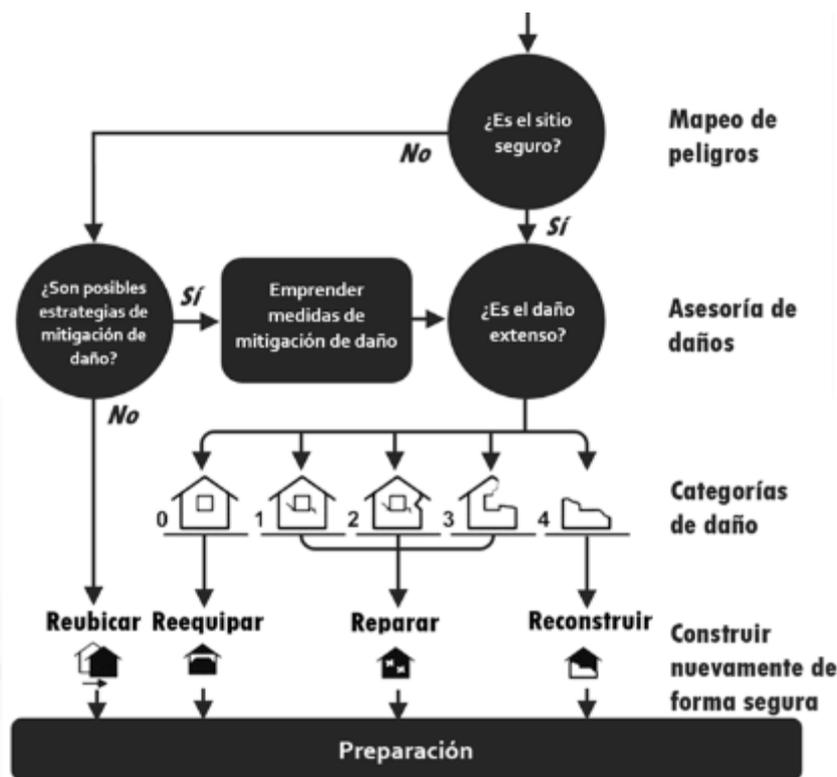
- **Ocupación sin estatus legal.** Cuando es una ocupación ilegal, los gobiernos y autoridades deben identificar la población afectada y brindar la ayuda necesaria.
- **Inquilino de casa.** Cuando la vivienda afectada es rentada por el ocupante de manera formal o informal, se puede reubicar a la familia con facilidad, si se encuentra un sitio apto dentro del terreno que sea seguro y que tenga aprobación del dueño durante el proceso de reconstrucción.
- **Inquilino de departamento.** Cuando el departamento está ocupado de manera formal o informal, si existe poco riesgo, o el riesgo se presenta sólo en parte del edificio, la familia puede encontrar asilo en otro departamento del edificio.
- **Casa propia sobre terreno alquilado.** Se debe llegar a acuerdos con el dueño del terreno para la reconstrucción y un periodo razonable de asistencia para reestablecer la vivienda.

- **Departamento propio sin tenencia de terreno.** Al igual que con inquilinos de departamentos, se pueden encontrar refugio en otros apartamentos dentro del edificio durante el periodo de reconstrucción.
- **Casa con tenencia de vivienda y terreno.** En estas situaciones probar la tenencia es mucho más fácil, al igual que brindar asistencia, en caso de destrucción parcial, se puede tener un refugio transitorio dentro o cerca del terreno, se puede incluso habitar ciertas partes de la vivienda si la destrucción no es excesiva y no tiene repercusiones o riesgos. (DFID, OCHA, Shelter Centre, 2010, pág. 269)

## 12.2. MÉTODOS DE APLICACIÓN DE REFUGIOS

La aplicación de refugios depende de la cantidad de daño ocasionado a las infraestructuras y la calidad del entorno, si el sitio presenta poco dañado, daño moderado o se encuentra en estado de peligro inminente, si las viviendas o equipamientos presentan daños extensos, medios o superficiales, todos estos factores influyen en la modalidad de aplicación de los refugios y su temporalidad. (DFID, OCHA, Shelter Centre, 2010, pág. 271)

Gráfico 2. Esquema de modalidades de aplicación de refugios.



Fuente: Elaboración propia.

## REEQUIPAR

Se puede brindar en forma de mantenimiento o protección adicional ante peligros, reforzamiento, drenaje, alineación de suelos, implementación de instalaciones sanitarias, eléctricas, etc., estos programas requieren de mano de obra calificada y su adecuada preparación, su aplicación es parecida a la utilizada para reparar edificios dañados.

## REPARAR

Dependiendo de la severidad de los daños en edificios y su vulnerabilidad es posible que repararlos sea una opción viable, siempre y cuando el daño sea mínimo o moderado. En estos casos se debe estudiar y comunicar de los riesgos a los habitantes y las técnicas utilizadas deben ser supervisadas cuidadosamente. Las reparaciones requieren una revisión posterior a su culminación para prever futuras fallas.

## **RECONSTRUIR**

Cuando las estructuras no pueden ser reparadas es necesario demolerlas y reconstruir, es posible que la misma población afectada participe en este proceso, siempre y cuando se le instruya con conocimientos técnicos y se brinden las herramientas necesarias, pero se recomienda usar maquinaria pesada para una primera limpieza, se deben aplicar criterios de diseño estructural que contrarresten las deficiencias encontradas en la infraestructura destruida.

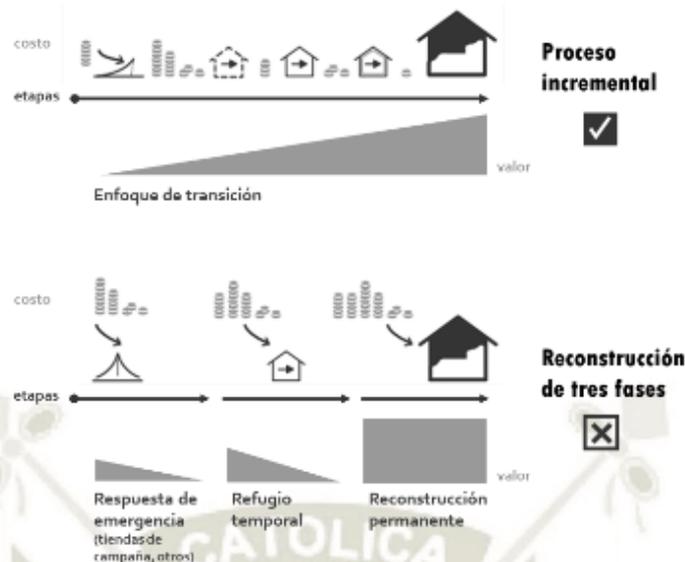
## **REUBICAR**

Se define en el proceso en el que viviendas, servicios o instituciones públicas se reconstruyen en otra ubicación. La reubicación es el último medio de mitigación que se debe utilizar, aplicable sólo si todos los otros medios no son viables, para esto se debe monitorear a la población e invertir en reestablecer el impacto económico y social que una reubicación pueda acarrear hasta su culminación e incluso tiempo después de que se haya completado el proceso.

## **13. REFUGIOS DE TRANSICIÓN O TRANSITORIOS**

Los refugios de emergencia presentan variaciones en su planteamiento, se pueden presentar dificultades para reestablecer a la población o en las distintas etapas de la reconstrucción, ya sea porque reconstruir tome demasiado tiempo, o que los campamentos en donde se emplazan estos refugios no duren el tiempo estimado, los refugios de transición o transitorios se han desarrollado para superar estos inconvenientes, y dependiendo de las características que poseen, en su mayoría están diseñados para soportar un desarrollo incremental, lo que supone a su vez un desembolso económico progresivo y planificado. Los refugios de transición pueden ser reubicados o transformados, pueden ser mejorados, reusados, se pueden revender los materiales utilizados o estos pueden ser reciclados en la reconstrucción definitiva. (Shelter Centre, 2012, pág. 6)

Gráfico 3. Diagrama Comparativo de Costo/Valor Entre Refugios de Transición y Refugios Convencionales de Emergencia.



Fuente: Transitional Shelter Guidelines (2012).

De acuerdo al Shelter After Disaster: strategies for transitional settlement and reconstruction este tipo de refugios pueden compartir muchas características positivas en común con algunos refugios semi-permanentes, características que es común pensar que sólo le corresponden a estos últimos, pero han sido observadas en refugios de transición en diferentes casos estudiados, estas son:

- Pueden usar diseños y materiales que duren lo suficiente hasta completar la reconstrucción, desde meses hasta años.
- Dan la posibilidad de mejorar el refugio o de reusar la mayoría de materiales en la reconstrucción permanente.
- Ofrecen refugio en el sitio si es que los afectados son los dueños del terreno, dando la oportunidad a las personas a estar cerca de sus hogares.
- Usan métodos de construcción rápida, herramientas simples y mano de obra no calificada.
- Usan materiales locales y técnicas de construcción que pueden variar o ajustarse a estándares normativos en calidad y seguridad.

- Integran el manejo de agua, sistemas sanitarios y otras utilidades como su abastecimiento y almacenamiento, desarrollo de letrinas, desagüe y energía.
- Integran en su desarrollo la aplicación de obras en el sitio, como succión de agua superficial, controles para contrarrestar la erosión, etc.
- Los materiales para el refugio pueden ser preparados y distribuidos como paquetes para facilitar la entrega a las familias y su transporte (DFID, OCHA, Shelter Centre, 2010 pag. 109).

### **13.1. TIPOS DE REFUGIOS TRANSITORIOS**

#### **REFUGIOS TRANSITORIOS MEJORABLES**

Son aquellos que mientras son habitados pueden mejorarse con el tiempo pudiendo llegar a ser una vivienda permanente, ya sea por adición de partes, mantenimiento programado o el reemplazo de algunos materiales a otros más duraderos.

#### **REFUGIOS TRANSITORIOS REUSABLES**

Son aquellos que se utilizan durante la reconstrucción y que luego de que esta se concluya se le asigna una función de refugio como parte de la vivienda u otra función alternativa, como espacios comerciales, depósitos, cocinas u otros.

#### **REFUGIOS TRANSITORIOS COMERCIALES**

Son aquellos que luego de la reconstrucción pueden vendidos como una unidad, o ser desmantelados para posteriormente venderse por partes, en cualquiera de los dos casos, esta modalidad permite a la familia afectada adquirir recursos económicos para apoyar su desarrollo y bienestar futuro.

#### **REFUGIOS TRANSITORIOS RECICLABLES**

Son aquellos que pueden ser desmantelados mientras la reconstrucción se lleva a cabo y sus materiales pueden ser utilizados en la reconstrucción permanente u otro fin que beneficie a la familia afectada (Shelter Centre, 2012).

## **14. LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE REFUGIOS**

En cuanto a los lineamientos para la implementación de módulos de emergencia, en Latinoamérica se han tomado como referencia dos documentos importantes, el primero, Lineamientos básicos para Asentamientos de Emergencia elaborado por el MINVU del gobierno de Chile y el segundo, Instalación y Gestión de Albergues Temporales elaborado por INDECI y el Ministerio de Defensa del Perú, documentos derivados en gran medida por las indicaciones y recomendaciones propuestas por el Proyecto Esfera, a través de la Carta Humanitaria, y a partir de los cuales se extraen los siguientes lineamientos:

### **14.1. SELECCIÓN DE TERRENOS**

#### **UBICACIÓN**

En caso de encontrarse terrenos hábiles de propiedad de los afectados, se considera a estos terrenos como los principales sitios para reubicar a las personas, de lo contrario se puede recurrir a terrenos de familiares o amigos. Por otro lado, en caso de no contar con ninguna de estas opciones, se buscan terrenos cercanos al lugar de residencia previo al desastre, priorizando terrenos con acceso a servicios básicos. El gobierno peruano requiere la evaluación de estos terrenos por autoridades y profesionales de los gobiernos locales y regionales para establecer que no exista riesgo de algún peligro futuro y asegurar la adecuada implementación de módulos.

#### **TAMAÑO**

Para agrupar distintas viviendas, se consideran unidades básicas funcionales de entre 10 a 14 viviendas, y un máximo de 100 personas, el tamaño del terreno no debe superar las 2 hectáreas, esta limitación impide que estas agrupaciones se conviertan en un futuro en asentamientos informales a partir de un crecimiento acelerado derivado por la falta de control por parte de las autoridades.

## **PROPIEDAD**

Para agrupaciones de viviendas se deben priorizar la elección de terrenos cuya propiedad sea del gobierno, de preferencia terrenos libres o con mínima infraestructura, de no encontrarse terrenos del estado disponibles, terrenos de propiedad privada pueden ser utilizados siempre y cuando se establezca un periodo de uso y métodos de alquiler o concesión, en ningún caso se deben utilizar terrenos que vayan a ser utilizados para la construcción de viviendas definitivas.

## **SERVICIOS BÁSICOS**

De preferencia se debe buscar un sitio que cuente con servicio de agua disponible, para realizar las conexiones necesarias con anticipación, de no ser posible, se debe abastecer a través de camiones cisterna. La energía eléctrica se debe abastecer de la misma forma, a partir de la red pública o de generadores. Así mismo la recolección de basura debe realizarse de manera periódica.

## **SUELO Y TOPOGRAFÍA**

El terreno elegido no debe estar dentro de la zona de riesgo ni tener riesgo de inundación, debe ser mayormente plano y tener una pendiente máxima de 6% una mínima de 1% para permitir que el agua circule y tener una buena evacuación y drenaje, se debe ubicar lejos de basurales.

## **ACCESIBILIDAD AL TERRENO**

El terreno debe estar cercano a vías importantes o transitables, a paraderos de transporte público y contar con rutas de evacuación (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2010).

## **14.2. CONDICIONES BÁSICAS**

### **SEGURIDAD**

Se debe evitar peligros a raíz de enfermedades, desastres naturales o inducidos por el hombre, a su vez, es necesaria la cercanía a centros de salud o puestos de atención, deben existir ingresos para personas con discapacidad, y existir iluminación o control visual de áreas públicas para resguardar la seguridad de menores de edad, mujeres y ancianos. Se debe contar con acceso a

agua en caso de incendios con alcance por medio de mangueras a la vivienda más alejada, separar distintas agrupaciones de viviendas por medio de calles para evitar la propagación del fuego y contar con extintores en áreas comunitarias.

### **CLIMA**

El terreno debe tener alguna barrera natural o artificial que disminuya el impacto de cambios climáticos bruscos, ventarrones, etc. a su vez, las construcciones de los refugios deben resguardar a las personas de calor, viento, lluvia, granizo, etc, para mantener el calor interno de las viviendas y una corriente de viento constante.

### **FACILIDAD DE ACCESO**

El terreno debe contar con facilidad de acceso, de preferencia varios ingresos o salidas, tener vías de comunicación con centros de salud, de trabajo, puestos de abastecimiento y brindar la facilidad a las personas afectadas de visitar sus viviendas afectadas para las labores de mantenimiento, reparación o reconstrucción.

### **INFRAESTRUCTURA**

La infraestructura propuesta o de albergue debe poseer la capacidad de ser revisada constantemente para verificar la calidad de sistemas de desagües, servicio de agua, iluminación, capacidad de albergue y condiciones básicas de vida.

### **SUPERFICIE ADECUADA**

A partir de lo estipulado por el proyecto Esfera, las dimensiones mínimas por persona son de 3.5 metros cuadrados, sin la inclusión de áreas recreativas, cocina, baño, comedor, almacén, etc. y un volumen por persona mínimo de 10 metros cúbicos, un área libre de 45 metros cuadrados, separando camas a una distancia de 75 centímetros.

## **SUMINISTRO DE AGUA**

En caso de necesitarse se deben implementar servicios de agua potable de 7.5 a 15 litros por persona diarios, para consumo, labores de cocina e higiene, con distancias de las viviendas al suministro de agua menores a 500 metros y una llave por un máximo de 250 personas.

## **SERVICIOS SANITARIOS**

Se debe encontrar una forma adecuada de desechar los desechos sólidos y las aguas residuales para salvaguardar la salud de las personas y evitar plagas de animales, con una letrina o baño cada 20 personas a una distancia máxima de 50 metros de distancia del albergue, la recolección de basura no debe estar a más de 100 metros del albergue.

## **MEDIOS DE COMUNICACIÓN**

Los diferentes servicios deberán estar debidamente señalados para identificarse apropiadamente por toda la población, se deberá contar con medios de comunicación telefónica, radial, sistemas de alarma y otros (INDECI, 2017).

### **14.3. CRITERIOS DE AGRUPACIÓN**

#### **UNIDADES DE AGRUPACIÓN**

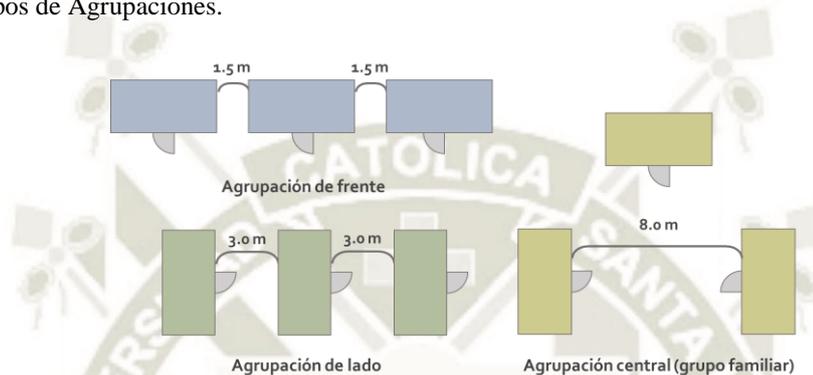
Se recomienda el uso de dos modalidades, la primera donde se implantan refugios en el terreno afectado, y el segundo en donde se forman grupos de viviendas con un máximo de 5 integrantes por vivienda pudiendo ser asentamientos de 10 o más viviendas por albergue. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2010)

#### **DISTANCIAMIENTO ENTRE MÓDULOS**

Para asegurar la evacuación de lluvias, aislarlas unas de otras y evitar la propagación de fuego e caso de incendios se toman medidas de 3 metros entre viviendas en disposiciones de hileras considerando esta distancia para una circulación de ingreso adecuada, usando esta disposición, se pueden hacer sucesiones dejando un corredor de 3 a 5 metros de ancho para el ingreso de autos y camiones para servicios de recolección y abastecimiento. Se recomienda despejar los

frentes para agrupaciones de pocas viviendas en terrenos amplios con separaciones de 1.5 metros a los laterales de viviendas para acceder a la parte posterior de estas, al agruparse hacia los costados, se evitan enfrentar los accesos entre viviendas, en caso de agrupaciones con espacios comunes, estas se recomiendan en terrenos propios y para agrupaciones familiares. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2010)

Imagen 2. Tipos de Agrupaciones.



Fuente: Lineamientos básicos para Asentamientos de Emergencia elaborado por el MINVU del gobierno de Chile.

#### 14.4. IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

Se deben marcar adecuadamente las zonas de recolección de basura, junto a basureros debidamente señalizados y etiquetados, con zonas de desecho para áreas sociales, servicios sanitarios, y viviendas, se debe instruir a la población en métodos de clasificación de basura para reciclaje o comercio, esta zona deberá estar alejado de las viviendas y de difícil acceso a niños y animales, se deberán programar días para su recolección por parte del municipio. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2010)

#### 15. ARQUITECTURA MODULAR

La arquitectura modular se basa en la estandarización de elementos y su repetición, entre sus características principales, están su versatilidad, personalización y sencillez, esta arquitectura implica en ensamblaje o unión de partes, elementos repetitivos llamados módulos, que presentan similitud en su forma o función, y que conforman unidades en sí mismas, estos módulos, pueden tener distintos propósitos, ya sea como soporte estructural, cimientos,

tabiquería, recubrimientos, etc.; o, una mezcla de usos previamente mencionados. La arquitectura modular considera en su diseño estas configuraciones posibles, y en su mayoría, este sistema permite que se presenten cambios o variaciones de un solo diseño lo que lo hace más versátil que la arquitectura convencional; estos diseños, al ser en su mayoría más ligeros, permiten también tiempos más cortos de construcción y ensamblaje, la reducción de mano de obra y la posibilidad de trasladarse. (Pinto, 2019)

### **15.1. INDUSTRIALIZACIÓN**

Es el proceso por el cual se fabrica un producto en grandes cantidades siguiendo estándares preestablecidos, la industrialización en la arquitectura permite menores tiempos de fabricación, y transporte, hoy en día la mayoría de materiales de construcción convencionales pasan por un proceso de industrialización.

### **15.2. PREFABRICACIÓN**

La prefabricación es un concepto que implica la preparación de un producto en una de sus etapas previas a su finalización, en todo proceso constructivo la etapa final de cada material es su puesta en construcción, los materiales prefabricados son aquellos que permiten que las formas y uniones entre materiales sean lo más sencillas posibles, que estos sean pensados previamente para funcionar como un solo sistema.

Cuando se habla de módulos prefabricados, se implica un desarrollo que va desde una sola unidad compuesta de un solo material a una compuesta de distintas partes más pequeñas y con distintos materiales, los módulos que componen la arquitectura modular dependen de la versatilidad del diseño de estos y la aptitud de los materiales a cambios, ya sea en aplicaciones previas o luego de su fabricación. (Salas, 2016)

### 15.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS PREFABRICACIÓN

#### VENTAJAS

- Reducción de tiempos de construcción, al poseer un sistema de ensamblaje, el tiempo no depende de la adecuación de materiales entre sí, como sucede con el concreto, sino de las cualidades de los elementos para unirse entre sí.
- Reducción en la cantidad mano de obra necesitada, y, dependiendo de la complejidad y accesibilidad del sistema a un usuario común, se puede prescindir de mano de obra calificada.
- Reducción de impacto ambiental, al ser sistemas que generan menor cantidad de desperdicio, que en su mayoría utilizan materiales como la madera y el acero.
- Estandarización en la calidad del producto terminado, pues los módulos reciben el mismo tratamiento, esto puede incrementar la calidad de la edificación en entornos donde la heterogeneidad de los materiales y métodos constructivos, produce fallas a corto y largo plazo.
- Reducción de costos, al reducirse los tiempos de fabricación y contar con materiales más baratos, el costo de manufactura por módulo se reduce considerablemente.

#### DESVENTAJAS

- Los diseños modulares dependen de la estandarización de sus componentes, si se encuentran variaciones en su producción estos diseños pueden no llegar a funcionar.
- Si los módulos son muy complejos y no se cuenta con mano de obra calificada, estos pueden llegar a tomar más tiempo que el de una construcción convencional.
- Dependiendo de los materiales y métodos utilizados para la fabricación de módulos, estos pueden llegar a requerir de ambientes especializados para su manufactura y elevar los costes de producción (Jimenez, 2017).

## **16. ANTROPOMETRÍA EN ARQUITECTURA**

La antropometría estudia primordialmente las medidas del cuerpo humano y las relaciones entre estas dimensiones, su importancia en la arquitectura define las proporciones básicas de todos los espacios, pues sirve para su cuantificación y permite dimensionar desde muebles o espacios pequeños hasta edificios, la antropometría estudia las medidas humanas y su relación con actividades convencionales tanto como actividades poco frecuentes. (Valero, 2014)

Sirve para el diseño y proyección de mobiliario y su futura distribución ya sea en planta, sección, o en tres dimensiones para aproximar y optimizar la distribución de objetos y personas dentro de un espacio sin descuidar de su función, esta se suele representar en dimensiones para la expresión de un requerimiento cuantificable o la descripción de un espacio en específico.

Dentro del estudio de la arquitectura modular, la reducción de necesidades por actividad ha ayudado a densificar distintas actividades dentro de un mismo espacio, así como calcular las dimensiones mínimas necesarias que componen un módulo, existen una serie de actividades básicas que rigen comportamientos del ser humano, desde necesidades fisiológicas, hasta actividades de ocio, todas estas deben fundamentarse en un estudio antropométrico que las respalde.

### **16.1. CUALIDADES QUE DEFINEN LA ANTROPOMETRÍA**

Al considerar el concepto de antropometría se suele tomar más importancia a su aspecto cuantitativo más no sus características cualitativas, es decir, se consideran más importantes las dimensiones para un determinado espacio o actividad que las cualidades intrínsecas de este para subsecuentemente, pasar a definir estas dimensiones, en este sentido resulta vital entender los aspectos fundamentales que implican tanto la proporción, la ergonomía, la posición y la percepción de una persona o usuario específico en un espacio determinado, cuestiones que son esenciales para entender a la antropometría desde un enfoque integral tanto cuantitativo como cualitativo. (Mendoza, 2019)

Esto supone el estudio de la actividad, el usuario, el contexto en que se aplica esa actividad y la convergencia de estas en un espacio con una o más actividades en simultáneo, características que pueden influenciar en las consideraciones cualitativas de un espacio u otro.

## **17. ARQUITECTURA SOSTENIBLE**

La arquitectura sostenible se caracteriza por considerar el impacto ambiental que producen los materiales y técnicas convencionales, y optar por otras alternativas sostenibles, optimizando sistemas y métodos a través de reciclaje y el desarrollo de economías circulares para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer a generaciones futuras, reduciendo así los efectos negativos en el medioambiente o en las personas. (Itzep, 2015)

### **17.1. RECICLAJE Y ECONOMÍA CIRCULAR**

El reciclaje consiste en la reutilización de algún material, objeto o producto, ya sea transformándolo en otro a partir de procesos de manufactura o manteniendo su forma original.

Al reciclar un material se puede mantener el uso previamente dado o se le puede asignar una nueva función, este proceso se caracteriza por reducir el impacto de los desechos en el medioambiente, la sociedad y la economía dentro del panorama global por lo que su importancia en todos los ámbitos tecnológicos se ha vuelto evidente en las últimas décadas.

La economía circular consiste en la transformación continua de materiales disponibles, ya sea desde la materia prima o desde un producto ya terminado, ya que toda materia puede ser usada para la siguiente etapa del ciclo, este ciclo se conforma de procesos de diseño, fabricación, comercialización, utilización, reutilización, reparación y reciclaje. (Generalitat Valenciana, 2019)

Gráfico 4. Diagrama de funcionamiento de la economía circular.



Fuente: Elaboración propia.

## 18. RECICLAJE EN ARQUITECTURA

Uno de los principales objetivos para construir con un mínimo impacto ambiental es la posibilidad de encontrar todo lo necesario dentro de los bordes físicos del territorio en cuestión. La arquitectura de reciclaje intenta encontrar una forma de tratar estos materiales y encontrarles un nuevo uso en la construcción, esto supone uno de los mejores procesos al aplicar procesos de construcción sostenibles.

### 18.1. PROCESOS DE RECICLAJE ARQUITECTÓNICO

#### DENSIFICACIÓN DE MATERIALES DE DESECHO

Consiste en la aglomeración de elementos residuales, este proceso se dio gracias a la fabricación de compresoras de basura, que se comercializaron desde el siglo XIX, su objetivo principal era reducir el volumen de la basura y optimizar el espacio disponible. Según el tipo de material, esta técnica puede comprimir materiales triturados en moldes prefabricados, para ser utilizados posteriormente como elementos de mampostería o tabiquería. Existen otros métodos, como el uso de moldes y herramientas de succión, que permitan agrupar materiales como botellas de plástico en un solo bloque compacto; así también, la fabricación de materiales mediante la sucesión de capas laminadas de un mismo material como papel o plástico, permite obtener bloques compactos que pueden ser utilizados como tablas, secciones o perfiles que sustituyen a sus equivalentes de madera o metal. Dentro de estas también se encuentra la

compactación y aglomeración de virutas de madera a modo de tableros de OSB, siendo este tipo de densificación la más común en nuestro medio. ( Hebel, Wisniewska, & Heisel, 2014)

Fotografía 6. Paja desechada, densificada para la formación de paneles compactos de baja densidad.



Fuente: Building From Waste (2014).

Fotografía 7. Botellas vacías colocadas en un Molde y Presurizadas por un proceso de succión.



Fuente: Building From Waste (2014).

## **MATERIALES DE DESECHO PROGRAMADOS**

Son aquellos que no necesitan ser destruidos, reconfigurados o fragmentados para ser utilizados de nuevo, su diseño principal permite que luego de su primer uso, estos se puedan destinar para una segunda, tercera o cuarta vez, estos productos son pensados para interrumpir ciclos de constante desperdicio. Esta modalidad fue probada por Heineken con The World Bottle o la UNITED BOTTLE, en donde botellas de plástico y vidrio fueron diseñadas para apilarse horizontalmente o verticalmente, conformando bloques que encajan unos con otros. ( Hebel, Wisniewska, & Heisel, 2014)

Fotografía 8. “The UNITED BOTTLE” representa un elemento de desperdicio pre-diseñado, para ser reutilizado como ladrillo de construcción.



Fuente: Building From Waste (2014).

### **MATERIALES DE DESECHO NO PROGRAMADOS**

A partir de esta clasificación se puede dilucidar un tercer tipo de material que, aunque no hayan sido pensados para ser reutilizados, no necesitan mucha transformación para darles un nuevo uso, algunos ejemplos se encuentran en tubos de cartón, usados en muros, en reemplazo de estructuras de madera o metal, así como neumáticos o cajas de cerveza rellenas con arena, utilizadas como cimentación; reciclaje de madera de antiguos muebles, parihuelas, marcos de puertas o ventanas para usarlos como elementos estructurales, de tabiquería o recubrimiento. Estos materiales no requieren ser triturados o compactados, pueden ser utilizados en su estado natural, o tratados con impermeabilizantes u otros recubrimientos, gracias a este método de reciclaje se consiguen elementos con la misma o mayor efectividad que elementos nuevos hechos de materiales convencionales y de mayor costo.



**CAPITULO III**  
**MARCO REFERENCIAL**

## 1. TRANSITIONAL SHELTER PROJECT, HAITÍ

Imagen 3. Refugio de Transición en Haití.



Fuente: Maryland College Institute of Art (2011).

**Nombre del proyecto:** Transitional Shelter Project in Haití

**Ubicación:** Port-Au-Prince, Haití

**Año:** 2011-2012

**Área de módulo:** 13.20 m<sup>2</sup>

**Costo:** de \$4300 a \$2650, el costo depende del tipo de triplay utilizado.

**Tiempo de armado:** 2 meses, tiempo de reubicación de 1 día, para desmantelado y armado.

**Responsables:** Proyecto educativo de la Maryland Institute College of Art, del departamento de Diseño Ecológico, Estudio de Diseño y Construcción durante la temporada primavera/otoño del 2011, bajo la cátedra de David López, con la participación de 16 estudiantes, dos asistentes graduados y donaciones de Whiting Turner Construction Company, Architecture for Humanity, oo-d-a.com, Worldwide Shelters.org, Hord Coplan Macht y Gutierrez Studios.

### 1.1. DESCRIPCIÓN

Luego del terremoto en Haití en el año 2011 se construyeron varios prototipos de refugios de emergencia, la clase de Diseño y Construcción de la Maryland Institute College of Art, empezó la búsqueda de una solución definitiva para este problema, es con este fin que parte de la clase viajó a Puerto Príncipe, capital de Haití, a analizar los diseños propuestos por distintas

entidades y así poder plantear una nueva solución que tome en cuenta los problemas observados.

Después de 8 semanas catalogando problemas y contactando con organizaciones que intervinieron en el proceso, se llegó a la conclusión de que un solo diseño no iba a ser compatible con todos los climas ni ubicaciones geográficas, que las respuestas debían siempre tomar en cuenta el lugar, la cultura de la gente antes y después del desastre y a partir de ese análisis plantear una solución, las carpas y tiendas utilizadas previamente por varias organizaciones humanitarias, presentaban las mismas estructuras cubiertas de triplay y madera que no se diferenciaban una de otras, no estaban bien construidas y presentaban deficiencias de habitabilidad y calidad espacial, algunos resaltaban, como el presentado por UberShelter, donde después de transportar los materiales, era fácil de armar en el sitio en cuestión de horas y podía ser terminado completamente en días, lamentablemente, estos sistemas no dependen de la mano de obra local al no estar calificada, por lo que, para contar con la participación de la población se incluye a esta en procesos de tomas de decisiones y asesoría. (Uber Shelter, 2011)

Imagen 4. Proceso de Construcción del UberShelter.



Fuente: Uber Shelter (2011).

A partir del análisis de refugios como el UberShelter nace la propuesta de MICA, un refugio transitorio, que podía construirse progresivamente en un plazo de semanas en vez de días y ser mejorado con el tiempo. Para su desarrollo se propone un emplazamiento basado en un esqueleto estructural de acero galvanizado apoyado sobre parihuelas, un primer recubrimiento de triplay en muros y techos, y una segunda capa de recubrimiento superpuesta a vanos para

una mejor adaptación a la situación climática, esta capa se conforma de materiales variados elegidos por la población de acuerdo a preferencia y disponibilidad.

Imagen 5. Refugio de Transición Concluido.



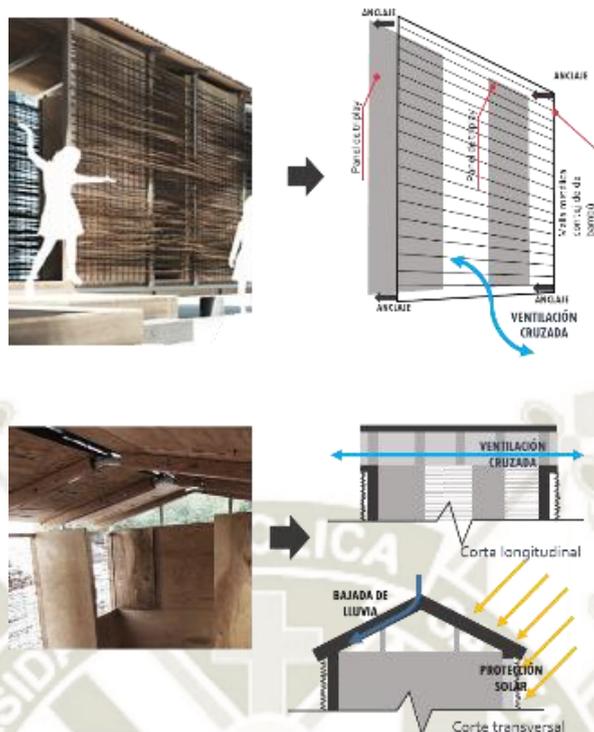
Fuente: Maryland Institute College of Art (2011).

## 1.2. ANÁLISIS

### CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS

El clima de Puerto Príncipe es mayormente templado, con un promedio de temperatura máxima de 32 °C y una mínima de 24°C, para contrarrestar los efectos del clima, el diseño del refugio contempla dos capas de muros, la primera de triplay, más firme, pero aun así permeable y la segunda de una malla metálica cubierta con palos pequeños de bambú, formando un tejido, la confección de este tejido suponía que los pobladores terminen progresivamente la construcción de la vivienda, la doble capa permitía mayor privacidad sin sacrificar el confort ambiental, a partir de una ventilación necesaria en climas de altas temperaturas, ya que brindaba una circulación de aire constante hacia el interior.

Gráfico 5. Refugio de Transición, Esquemas de Ventilación y Techos.



Fuente: Elaboración propia.

Los campamentos en Puerto Príncipe debían emplazarse en sitios designados que posean una topografía nivelada, en la cual se realiza una cimentación de concreto sobre la que se posan parihuelas, esto mantiene a la vivienda alejada del suelo y permite conservar una superficie plana.

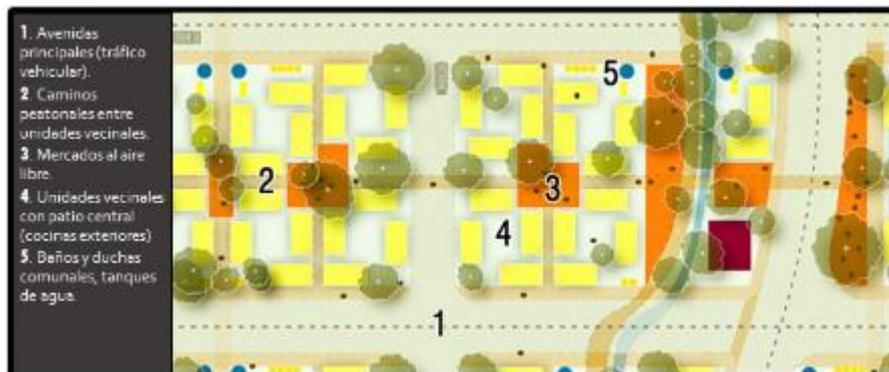
## FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

- Distribución general.

Los módulos ocupan un área de 13 m<sup>2</sup> cada uno, se agrupan en unidades vecinales de 4, 6 u 8 módulos cada una, el propósito detrás de esto, es fortalecer lazos de comunidad entre vecinos a partir de vínculos nuevos o previamente existentes, estas unidades forman en su interior un patio que puede ser utilizado por las familias como cocina al aire libre, en la intersección de 4 unidades vecinales se ubican mercados al aire libre, espacios donde conseguir comida, ropa y objetos necesarios, estos cumplen también la función de espacios de compartir para la comunidad, cada cierto tramo se ubican avenidas que permiten el tráfico vehicular, y entre módulos, caminos peatonales para unir las unidades vecinales, así mismo en las esquinas

adyacentes a las avenidas, módulos de baños y duchas comunales acompañados de tanques de agua.

Imagen 6. Distribución de Refugios.



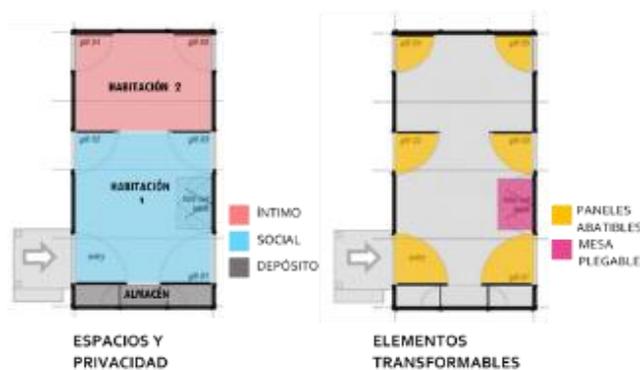
Fuente: Maryland Institute College of Art (2011)

- Organización funcional del módulo.

El módulo, se divide en tres partes, dos de ellas son habitaciones divididas por tabiques de triplay, y la última es una zona de almacenaje junto al ingreso, al refugio se accede mediante un porche, allí se encuentra la primera habitación, de mayor dimensión y carácter más social, incluye una mesa desplegable, para ser utilizada para actividades diversas como comer, leer, etc.

El segundo cuarto, más privado y de menor dimensión se encuentra pasando las divisiones de triplay que ofrecen más privacidad. Todo el módulo cuenta con paneles abatibles que permiten el ingreso de aire y luz al interior, se encuentran 6 paneles, incluida la puerta de ingreso.

Gráfico 6. Diagrama de distribución y elementos transformables.

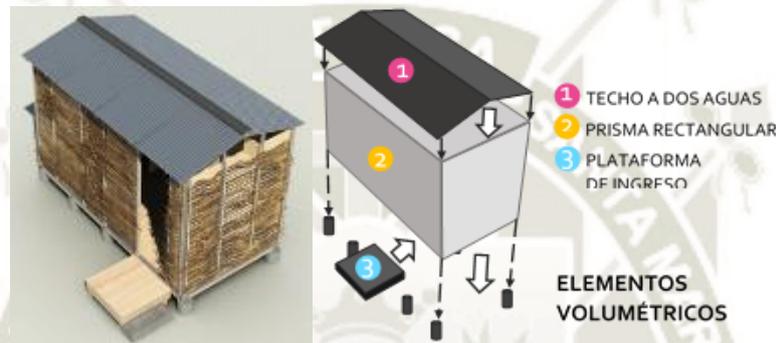


Fuente: Elaboración propia.

## FORMA Y VOLUMETRÍA

Los módulos se conforman de un volumen prismático rectangular elevado, a este, acompañan una plataforma que marca y dirige el ingreso y un techo a dos aguas de calamina. Los muros, con una capa exterior más permeable e irregular, forman una fachada de acabado rústico que rompe con el fuerte volumen ortogonal, sobresalen las aberturas formadas por la separación del techo con los muros.

Gráfico 7. Diagrama Formal del Refugio.



Fuente: Elaboración propia.

## ESPACIALIDAD

- Materialidad.

Las parihuelas utilizadas en el piso son resistentes y tienen un acabado uniforme, el color y la textura de la madera hacen al ambiente un lugar más cálido. El acero galvanizado se utiliza para el esqueleto de la vivienda y solo se deja ver una parte que sobresale hacia el techo de la vivienda, separándolo de los muros.

Imagen 7. Refugio Transitorio en Haití.



Fuente: Maryland Institute College of Art (2011).

En los muros se utilizan dos capas, la primera de madera contrachapada de uso marítimo, de mayor resistencia al agua y acabado uniforme; y la segunda, una piel sobre una malla metálica formada de palos pequeños de bambú, la piel puede ser realizada de cualquier material local o reciclado que permita ser tejido. La elección del material recaía en la población, el tejido al ser un trabajo minucioso, extiende el tiempo para completar las viviendas al dar a la población una ocupación, trabajos manuales como estos, ayudan a fortalecer el sentido de valor propio en las personas luego de un desastre.

Imagen 8. Pielas a usar sobre la malla soldada.



Fuente: Maryland Institute College of Art (2011).

- Iluminación.

La celosía de bambú ayuda a difuminar la luz en el interior y permite en general ingreso de luz indirecta, aun así, es suficiente para iluminar adecuadamente el interior, existe otra fuente de luz, una proveniente de la parte superior, ubicada en la abertura entre el muro y el techo, que ilumina levemente el espacio a diferentes ángulos en diferentes horas del día siendo esta la única fuente de luz directa.

Imagen 9. Refugio transitorio en Haití.



Fuente: Maryland Institute College of Art (2011).

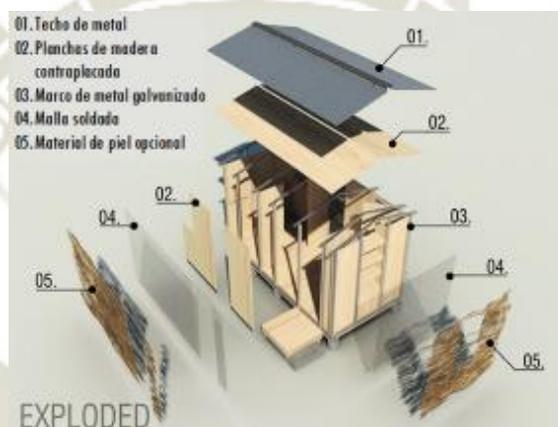
- Acústica.

La madera contrachapada, a pesar de no tener demasiado grosor comparado con otros sistemas constructivos, tiene la propiedad de absorber el ruido interno gracias a su textura, esto, acompañado de la piel de bambú permite niveles de ruido internos confortables.

### SISTEMA CONSTRUCTIVO

En la base se encuentran 10 cimientos elevados sobre las que se posan 4 parihuelas, unidas por componentes metálicos para permitir un cimiento estable, estas parihuelas podían ser las mismas utilizadas para transportar alimentos o comida al sitio.

Imagen 10. Diagrama explotado del refugio.



Fuente: Maryland Institute College of Art (2011).

A los cimientos se anclan marcos de acero galvanizado, los que serán el esqueleto de la vivienda, estos enmarcan los muros y sostienen el techo, los muros de madera y bambú cubren el marco metálico, el techo a su vez está formado por paneles de madera sobre los que se posan calaminas metálicas.

### PROGRAMA

El programa de implantación de los refugios y módulos de servicios, se desarrolló esquemáticamente, llegando a plantear una distribución que incluía baños públicos y tanques cisterna, pero de esta, sólo se llegó a desarrollar al detalle las dimensiones cuantitativas del módulo en sí.

Interiormente existe un gran espacio, seccionado en tres partes, la habitación central, donde se llevan a cabo las actividades sociales, una segunda habitación posterior, más privada, y una zona de depósito junto al ingreso. Exteriormente sólo se aprecia una plataforma que marca el ingreso.

Tabla 3. Programa Cuantitativo.

<b>AMBIENTES</b>	<b>ÁREAS</b>
<b>ÁREAS TECHADAS</b>	
Habitación 1	4.67 m <sup>2</sup>
Habitación 2	7.53 m <sup>2</sup>
Almacenaje	1.00 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL ÁREAS TECHADAS</b>	<b>13.20 m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREAS LIBRES</b>	
Plataforma de ingreso	4.90 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>18.10 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia.

## **SOSTENIBILIDAD**

El proyecto hace provecho de parihuelas utilizadas para transportar víveres, de materiales locales para crear las celosías, ya sea con el bambú u otro material reciclado, fuera de esto el resto de materiales son nuevos, pero esto no significa que no puedan reusarse después de ser utilizados, al tener un sistema modular de armado, las piezas permiten construir una nueva estructura basada en los principios estructurales del módulo.

## **2. PAPER LOG HOUSE, KOBE.**

Imagen 11. Paper Log House.



Fuente: Shigeru Ban Architects (1995).

**Nombre del proyecto:** Paper Log House, Kobe.

**Ubicación:** Kobe, Japón.

**Año:** 1995.

**Área de módulo:** 15.80 m<sup>2</sup>.

**Costo:** \$2000.

**Tiempo de armado:** variable, pueden ser de días a semanas, el tiempo depende de la cantidad de trabajadores, estos usualmente son voluntarios en equipos de 10 personas, incluyendo un líder en construcción.

**Responsables:** Shigeru Ban Architects.

## 2.1. DESCRIPCIÓN

La primera vez que Ban experimenta con estructuras de cartón es en Ruanda, luego de la guerra civil de 1994, en conjunto con la oficina de las Naciones Unidas Alta Comisión para Refugiados o UNHCR, que proporcionó planchas plásticas para cubrir estructuras metálicas y de madera, al ver que las estructuras eran desmanteladas y vendidas por los pobladores, Ban propone usar un material barato como el cartón junto a uniones de plástico y cuerdas para evitar que los pobladores comercialicen los materiales y junto a las láminas de plástico que brindaba la UNHCR se crean tiendas de bajo costo y fácil armado.

Fotografía 9. Paper Shelter en Ruanda.



Fuente: Shigeru Ban Architects (1994).

En respuesta al Gran terremoto Hanshin-Awaji de 1995 con epicentro en la isla de Ajawi, cerca de Kobe, una ciudad portuaria en Japón, Shigeru Ban diseña las Peper Log Houses, el terremoto dejó 6400 muertos, y alrededor de 240000 perdieron sus hogares, afectó considerablemente a la ciudad de Kobe, con 4571 muertos y 120000 estructuras dañadas, los principales afectados del terremoto fueron refugiados vietnamitas, estos no tenían demasiados recursos para buscar otro lugar para asentarse lejos de su hogar, por lo que Ban plantea refugios baratos, para esto se inició la construcción de un diseño con muros y vigas de tubos de cartón, cajas de cervezas vacías como base, marcos de madera contrachapada, y material de toldos para el cielo raso y los techos.

## 2.2. ANÁLISIS

### CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS

El clima en Kobe es mayormente húmedo, con inviernos medianamente fríos y veranos calurosos y lluviosos, al igual que la mayor parte de Japón, Kobe está afectado por la circulación de monzones, pero a su vez está protegida por montañas a su espalda, se producen vientos fríos en invierno, y en verano corrientes de aire caliente. Para esto, los refugios fueron contruidos con muros de cartón, impermeabilizados con una cinta de esponja entre cada tubo y cubiertos con una capa de cera para prevenir el impacto del agua.

En la parte superior se crea un colchón de aire entre el techo y el cielo raso para controlar mejor la temperatura interna y en caso de temperaturas elevadas, existe la posibilidad de crear un ingreso de aire desde el techo al interior directamente, adicionalmente se encuentran vanos a cada lado, 3 ventanas y una puerta de ingreso.

Imagen 12. Acondicionamiento Climático del Refugio.



Fuente: Elaboración propia.

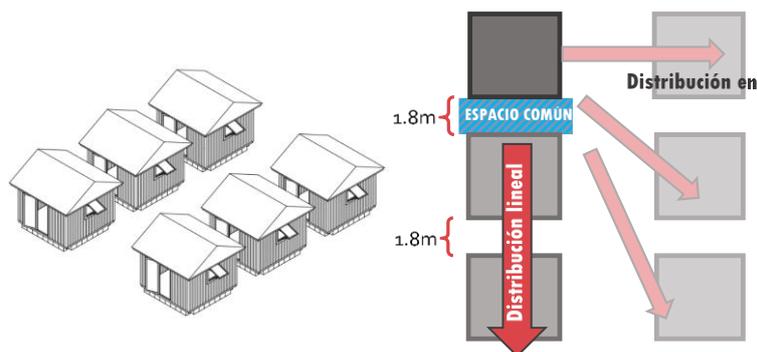
La zona de intervención de los refugios fue nivelada, previamente a la construcción, se utilizaron cajas de cervezas para crear una base elevada sobre la que se posa una plataforma de madera, esto divide el nivel de suelo del nivel interior de la vivienda y la protege de posibles

## **FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

- Distribución general.

Los módulos ocupan un área de 15.80 m<sup>2</sup> cada uno, se separan entre sí por 1.80 metros, esta separación es utilizada como espacio común entre dos viviendas. Las viviendas pueden juntarse en hilera o formando una cuadrícula.

Imagen 13. Diagrama de Distribución de Refugios.



Fuente: Elaboración propia.

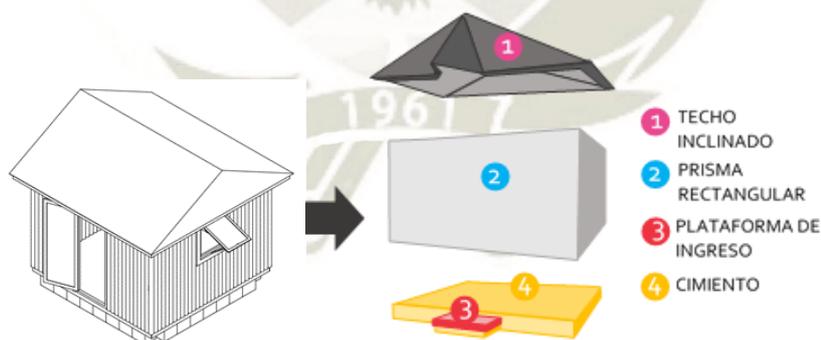
- Organización funcional del módulo.

En el interior de la vivienda se encuentra un solo espacio, sin divisiones y multifuncional, con una puerta de ingreso ubicado en la parte central de un lado, y, en el resto, acompañado de ventanas abatibles.

### FORMA Y VOLUMETRÍA

Los refugios se conforman de un volumen ligeramente rectangular donde sobresale únicamente el techo con una caída a dos aguas y una inclinación adicional sobre un vano, bajo la puerta, la plataforma se extiende para jerarquizar el ingreso.

Gráfico 8. Diagrama formal del refugio.



Fuente: Elaboración propia.

### ESPACIALIDAD

- Materialidad.

El material más resaltante en el refugio es el cartón, conforma sus muros y las vigas del techo, gracias a su producción industrial y haber recibido un tratamiento de impermeabilización con

cera, el acabado exterior de los tubos de cartón es uniforme y ligeramente brillante, en este estado el cartón comparte muchas similitudes tanto en color como en textura con la madera. Con la madera, presente en pisos, puertas y ventanas, se crea un marco que rodea al cartón. La lona del techo y cielo raso tienen un color blanco y muy poca textura, lo que le da un acabado liso y transmite una sensación de limpieza, claridad y orden, que contrasta con las distintas características del cartón y la madera.

Fotografía 10. Paper Log House, vista interna sin cielo raso.



Fuente: Shigeru Ban Architects (1995).

- Iluminación.

Durante el día, el techo es la mayor fuente de luz interna, también se cuenta con tres ventanas, estas tienen doble panel, para permitir el paso de luz, pero a su vez dar privacidad. Durante la noche la iluminación proviene de una fuente artificial central de dimensiones amplias que permite iluminar todo el espacio.

Fotografía 11. Paper Log House, vista interna habitada.



Fuente: Shigeru Ban Architects (1995).

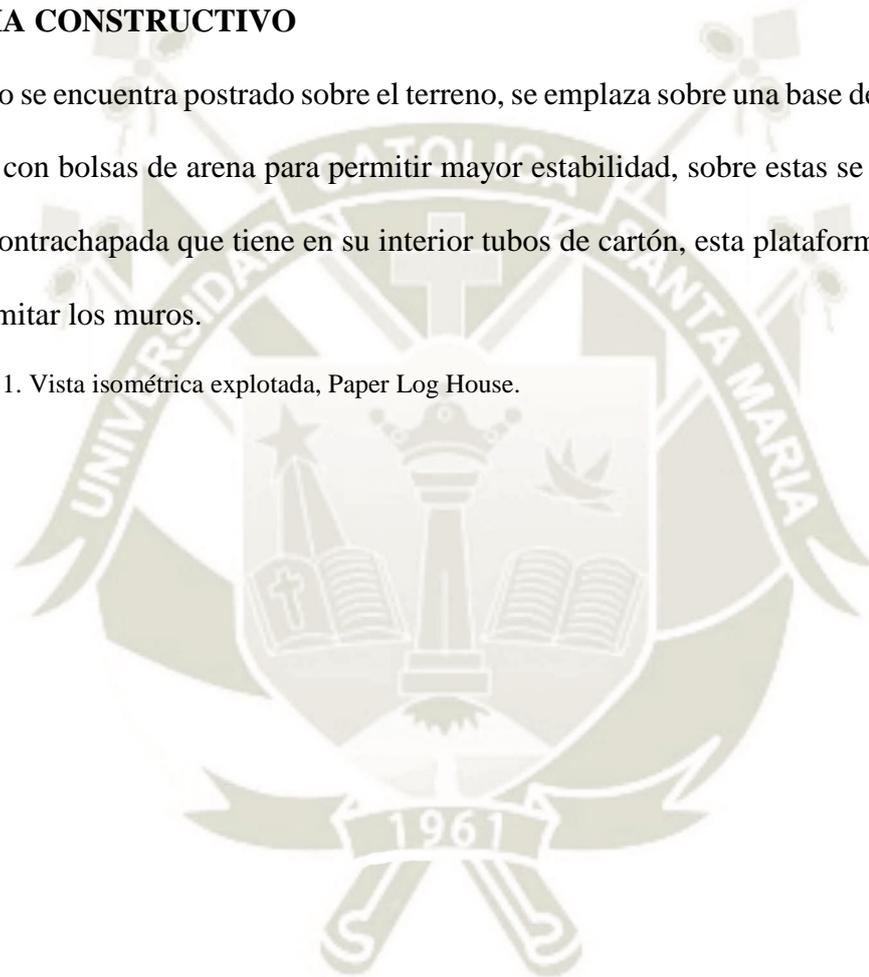
- Acústica.

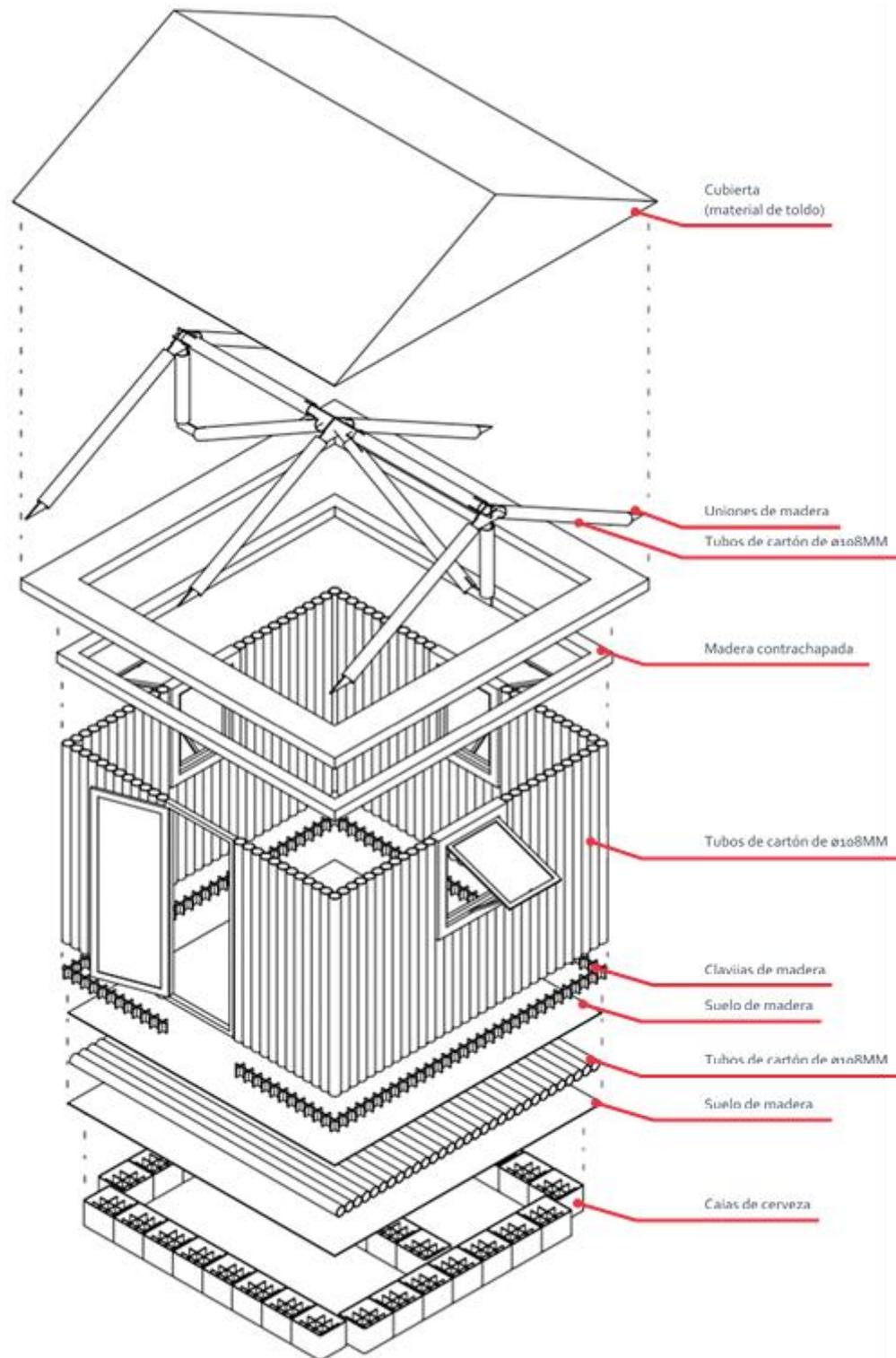
En muchas ocasiones, las viviendas de emergencia presentan problemas en cuanto al ruido, al no ser considerado importante en las etapas de diseño, en este refugio, sin embargo, la forma cilíndrica de los tubos de cartón ayuda a difuminar las ondas sonoras dentro y fuera del espacio, permitiendo un aislamiento acústico y brindando privacidad dentro del refugio.

### **SISTEMA CONSTRUCTIVO**

El módulo se encuentra postrado sobre el terreno, se emplaza sobre una base de cajas de cerveza cada una con bolsas de arena para permitir mayor estabilidad, sobre estas se posa una base de madera contrachapada que tiene en su interior tubos de cartón, esta plataforma sirve de marco para delimitar los muros.

Ilustración 1. Vista isométrica explotada, Paper Log House.





Fuente: Shigeru Ban Architects (1995).

Los muros están conformados de tubos de cartón de 10.8 cm de diámetro y 4 mm de espesor, estos se unen unos a otros gracias a una esponja a prueba de agua que sella las uniones e impermeabiliza el interior, los tubos de cartón se unen a la madera del suelo a través de perfiles

de madera que sobresalen del piso, estos muros contienen un solo vano por paño para no disminuir la integridad estructural de los muros, a su vez, los vanos están enmarcados por madera, estos trabajan junto con los muros de cartón para soportar los pesos del techo.

El techo es liviano, formado por una cobertura de lona utilizada para toldos y amarrada a los tubos de cartón a través de cuerdas y tensores que la estiran en dirección al suelo, los tubos de cartón de la estructura del techo se unen entre sí gracias a secciones de madera contrachapada.

### **SOSTENIBILIDAD**

La mayoría de materiales utilizados proviene de materiales reciclados, el sistema utilizado permite un desmantelado rápido. Siendo el material predominante el cartón, realizar un proceso de reciclaje con el mismo, se convierte en una tarea más sencilla para los usuarios, los paneles de madera para las ventanas y puertas, así como el toldo pueden ser reutilizados en otra construcción de ser necesario, en sí el proyecto permite construir un refugio de bajo impacto ambiental, costo y fomenta el desarrollo de una economía circular.

### **3. PROYECTO FOCAPREE**

Fotografía 12. Módulos de la empresa Eternit S.A., ganadora del concurso de vivienda temporal en las 4 modalidades por ámbito geográfico.



Fuente: FOCAPREE, ONG CARE Perú.

**Nombre del proyecto:** Proyecto FOCAPREE.

**Ubicación:** San Martín, Piura, Cusco y Puno; Perú.

**Año:** 2012.

**Área de módulo:** 18.00 m<sup>2</sup>.

**Costo:** no especificado, como cifra referencial los módulos fabricados por la misma empresa, Eternit, para el desastre del Niño Costero de 2017 tuvieron un costo de S/ 10,523.50.

**Tiempo de armado:** 1 día, entre dos personas con capacitación básica.

**Responsables:** Eternit, ganadora del concurso: Con módulos de viviendas temporales nos preparamos para la emergencia.

### 3.1. DESCRIPCIÓN

Para hacer frente al problema de viviendas de emergencia se forma una alianza conformada por distintos organismos:

- CARE, una organización internacional de desarrollo con sede en Perú y más de 70 países apoyando a comunidades con programas para erradicar la pobreza y problemas subyacentes.
- USAID, una organización con sede en más de 100 países, encargada de promover la prosperidad económica, democracia, salud, seguridad, sostenibilidad, educación y brindar ayuda humanitaria.
- El Grupo de Trabajo Empresarial de Apoyo en Caso de Desastres, creado en 2011 e integrada por distintas entidades con la finalidad de juntar esfuerzos para brindar apoyo en el ámbito nacional.
- El SINAGERD, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, creado en el 2011 con la finalidad de unir esfuerzos en la gestión de riesgo en el ámbito nacional, compuesto de representantes del gobierno central, el consejo nacional de gestión de riesgo de desastres, el CENEPRED, el INDECI, gobiernos regionales y locales, el CEPLAN, entidades públicas, privadas y la sociedad civil.

Gracias a esta alianza nace el proyecto de Fortalecimiento y capacidades en preparación para emergencias SAT y viviendas temporales abreviado como FOCAPREE, este tiene como objetivo la sistematización de resultados y logros del concurso de módulos temporales de vivienda o MTV, estos módulos se plantean como una respuesta o elemento provisorio en situaciones de desastre. El comité tuvo la misión de calificar las propuestas presentadas por empresas del sector privado, considerando una serie de lineamientos, los principales fueron: un área mínima por persona de 3.5 m<sup>2</sup>, con un mínimo de 18 m<sup>2</sup> por módulo, la fácil instalación y producción de los módulos, la adecuación al entorno geográfico y climático, condiciones de confort, materiales con posibilidad de manufactura conforme a la escala de la demanda, la posibilidad de conexiones para instalaciones sanitarias y eléctricas, y la optimización del espacio en relación al mobiliario; para esto se eligieron 4 ámbitos geográficos, Cusco, Piura, Puno y San Martín, cada una de estos ámbitos en representación de zonas geográficas y climáticas comunes dentro del territorio nacional, ya sea por su ubicación en altura, comúnmente mayor a 3500 metros, valles interandinos, zonas costeras o de la Amazonía. En total se presentaron 54 módulos de los cuales Eternit S.A. y Construyasucasa S.A.C. ganaron el primer y segundo puesto respectivamente en las 4 categorías.

### **3.2. ANÁLISIS**

#### **CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS**

Las propuestas se presentaron en 4 climas y geografías diferentes, para el caso de Cusco se tomaron 3 lugares de referencia, Lucmabamba, de climas cálidos en comparación a otras zonas pobladas del departamento, presentando temperaturas que oscilan entre los 30°C y 10°C ya que posee menor altitud con 2082 m.s.n.m., Huacarpay y Zurite, con una altitud de 3162 y 3405 m.s.n.m. cada uno respectivamente, a diferencia del primero, poseen temperaturas más bajas entre los 22°C y 2°C. La geografía de Cusco se ubica entre varias cuencas al encontrarse entre valles interandinos, posee una topografía accidentada en gran parte del territorio habitado, pero

también se encuentran zonas planas, las que serían aptas para ubicar viviendas de emergencia. Así mismo, al ubicarse en esta zona, las lluvias son constantes en ciertas épocas del año. Debido a estas condiciones, las viviendas plantean techos a dos aguas para contrarrestar los efectos de las lluvias; módulos pegados al suelo, vanos reducidos y división interna de los ambientes para ayudar a almacenar el calor en el interior.

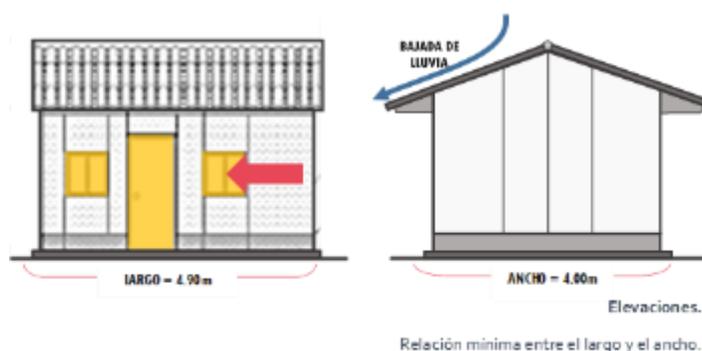
Imagen 14. Módulo temporal para Cusco, adecuación al clima.



Fuente: Elaboración propia.

En Puno se consideraron dos localidades, Balsapata y Orcco Huayta, con alturas de 3821 y 3930 m.s.n.m. respectivamente, su clima es frío, con temperaturas mínimas de  $-5^{\circ}\text{C}$ , y vientos helados, la estrategia utilizada es similar a la utilizada en el módulo de Cusco, siendo la única diferencia sustancial la distribución en planta, al tener el ingreso no en el centro, sino más próximo a un costado y tener proporciones más cuadradas lo que permite una menor área interna afectada por el ingreso de vientos.

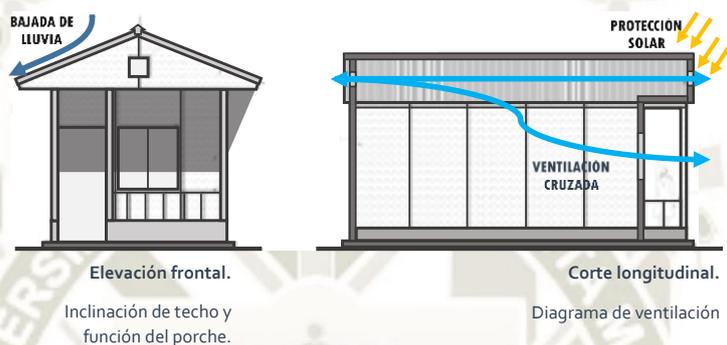
Imagen 15. Módulo temporal para Puno, adecuación al clima.



Fuente: Elaboración propia.

En Piura, las localidades escogidas eran: la Matanza, Curamori y Vichayal, sus climas son templados y lluviosos por lo que la propuesta del módulo tiene un techo a dos aguas, posee un porche en el ingreso cubierto del sol y la lluvia lo que aclimata el interior de la vivienda, en la parte superior se encuentra un vano en las fachada frontal y trasera para fomentar la circulación de aire permitiendo una ventilación cruzada.

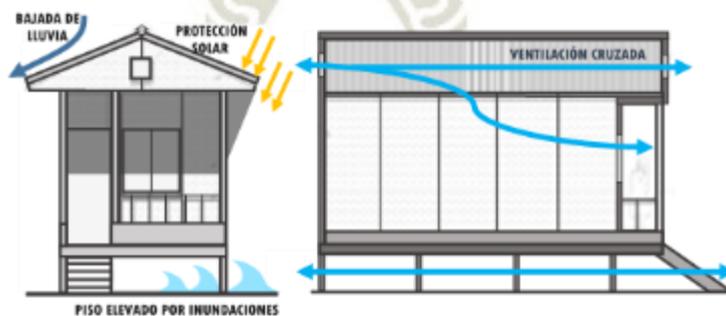
Imagen 16. Módulo temporal para Piura, adecuación al clima.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de San Martín, en la Amazonía, se eligieron las localidades de Tocache, Bajo Viabo y Jepelacio, poseen un clima templado con una humedad relativa alta, lo que provoca lluvias constantes en distintas épocas del año, para esto se elevó el módulo del suelo para evitar así el contacto con el agua de las lluvias, cuenta con un porche que ayuda a aclimatar el interior del ambiente y vanos que permiten ventilación cruzada.

Imagen 17. Módulo temporal para San Martín, adecuación al clima.



Fuente: Elaboración propia.

## FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

- Distribución general.

Los módulos poseen un área superior a los 18 m<sup>2</sup>, están pensados para emplazarse unos junto a otros en hilera dejando un área intermedia en caso de que una vivienda suponga un riesgo a la otra y así no se vea afectada.

- Organización funcional del módulo.

Para el módulo de Cusco y Puno, se divide el espacio en dos habitaciones, una más privada y una más pública ubicada junto al ingreso. Para el módulo de Piura, de la misma forma se divide el espacio en dos, pero se cuenta con un porche de ingreso, espacio que marca una diferencia mayor entre el interior y el exterior. En el caso de San Martín el módulo presenta una sola habitación, no hay distinción interior de dominios, y el espacio es multifuncional, se cuenta también con un porche de ingreso.

Imagen 18. Diagrama funcional de los módulos temporales.

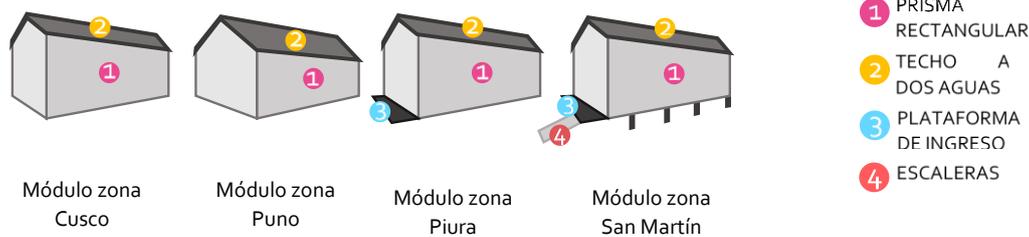


Fuente: Elaboración propia.

## FORMA Y VOLUMETRÍA

En cuanto a la forma, los módulos siguen la forma de un prisma rectangular enmarcado por un techo a dos aguas en los cuatro casos, es en el módulo para Piura y San Martín donde se presenta un porche, este espacio semi-abierto permite a la vivienda ser más permeable y tener más grados de control, a su vez jerarquiza el ingreso, en la vivienda de San Martín el suelo elevado diferencia a la vivienda del terreno circundante donde se emplaza.

Ilustración 2. Diagrama Formal.



Fuente: Elaboración propia

## ESPACIALIDAD

### - Materialidad

En cuanto a materialidad los muros son de placas de fibrocemento, este no expresa mucha textura y puede ser pintado de diferentes colores, los techos, del mismo material, pueden ser cubiertos por tejas o calaminas, se proponen tejas para la región de Cusco y Puno ya que ayudaría a mimetizar a los módulos con las viviendas locales, las barandas y escaleras pueden ser de madera y/o metal. El acabado de los materiales, aunque convencional, permite desarrollar la idea de habitar una vivienda más permanente y segura.

Fotografía 13. Techos de teja en la ciudad de Cusco.



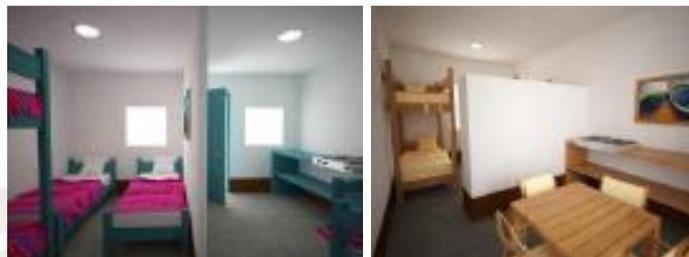
Fuente: Carlie Beltran (2018).

### - Iluminación.

La iluminación natural en el interior de los módulos es adecuada para las dimensiones internas del módulo, menores a 5 metros, en las viviendas de Cuzco y Puno, siendo el único inconveniente alguna obstrucción por causas externas que impida el paso de la luz en el frente donde se ubican los vanos; y en el caso de Piura y San Martín estos módulos hacen uso de

ventanas en la parte frontal y posterior, en todos los casos se cuentan con instalaciones eléctricas que aportan luz artificial en las noches.

Imagen 19. Iluminación de los módulos de Cusco y Piura.



Fuente: FOCAPREE, ONG CARE Perú (2013).

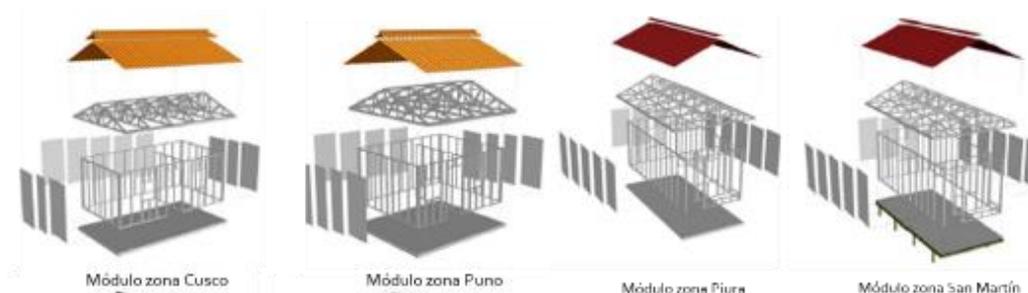
- Acústica.

El sistema utilizado en los muros de los 4 módulos es el mismo, fibrocemento, adicionalmente se utiliza lana de fibra de vidrio en el interior, esto ayuda a ofrecer aislamiento acústico y térmico, no absorbe la humedad y es de fácil implementación.

### SISTEMA CONSTRUCTIVO

El proyecto se ha realizado con sistema de construcción en seco o Drywall en base a una estructura ligera de perfiles metálicos de acero galvanizado, estos conforman el armazón de los muros y tijerales de los techos, a su vez se ve acompañado de placas de fibrocemento, interiormente encontramos lana de fibra de vidrio, material utilizado para darle mayor confort y privacidad a las viviendas, esta estructura, en todos los casos propuestos se posa sobre una plataforma, elevando la vivienda del suelo, pero es en el módulo de San Martín en donde se eleva aún más toda la estructura a través de pilotes que la separan del suelo.

Ilustración 3. Isometrías explotadas de los 4 diferentes módulos.



Fuente: FOCAPREE, ONG CARE Perú (2013).

## SOSTENIBILIDAD

El proyecto no fomenta la intervención de materiales o técnicas locales, la fabricación de los módulos recae en la empresa privada que provee los diseños y los materiales para su fabricación, pero al requerir de mano de obra con capacitación básica, la población afectada puede cumplir con esta tarea, siempre y cuando se le brinden las herramientas adecuadas para desarrollar la construcción, de esta forma la población adquiere nuevos conocimientos técnicos que pueden ser favorables para su desenvolvimiento a futuro en campos de construcción o mantenimiento, ya sea para implementación en proyectos propios o de terceros.

### 4. PROYECTO CHACRAS, VIVIENDA EMERGENTE PRODUCTIVA.

Fotografía 14. Vivienda emergente productiva, Proyecto Chacras.



Fuente: Eduardo Cruz y Natura Futura (2016).

**Nombre del proyecto:** Proyecto Chacras.

**Ubicación:** Chacras, Arenillas, Ecuador.

**Año:** 2016.

**Área de módulo:** 30.00 m<sup>2</sup>.

**Costo:** los materiales fueron donados y la mano de obra se llevó a cabo por voluntarios, por lo que no se tiene un costo exacto.

**Tiempo de armado:** 10 días.

**Responsables:** los responsables del diseño fueron Natura Futura Arquitectura y el Colectivo Cronopios, con la colaboración de Don Velfor, Joao, Gabriela Torres, Eduardo Cruz, Christian

Bravo. Fausto Quiroz, José Gómez, Verónica Alvarado, Víctor Torres, Lorena Torres, Betty Alvarado, Diana Alvarado, Xavier Carrera, Leopoldo Bravo, Jamil Jara, Gonzalo Chávez, Todos somos Ecuador, Cuerpo Militar Arenillas, Wagner Aguirre, Juan Sánchez, Ing. Macas, Santiago Arcos y Lylibeth Coloma.

#### **4.1. DESCRIPCIÓN**

El proyecto nace luego de la necesidad de vivienda de una familia de 5 personas, luego del terremoto de abril del 2016 en Ecuador, el terremoto dejó sin vivienda ni trabajo a la familia, y es gracias al Colectivo Cronopios, de ayuda social y a Natura Futura un estudio de arquitectura que nace la iniciativa de informar a la comunidad con el fin de recolectar materiales y juntar voluntarios para apoyar la construcción de una vivienda para la familia.

La localidad de Chacras en la provincia de Oro posee una cercanía a Perú casi directa por el lado de Tumbes, y existe mucha influencia entre las dos regiones, la familia encontró asilo en la casa de familiares pero gracias al proyecto se les hizo posible construir en un terreno de 10 por 12 metros cuadrados, la construcción dependía de factores locales, como el clima cálido, la necesidad de una vivienda con ventilación, condición que se resolvió a través de sistemas pasivos, se eligió materiales fáciles de recolectar como pallets sobre bases de concreto y ladrillos.

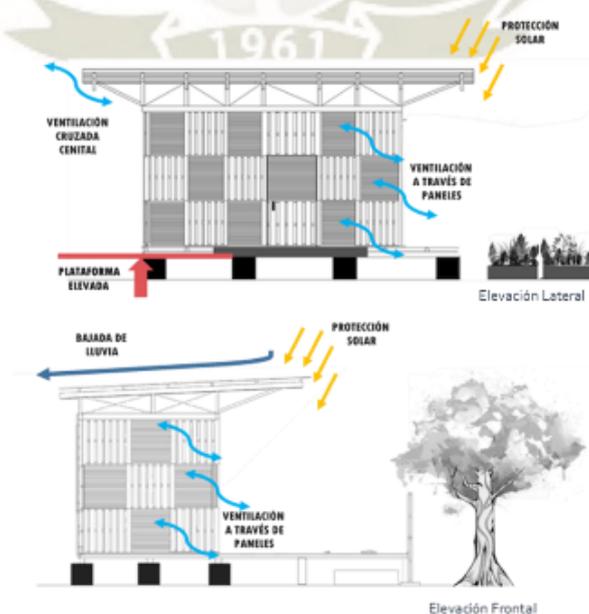
La construcción de la vivienda tomó un periodo de 10 días, constituyéndose de un módulo principal, uno de servicios sanitarios, separado del principal, y un área libre para diferentes usos, acompañado de un huerto. La concepción del proyecto se rige por su sostenibilidad ambiental, social, el trabajo en materiales y técnicas locales, considerando que estos pudieran ser replicadas por otros en las mismas condiciones con facilidad.

## 4.2. ANÁLISIS

### CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS

La temperatura en la localidad de Chacras varía desde los 19°C a los 27°C, tiene precipitaciones leves durante todo el año, pero estas son más predominantes en los meses de febrero y marzo, el clima es generalmente cálido. Los sistemas de aclimatación interior se componen de ranuras por donde atraviesa el aire encontradas en los pallets, los muros están contruidos a través de una cuadrícula compuesta de llenos y vacíos, siendo los pallets el lleno y módulos de madera con varillas espaciadas, el vacío; las ventanas compuestas de estos últimos, son abatibles, asimismo el espacio central de cocina posee un muro hacia el espacio abierto que puede abrirse completamente, de esta forma la cocina se convierte en un espacio semi-abierto, el techo, espaciado de los muros por una abertura, permite la salida del aire caliente que se acumula en el interior, se sostiene por una estructura de madera cubierta de calaminas a un ángulo que ayude a evacuar el agua proveniente de las lluvias adecuadamente. El terreno donde se emplaza el proyecto es plano y en caso de replicarse en otro sitio, es recomendable nivelar el suelo en su totalidad.

Gráfico 9. Esquemas de Acondicionamiento Climático y Geográfico.



Fuente: Elaboración propia.

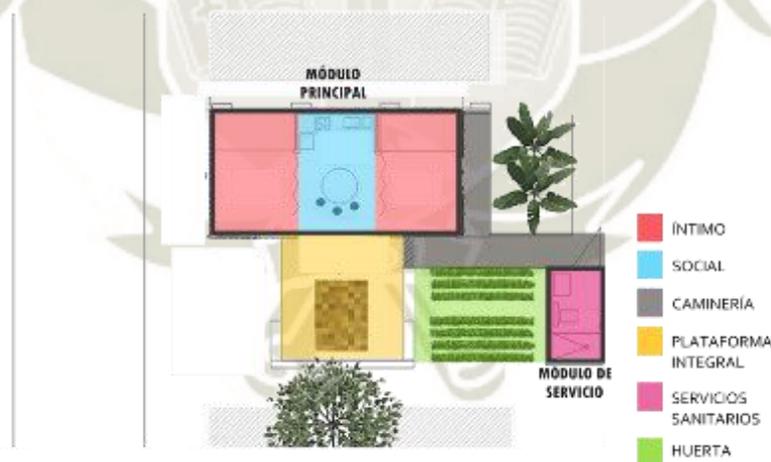
## FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

- Distribución general.

La vivienda se ubica en un terreno libre de 10 por 12 metros cuadrados, consta de un bloque principal donde se ubican dos dormitorios y una cocina; un baño, una plataforma de uso integral, para actividades múltiples; y una huerta productiva al aire libre, el área del bloque principal es de 23.10 m<sup>2</sup>, contiene una cocina que se puede expandir a la plataforma exterior, asimismo el módulo sanitario tiene un área de 4.40 m<sup>2</sup> con un lavatorio, un inodoro y una ducha; existen caminerías externas que unen el módulo principal, el de servicios, la plataforma de expansión y la huerta.

La distribución de espacios viene regida por sucesivos grados de intimidad, con excepción de los baños, que por cuestiones higiénicas y de mantenimiento está separado del resto de áreas útiles.

Ilustración 4. Diagrama de distribución.



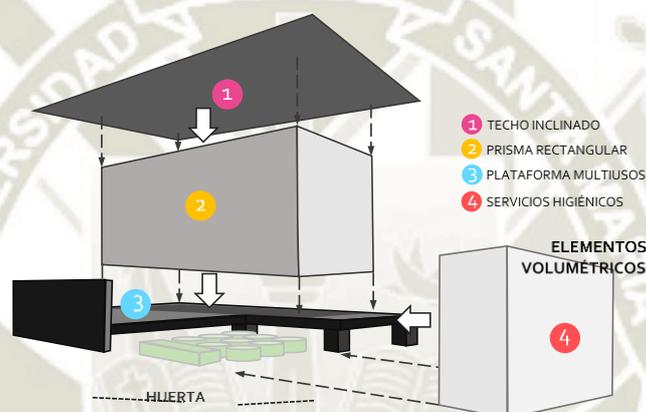
Fuente: Elaboración propia.

## FORMA Y VOLUMETRÍA

El proyecto hace provecho de los módulos gracias a los pallets para alcanzar alturas de más de 3 metros con un mínimo de material, brindando confort interior y amplitud espacial en un sentido vertical, la altura brinda al bloque principal jerarquía, más de lo habitual tratándose de

una vivienda emergente, convirtiéndose en un referente visual, el techo a su vez ayuda generar remates tanto externos como internos que permiten abrirse a la vivienda al exterior a pesar de la contundencia y rigidez del volumen principal, el segundo volumen, donde se ubican los servicios higiénicos, pasa desapercibido a simple vista al estar tras un muro de jardineras, y, su altura es menor en comparación con el bloque principal; el espacio exterior creado por los dos volúmenes se encuentra delimitado por una plataforma de usos múltiples elevada del suelo y con la misma calidad material encontrada en el piso interno.

Gráfico 10. Diagrama formal de la vivienda emergente.



Fuente: Elaboración propia.

## ESPACIALIDAD

### - Materialidad

Esta vivienda emergente nace de la idea de reutilizar materiales reciclados, pallets de madera de pino y una estructura también de madera reciclada, estos poseen la suficiente resistencia para constituir módulos y ofrecen una uniformidad en las texturas del interior y el exterior, para las ventanas, se utilizan tiras de madera reciclada y material de desecho, lo que permite crear celosías, interiormente el mobiliario fijo se constituye de camas, mesas, una mesada para la cocina, elementos construidos a base de pallets, adicionalmente cajas de frutas se utilizan para crear repisas y cajones en la cocina, la madera transmite una sensación de naturaleza dentro de la vivienda al ser utilizada no solo en muros y suelos sino también en el mobiliario, el techo,

cuya construcción consta de tijerales de madera se encarga de soportar una calamina de zinc que deja entrever el cielo entre su separación con los muros; en la cocina y el muro externo de los servicios higiénicos, se cuelgan cajas recicladas y clavadas a los muros, ya sea para funcionar como repisas o jardineras, el huerto se delimita por llantas que diferencia a las plantas del suelo transitable.

Ladrillo y cemento son utilizados en las columnas que soportan la plataforma de la vivienda, esta es la única excepción en que se utilizan estos materiales de cualidades más permanentes, este planteamiento refuerza la idea de reciclaje y conexión con un entorno natural.

Fotografía 15. Llantas, pallets y cajas de madera recicladas.



Fuente: Eduardo Cruz y Natura Futura (2016).

- Iluminación.

Los pallets utilizados, al igual que las celosías de las ventanas, poseen una separación entre cada tabla o tira, permitiendo que la luz ingrese de forma más dramática al producir una sucesión de luces y sombras al interior, esta constituye la mayor fuente de luz, pero no la única, ya que por el techo se produce el ingreso de luz de manera directa, luz que dependiendo del ángulo solar puede iluminar distintos ambientes a distintas horas; la luz artificial produce el mismo efecto entrecortado que se produce durante el día en el interior, pero durante la noche y a los espacios externos, lo que reduce la necesidad de luz artificial auxiliar al exterior.

Fotografía 16. Iluminación natural y artificial en la vivienda.



Fuente: Eduardo Cruz y Natura Futura (2016).

- Acústica.

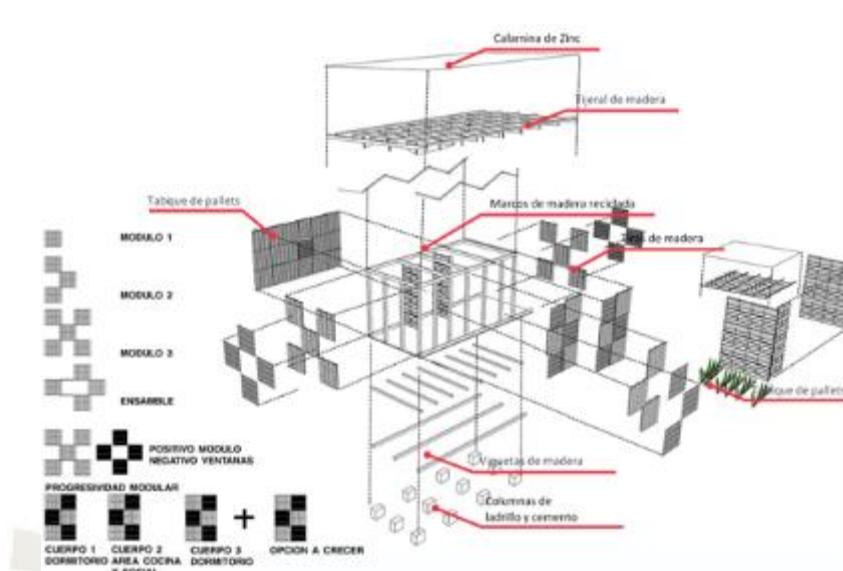
Las cualidades acústicas de la madera ayudan a disipar las ondas sonoras en los espacios, este efecto se da en los muros, los suelos e inclusive en las celosías que componen las ventanas, de esta forma no se sacrifica la privacidad a pesar de la cantidad de aberturas.

### **SISTEMA COSNTRUCTIVO**

La vivienda se posa sobre una serie de columnas de ladrillo y concreto formando una plataforma base para toda la construcción, sobre estas se posan una serie de viguetas de madera que se unen a las columnas y entre sí mismas, este entramado conforma el suelo y están recubiertas por tablones de madera para crear una plataforma estable.

Sobre la plataforma del suelo se posan marcos de madera que pasan a conformar la estructura de los muros, los muros son recubiertos alternativamente de módulos de pallets o tiras de madera reciclada, lo que crea una serie de llenos y vacíos, una fachada cambiante, las secciones de pallets se unen ligeramente entre sí, en el caso del módulo de servicios los muros son sólo de pallets y generan una fachada uniforme cerrada, la plataforma exterior, al igual que la interior, posee un sistema de viguetas de madera que la sostiene y mantiene elevada del suelo. Por último, el techo se posa sobre una serie de tijerales que permiten una inclinación hacia uno de sus lados, sobre estos tijerales de madera se posan un conjunto de calaminas de zinc, la estructura del techo sobresale de los márgenes que delimitan los muros para ofrecer sombra y protección contra las lluvias hacia los costados de la vivienda.

Ilustración 5. Isometría explotada y ensamblaje de muros.



Fuente: Natura Futura Arquitectura (2016).

## PROGRAMA

Tabla 4. Programa Cualitativo.

AMBIENTES	ÁREAS
<b>ÁREAS TECHADAS</b>	
HABITACIÓN 1	7.92 M2
HABITACIÓN 2	7.92 M2
COCINA	7.26 M2
BAÑO	3.75 M2
<b>TOTAL ÁREAS TECHADAS</b>	<b>26.85 M2</b>
<b>ÁREAS LIBRES</b>	
PLATAFORMA MULTIUSOS	12.60 M2
HUERTA	10.00 M2
PATIO	70.55 M2
<b>TOTAL ÁREAS LIBRES</b>	<b>93.15 M2</b>

<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>120.00 M2</b>
-------------------	------------------

Fuente: Elaboración propia.

## SOSTENIBILIDAD

La vivienda emergente propuesta tiene la particularidad de ofrecer a la familia una forma de sustentarse económicamente a sí misma, al ser una vivienda productiva con posibilidades a desarrollar diferentes actividades, su construcción no depende de mano de obra calificada, y en relación a su tamaño, su tiempo de armado es corto, los materiales utilizados son reciclados y pueden volver a reutilizarse a futuro lo que permite dejar una menor huella ambiental en el medio.

## 5. PROYECTO EFÍMERO, MODELO DE HÁBITAT DE EMERGENCIA

Ilustración 6. Esquema de módulo terminado.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

**Nombre del proyecto:** Proyecto Efímero.

**Ubicación:** Colombia.

**Año:** 2012.

**Área de módulo:** 26.45 m<sup>2</sup>.

**Costo:** no especificado.

**Tiempo de armado:** su construcción es prefabricada, con un tiempo de armado de un día en el sitio.

**Responsables:** Nicolás Trujillo Gómez, proyecto presentado para conseguir el título de arquitecto.

## 5.1. DESCRIPCIÓN

El clima en Colombia es de zonas de frío extremo cerca a los nevados a calurosas en áreas de altura baja en relación al mar, presenta corrientes de viento diversas y otros fenómenos por la convergencia entre el Niño y la Niña, presenta dos temporadas secas y dos de precipitaciones durante el año, cuando estos fenómenos convergen en localidades cercanas a la costa pueden dejar cientos de afectados por el aumento imprevisto de precipitaciones, la influencia de tsunamis y otros fenómenos meteorológicos. En esta zona también se registran terremotos ocasionados por la convergencia de distintas placas tectónicas como lo son las de Nazca, del Caribe y Sudamericana suelen dejar estragos y afectan las infraestructuras públicas y privadas, por último, fenómenos naturales como volcanes, de carácter menos recurrente, pero de igual o mayor afectación que los terremotos, pueden desplazar a grandes grupos de sus localidades. Colombia es parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, zona es propensa a distintos desastres entre terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas; en 2010 luego de una recolección de datos de los últimos 30 años Colombia presentó una cantidad promedio de desastres anual de 597 desastres, superando a países como Perú, México y Argentina, la cantidad de desastres que azotan al país han dejado incontables pérdidas humanas, económicas y sociales. La principal motivación detrás de este proyecto es la de encontrar una solución a la prevención para desastres en grandes y pequeñas escalas, que no sólo contemplen viviendas, sino el desarrollo integral de las comunidades afectadas, en ámbitos de seguridad, salud, educación, servicios de abastecimiento de alimentos, salubridad, etc.

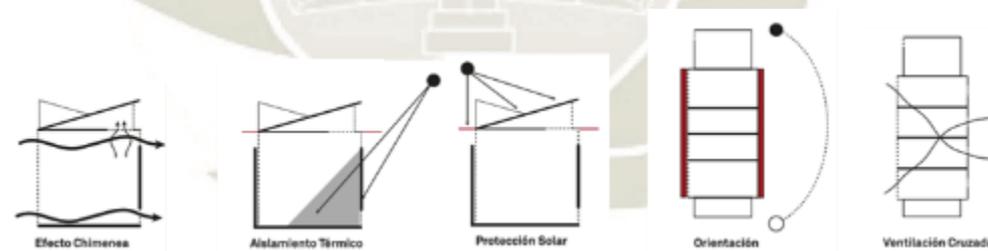
## 5.2. ANÁLISIS

### CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS

Los módulos propuestos proponen una adaptación a distintos tipos de terrenos al sostenerse a base de patas telescópicas que se pueden regular a distintas alturas independientemente unas de las otras, a través de estas también se separa la plataforma que constituye el suelo del módulo con el terreno donde se emplaza, una rampa desplegable sirve de ingreso.

Se utilizan techos inclinados para permitir la evacuación de las lluvias adecuadamente. Para aprovechar los climas soleados se utilizan paneles fotovoltaicos sobre los techos. Los paneles que componen los muros están fabricados a base de una doble capa, la primera formada por una rejilla y la segunda por paneles abatibles, esto permite regular la temperatura interna de los módulos a merced de los usuarios, rejillas de ventilación también son utilizadas en las aberturas entre los muros y el techo. Se utilizan aleros que protegen al interior y a los distintos vanos cubriéndolos en caso de precipitaciones y disminuir el impacto del sol.

Ilustración 7. Esquemas de acondicionamiento climático.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

### FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

- Distribución general.

Se plantea un esquema de organización con calles y pasajes a partir de grupos de 4 módulos juntos, estos poseen un área central con tanques cisterna de agua, zonas de lavandería y acopio de basura y reciclaje; las áreas entre los módulos restante y las calles originadas se utilizan

como espacio público, esta agrupación de 4 módulos tiene la capacidad de albergar de 16 a 20 personas, 4 a 5 por módulo.

Ilustración 8. Tipología de agrupación de 4 núcleos familiares.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

Estas agrupaciones se pueden articular en 16 módulos, con una zona central de comedores y cocinas populares, áreas de recreación fijas y una trama más diferenciada, la capacidad de estas agrupaciones es de 80 personas.

Ilustración 9. Tipología de agrupación de 16 núcleos familiares.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

Cuando los afectados superan esta capacidad es necesario satisfacer distintos servicios, se plantea una agrupación mayor que consta de 3 grupos residenciales de 16 núcleos cada uno,

estos enmarcan en su área central una serie de equipamientos educativos, de salud, administrativos y de almacenaje.

Ilustración 10. Agrupación de 48 núcleos familiares y equipamientos.

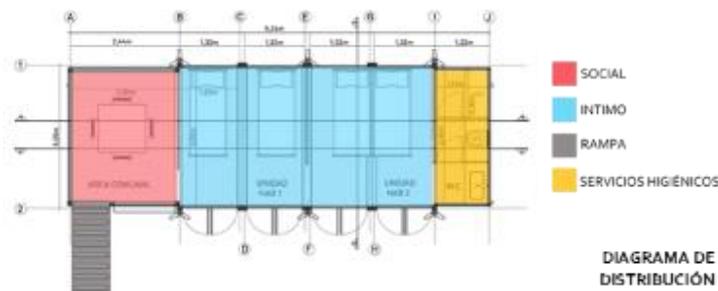


Fuente: Proyecto Efímero (2012).

- Organización funcional del módulo.

El módulo tiene un área techada de 26 metros cuadrados, de esta el área social se ubica en el ingreso, subiendo por una rampa que separa el módulo del suelo, las habitaciones son una serie de espacios de 1.30 metros de ancho cada uno, estas habitaciones pueden contener una cama de una plaza o si se agrupan de a dos una cama más grande para dos personas en simultaneo, siguiendo por la circulación marcada por los ingresos a las habitaciones, se encuentran los servicios higiénicos, contienen una ducha, un inodoro y un lavamanos, estos se separan por puertas que permiten usar cada habitación independientemente de la otra.

Imagen 20. Diagrama de distribución.

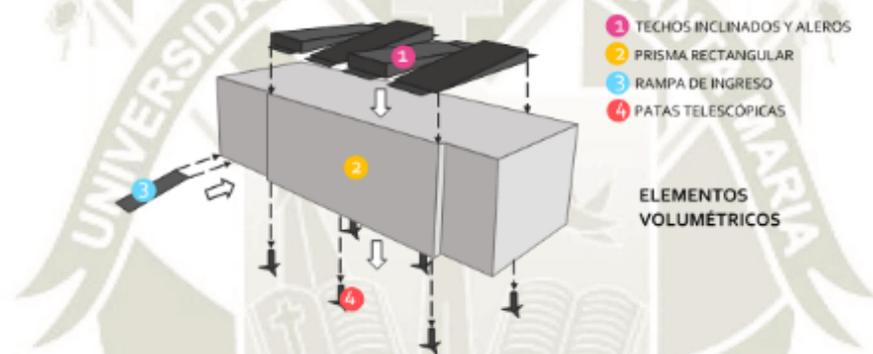


Fuente: Elaboración propia.

## FORMA Y VOLUMETRÍA

El módulo se compone de una sola forma prismática rectangular alargada, con un techo plano en la zona de ingreso, y donde se ubican los servicios higiénicos, la zona de las habitaciones presenta techos inclinados hacia ambos lados, este a su vez se extiende gracias a una serie de aleros, todo el módulo se encuentra elevado y unido al suelo mediante una rampa, a excepción de esto no se encuentra ningún otro elemento que sobresalga del volumen principal de la vivienda, paneles fotovoltaicos dan un acabado distinto a los techos cuya inclinación se alinea con la dirección de rayos solares predominantes.

Ilustración 11. Diagrama volumétrico.



Fuente: Elaboración propia.

En caso de necesitar más espacio, al ser un elemento modular y prefabricado se puede extender el espacio interno con una unidad habitacional más, permitiendo una capacidad de 6 personas, esto da como resultado un bloque de mayor dimensión, en su eje longitudinal.

Imagen 21. Posible Extensión del módulo.



Fuente: Proyecto Effmero (2012).

## ESPACIALIDAD

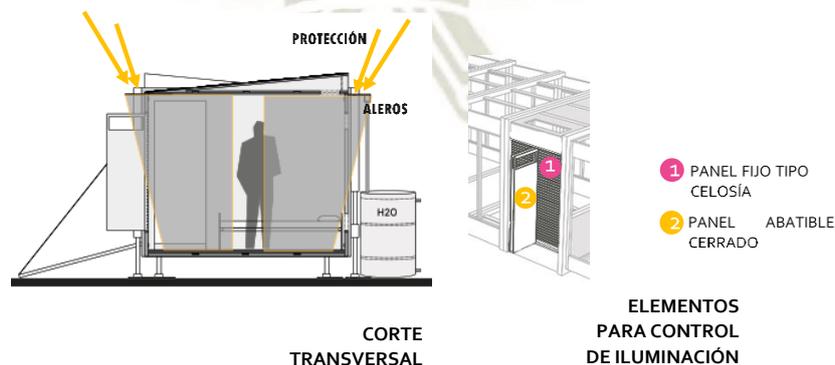
- Materialidad.

El sistema utilizado utiliza polietileno de alta densidad para los marcos estructurales, y poliuretano inyectado para el relleno de muros, dando un acabado uniforme al interior. Los paneles también se componen de este material, los aleros y techos, se aprecia solo una diferencia en los techos cubiertos con paneles fotovoltaicos con un acabado reflectante y oscuro, la inclinación de los techos desemboca en una canaleta de aluminio que dirige el agua a un centro de recolección, las patas telescópicas que sostienen los marcos y toda la estructura son de acero, este es el único material en todo el módulo que da brinda un sentido más permanente a la vivienda, esto permite ver al módulo como un producto que inspirado por sus materiales pueda ser producido en masa y refuerza su carácter efímero.

- Iluminación

Debido a las distintas variantes de clima existen diferentes formas de regular la iluminación, los aleros que sobresalen del techo, ayudan a controlar la luz solar directa en las habitaciones, a su vez, la doble capa de paneles permite ingresos de luz de forma más dramática o puede interrumpirla completamente, esto sin comprometer la privacidad de los usuarios.

Ilustración 12. Diagramas de elementos de control de iluminación.



Fuente: Elaboración propia.

## SISTEMA CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo del módulo inicia fuera del sitio, al ser prefabricado, esto supone que luego de transportar el módulo se empiece su montaje en el sitio, se requieren 4 pasos para su conclusión, el primero, en donde se extienden las 6 patas telescópicas principales, sosteniendo la zona de las habitaciones, posteriormente se despliega la unidad sanitaria y se despliegan sus patas telescópicas hasta nivelarse con el resto, del mismo modo el tercer paso consiste en desplegar la zona social y nivelarla, por último se ajustan los aleros, y paneles de cerramiento acorde a las condiciones climáticas del sitio y se despliega la rampa de ingreso.

Imagen 22. Proceso de montaje de módulos.



Fuente: Proyecto Effmero (2012).

Todos los elementos que componen el refugio son modulares, consiste de 17 piezas diferentes, desde marcos estructurales, paneles y cerramientos, cubiertas y otros complementos.

Imagen 23. Tipos de elementos modulares del refugio.

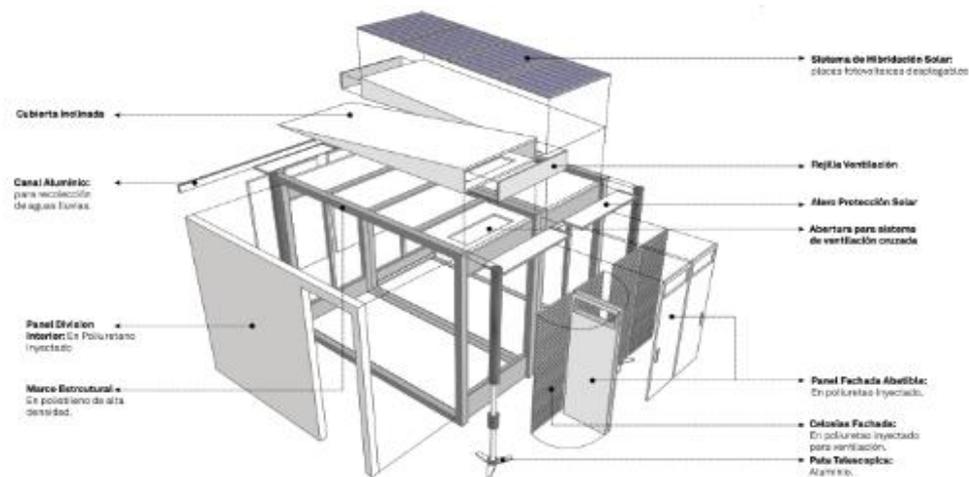


Fuente: Proyecto Effmero (2012).

Las piezas principales son marcos estructurales de polietileno de alta densidad, fabricado en moldes para facilitar su producción en masa, los muros se conforman de paneles divisorios de poliuretano inyectado, esta armazón se soporta en patas telescópicas de aluminio regulables, paneles de puertas y celosías conforman los muros restantes, también de poliuretano, las

cubiertas del techo, modulares, permiten sistemas de ventilación pasiva y canaletas de aluminio para redirigir el agua de la lluvia.

Ilustración 13. Isometría explotada.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

## PROGRAMA

Tabla 5. Programa Cuantitativo.

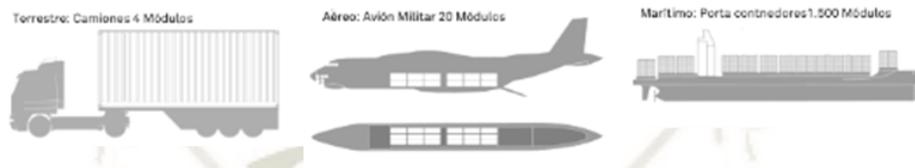
AMBIENTES	ÁREAS	
	PARCIAL	TOTAL
UNIDAD HABITACIONAL 1		8.20 M2
UNIDAD HABITACIONAL 2		8.20 M2
AREA COMUNAL		6.75 M2
SERVICIOS HIGIÉNICOS		3.30 M2
INODORO	1.15 M2	
DUCHA	1.15 M2	
LAVAMANOS	1.00 M2	
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>26.45 M2</b>

Fuente: Elaboración propia.

## SOSTENIBILIDAD

Al tener un sistema de armado en el que se despliega el módulo en el sitio y estar compactado durante el transporte se tiene como resultado una mayor cantidad de módulos transportados ya sea por vía terrestre, aérea o marítima.

Imagen 24. Cantidad de Módulos por Tipo de Transporte.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

Al densificar los servicios de almacenaje de agua, áreas de lavandería, centros de acopio de basura y reciclaje; se delimitan adecuadamente áreas de abastecimiento y recolección de basura facilitando su mantenimiento asegurando un orden y limpieza adecuados, ya que las áreas de recolección de basura en sitios emergentes suelen llegar a caer en decadencia e incluso con el tiempo traer consigo pestes y enfermedades, llegando a ser un inconveniente en procesos de reciclaje, asimismo un mantenimiento constante sugiere que los bienes materiales dispuestos a la población afectada no se degraden más rápidamente y se puedan reutilizar pasado su tiempo de uso inicial.

Imagen 25. Abastecimiento de agua y evacuación de desechos.



Fuente: Proyecto Efímero (2012).

## 6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

- Los refugios deben estar preparados para adaptarse a situaciones imprevistas como cambios bruscos de temperatura, la necesidad de ampliar o reducir un espacio en busca de privacidad, confort, etc.
- Los módulos deben implementar un sistema constructivo que la población afectada pueda aprender y replicar en un corto tiempo, esto supone que distintos grupos etarios puedan intervenir en el proceso constructivo con actividades según el rango de dificultad de la tarea a realizar.
- El diseño del refugio debe contemplar un sistema modular, para reducir el tiempo de armado y facilitar la sustitución de partes en caso de presentar fallas o inconvenientes, el sistema debe de contar preferiblemente con pocas piezas para prevenir errores y maximizar la eficiencia al construir.
- Los materiales a utilizarse deben tener un mínimo impacto ambiental, implementando elementos reciclados, y/o de preferencia, reciclables, sin que esto suponga un detrimento de la calidad espacial o integridad estructural; de esta forma, durante el proceso definitivo de reconstrucción, estos materiales puedan ser usados con el mismo fin u otro que sea de provecho para las personas afectadas.
- Los módulos de emergencia deben contar con un sistema de recolección y tratamiento de basura, instalaciones sanitarias y sistemas de recolección de agua de lluvias y, de ser necesario, plantear sitios designados para actividades comunales, desde cocinas, comedores, baños, lavanderías, etc.



# **CAPITULO IV**

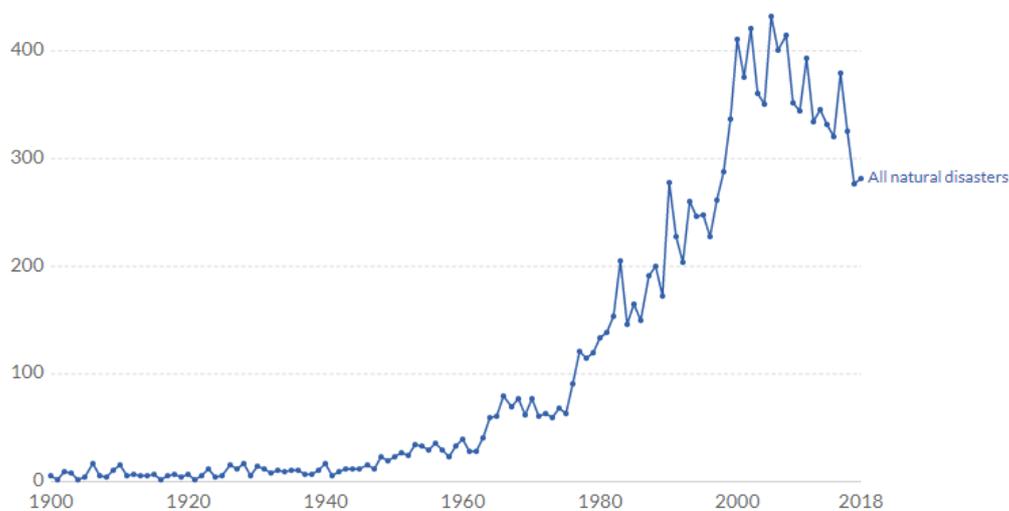
## **MARCO HISTÓRICO**

## 1. HISTORIA DE LOS DESASTRES

### 1.1. DESASTRES EN EL MUNDO

Los desastres presentan desafíos en todo el mundo, en las últimas décadas estos se han convertido en temas relevantes a atender, estos fenómenos pueden provenir de factores aislados o de su convergencia, lo que produce pérdidas enormes en todos los continentes sin excepción. En los últimos años, fenómenos de esta naturaleza se han incrementado de forma dramática y las medidas de prevención no se han aplicado al mismo ritmo, Europa y América del Norte han presentado cambios de temperatura extremos con mediciones récord, lo mismo sucede en países más al sur, en América y Asia, donde las lluvias y otros eventos meteorológicos han azotado a países a raíz de fenómenos cíclicos como el Niño, la Niña y otros de menor frecuencia. (Our World In Data, 2018)

Gráfico 11. Número de desastres desde el año 1900 al 2018.



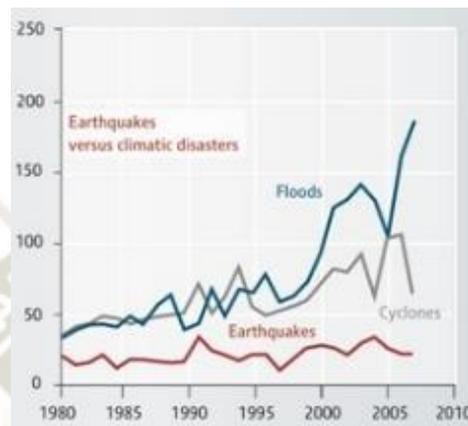
Fuente: Our World in Data (2018).

Si bien el tipo de desastre que más pérdidas humanas suele generar son los terremotos, su frecuencia no ha aumentado considerablemente en comparación con otros desastres de carácter meteorológico como inundaciones, huracanes o ciclones, esto demuestra que las medidas de prevención ante terremotos no se han implementado adecuadamente, pues originan complicaciones aun cuando estos no se han incrementado radicalmente en número a través de

los años. Por otro lado, los fenómenos meteorológicos, aunque no lleguen a causar tantas pérdidas humanas en comparación con terremotos de gran magnitud, si suelen tener un mayor impacto en el ámbito económico.

Gráfico 12. Comparación de cantidad de desastres entre terremotos y desastres climáticos.

Leyenda: Inundaciones (azul), Ciclones (gris) y Terremotos (rojo).

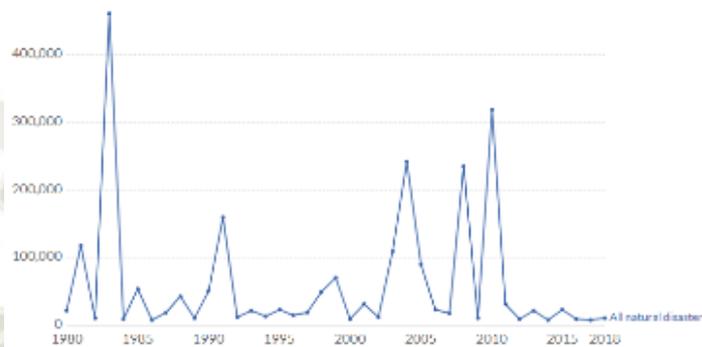


Fuente: CRED Reseña anual estadística de desastres (2006 - 2007).

Las pérdidas humanas en las últimas décadas han disminuido progresivamente desde los años 80, con algunas excepciones en la década pasada, este declive se da principalmente por la implementación de medidas de prevención en países desarrollados, donde el número de muertes anuales por desastres se viene reduciendo anualmente, por otro lado, en países con medio o bajo desarrollo, la inversión no se ha enfocado en implementar estrategias preventivas. La inversión post-desastres proviene usualmente de ayuda internacional, que para prevenir corrupción en el manejo de fondos, encontrada en muchos gobiernos de países del tercer mundo, opta por destinar sus esfuerzos al apoyo de distintas organizaciones no gubernamentales; estas, al no tener un gran alcance, suelen enfocarse en una ayuda puntual y no en medidas de precaución, a raíz de esto, cuando sucede un desastre reiterativamente la población es la más afectada, sin sistemas de prevención los desastres llegan a ocasionar pérdidas a un ritmo más frecuente, generando un fenómeno cíclico. Por otro lado, las pérdidas materiales ocasionadas por desastres se han incrementado de manera correlacional a su frecuencia, esto quiere decir que mientras no se tomen medidas de prevención, la cantidad de

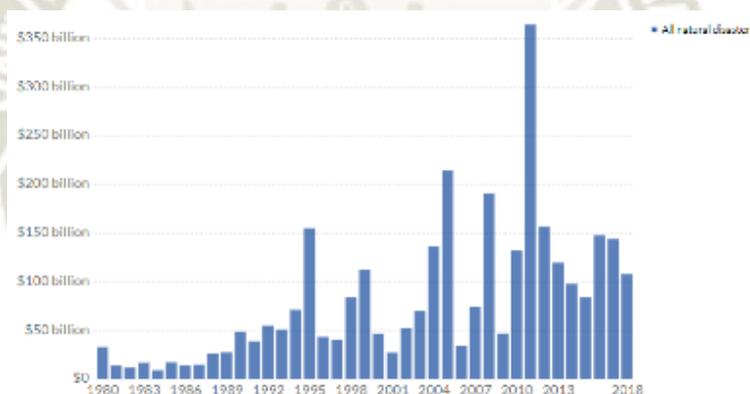
pérdidas materiales va a seguir dependiendo de la cantidad de desastres, independientemente de los progresos tecnológicos en materia de prevención o de la preparación de la población como simulacros, u otros.

Gráfico 13. Muertes globales a causa de desastres naturales, 1980-2018.



Fuente: Our World in Data (2018).

Gráfico 14. Costos globales a causa de desastres naturales, 1980-2018.



Fuente: Our World in Data (2018).

## 1.2. DESASTRES EN EL PERÚ

El Perú ha demostrado no estar preparado para afrontar catástrofes, pues en varias ocasiones ha sucumbido ante la inclemencia de los fenómenos naturales, incluso ante la presencia de fenómenos recurrentes como el Niño, donde el gobierno ha desarrollado estrategias con anticipación, los daños suelen superar la capacidad de las autoridades. En nuestro territorio destacan una serie de desastres de gran magnitud, estos en su mayoría terremotos, inundaciones y deslizamientos, desde la época del virreinato hasta la actualidad.

- El terremoto en Cuzco de 1650.

- El terremoto en Lima de 1746.
- El terremoto en Arica de 1868.
- El aluvión en Ranrahirca de 1962.
- El terremoto en Ancash de 1970.
- Los terremotos en Alto Mayo, de 1990 y 1991.
- El fenómeno del Niño de 1997 - 1998.
- El terremoto en Ica de 2007.
- Inundaciones en Cuzco de 2010.
- El Niño Costero de 2016 y 2017.

De los cuales podemos caracterizar como factores recurrentes, la presencia de terremotos originados por el movimiento de la placa tectónica de Nazca y la presencia de cambios meteorológicos originados por el Niño, fenómenos que se repiten de manera recurrente en la historia y pueden originar a su vez aluviones, derrumbes, deslizamientos o huaicos. (Ministerio del Ambiente, 2016)

### **1.3. DESASTRES EN EL MEDIO LOCAL, AREQUIPA**

La ciudad de Arequipa ha sufrido varios desastres, siendo los más desastrosos los terremotos, en segundo lugar, se encuentran lluvias intensas, estos dos tipos de fenómenos suelen ser los mayores causantes de derrumbes, deslizamientos, inundaciones, y destrucción general de viviendas y otros equipamientos, los más devastadores a lo largo de la historia han sido los siguientes:

#### **TERREMOTO DE AREQUIPA DE 1600**

El 19 de febrero de 1600 en la época del virreinato, Arequipa sufrió uno de los terremotos más antiguos registrados, de escala 7.8 en potencia de Magnitud de Momento o MW, este tuvo origen luego de que el volcán de Omate, Huaynaputina, entrara en actividad a comienzos del mes, 5 días antes del terremoto tuvieron lugar una serie de sismos, el 19 el volcán hizo erupción,

la más grande registrada en América del Sur, y al atardecer en la ciudad de Arequipa se formó una densa niebla, seguida de cenizas que cayeron del cielo, días después la ceniza se asentó, pero el 2 de febrero se produjo el sismo más grande de todos, destrozando la ciudad por completo. (Vargas Ugarte, 1966)

### **TERREMOTO DE AREQUIPA DE 1968**

El antes mencionado terremoto de Arica, afectó en gran parte a la zona sur del Perú, en Arequipa, aunque solo resultaron 10 fallecidos de la catástrofe, todas las edificaciones presentaban daños o estaban totalmente destruidas, la mayoría de iglesias destruidas, al igual que hospitales y colegios, las torres de la catedral quedaron semi-destruidas, luego del desastre, siguieron robos y saqueos en la ciudad. (García Acosta, 1997)

Fotografía 17. Arequipa luego del terremoto de 1868.



Fuente: Archivo de la BNP en Lima (1868).

### **TERREMOTO DE AREQUIPA DE 2001**

El 23 de junio del 2001 ocurrió el terremoto reciente más fuerte en la ciudad de Arequipa, con epicentro en Ocoña, tuvo una magnitud de escala 8.4 en potencia de Magnitud de Momento, y fue uno de los más devastadores desde lo ocurrido en Ancash en 1970, a su vez ocasionó un tsunami que devastó la zona de Camaná. Según INDECI, en el departamento de Arequipa, 88,629 resultaron damnificadas, 64 desaparecidas, 2002 heridas y 41 fallecidas, presentándose la mayoría de daños en la provincia de Arequipa, seguida de Camaná, Islay, Caylloma y en el

resto de provincias en menor medida. Resultaron afectadas no solo viviendas, sino iglesias, centros educativos, de salud, hectáreas agrícolas y puentes. (INDECI, 2019)

Fotografía 18. Arequipa luego del terremoto del 2001.



Fuente: diario El Búho (2001).

## **LLUVIAS, DESBORDES DE RÍO, INUNDACIONES Y HUAICOS**

La presencia de lluvias intensas en la ciudad de Arequipa suele darse entre los meses de enero y marzo, pero estas pueden sorprender a la población presentándose meses antes o extenderse de este plazo, existen registros de épocas de lluvias intensas que han llevado a desbordes de ríos, inundaciones que suceden en distintas zonas de la ciudad, presentándose con una frecuencia casi anual o de la debilitación de porciones de tierra en zonas muy inclinadas que dan origen a huaicos o deslizamientos. Entre estos fenómenos, destacan el desborde del río Chili, el 8 de febrero del año 1989, que, aunque tuvo una precipitación de 110 litros por m<sup>2</sup>, llegó a causar inmensos daños, que fueron agravados por una obra inconclusa en el puente Bajo Grau y terminó con la muerte de una persona, precipitaciones fuertes se han repetido en los años 1963, en que torrenteras arrasaron varios barrios de la ciudad, 1972 y 1973, también con el desborde de torrenteras, 2012, donde se registró 130 litros por m<sup>2</sup> en precipitaciones y el 2013 en que 4 personas fallecieron por inundaciones y desbordes de torrenteras, se suspendieron servicios de agua y se originó un brote de fiebre tifoidea. En los últimos años, el periodo de lluvias se ha vuelto más errático, y sigue ocasionando daños especialmente en zonas de riesgo o en construcciones informales que no están preparadas para afrontar estos desastres.

## **2. HISTORIA DE LA ARQUITECTURA MODULAR, INDUSTRIALIZACIÓN Y LA VIVIENDA PREFABRICADA**

### **2.1. DISTINCIÓN ENTRE LO EFÍMERO Y LO PERMANENTE**

A partir del siglo XIX países como Estados Unidos, Inglaterra y Francia fueron pioneras en técnicas de fabricación en metal lo que impulso el movimiento moderno, se crearon modelos en donde se utilizaban las más novedosas técnicas industriales, esto no solo daba como resultado modelos, sino el principio de composición de repetición en serie. Le Corbusier fue uno de los pioneros en utilizar estas técnicas en la arquitectura de su época y de los más representativos de una nueva corriente arquitectónica en donde las técnicas ofrecían una nueva visión del espacio. (Abascal García, 2005)

Walter Gropius luego de varias experimentaciones afirmaba que todas las casas se componen de los mismos elementos constitutivos, y por esto, una vivienda prefabricada tiene ciertos fines esenciales, debe ser rentable para el usuario y poder ser personalizable, esto mediante una variedad de opciones en su ensamblaje.

Lo prefabricado puede estar relacionado con lo efímero pero la arquitectura es permanente, existe una contradicción al utilizar este pensamiento en viviendas de emergencia, pero, al contrario, esta arquitectura debe ser diseñada con la misma competencia con la que un arquitecto crea ciudad, de ahí lo efímero se puede convertir en permanente. (Soto Canales, 2013)

### **2.2. LA INDUSTRIALIZACIÓN Y REFUGIOS EN PERIODO DE GUERRA**

R. Buckminster Fuller, tras el auge de experiencias en la prefabricación y a raíz del déficit de viviendas a partir de la guerra en panorama económico de los 40, se dedicó al diseño de viviendas, coches, barcos y estructuras geodésicas de manera sostenible, guiado por la filosofía de “more for less” y que rindió frutos en la Dymaxion House, estructura de acero ligero, aluminio y plástico suspendida en un mástil central y muros hexagonales. Después de la guerra

se construyeron viviendas de emergencia de las mismas cualidades, alrededor de ese periodo destacó también la creación del domo geodésico, estructura liviana pero resistente. (Abascal García, 2005)

Fotografía 19. Dymaxion House.



Fuente: Buckminster Fuller (1929).

Por su parte, Peter Norman Nissen también experimentó con elementos industrializados, diseñó una estructura semicircular basada en pistas de hockey sobre hielo, estas fueron adaptadas para uso militar, con un revestimiento de metal corrugado por dentro y fuera. Se hicieron más de 10,000 hospitales con esas estructuras en la primera guerra mundial, la destrucción durante la segunda guerra dejó a muchas familias sin hogar que acudieron a la prefabricación de infraestructuras. Muchos de estos se volvieron permanentes y quedaron incorporadas al medio.

### **2.3. SOLUCIONES PREFABRICADAS, EL TEMPORARY HOUSING PROGRAMME DEL REINO UNIDO**

Estas fueron viviendas temporales posteriores a la segunda guerra mundial en Gran Bretaña, fueron subvencionadas por el estado, por un periodo de 10 a 15 años, constituían viviendas de una sola planta, estas fueron el foco de duras críticas en sus etapas iniciales, pero luego fueron aceptadas ampliamente y algunas de ellas siguen operativas en la actualidad, esto supuso la realización de uno de los ideales del movimiento moderno más importantes, la producción en serie. Las casas se basaron en el Portal bungalow, este modelo en sí no se produjo en serie, pero sirvió de base para variadas soluciones, se usaron distintos materiales según la

disponibilidad, rapidez y precio, se incorporaron materiales no usados antes en viviendas como el aluminio.

Dentro de estos modelos destacan 4, el Arcon Bungalow, el Uni Seco, el Tarran Bungalow y el Aluminium Temporary Bungalow (Abascal García, 2005).

Imagen 26. Plantas de modelos derivados del Portal Bungalow.

Leyenda: (Izquierda superior) The Arcon bungalow; (derecha superior) The Uni Seco, (izquierda inferior) the Tarran Bungalow, (derecha inferior) the Aluminium Temporary Bungalow.



Fuente: Vivienda para situaciones de emergencia, sistematización de un procedimiento para la actuación en situaciones de emergencia (2005).

#### **2.4. PRODUCCIÓN EN SERIE Y EVOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA**

Dentro de los arquitectos que empezaron a producir arquitectura en serie destacan Jean Prouvé, quien pensaba en sus diseños de casas prefabricadas como algo sencillo, ya que según él si la arquitectura en serie tenía demasiadas piezas, esta no funcionaba, dentro de su trabajo destacan tres tipos de viviendas:

Las casas de Meudon de 1949, de estas se hicieron prototipos cuya cualidad principal debía ser que sean efímeras, construidas a base de acero aluminio y madera, estas viviendas debían ser de bajo costo y albergar a gente humilde, pero al ser construidas con altos estándares de calidad se terminaron repartiendo entre funcionarios públicos, en este destacan las instalaciones sanitarias y eléctricas, pues estaban nuclearizadas en un bloque, un componente estandarizado,

común en todas las viviendas, el fin de esto era solucionar problemas frecuentes durante su colocación y mantenimiento. (Romero, 2012)

Fotografía 20. Casas de Meudon.



Autor: Jean Prouvé (1949).

Destaca también la casa del padre Pierre de 1956, en esta, las paredes se hicieron a base de paneles Rousseau que se usaban para construir silos, se construyó en hormigón el zócalo que sostenía un núcleo de instalaciones, prefabricado en metal. Constituida de otro zócalo al ras del piso que servía de asiento y relleno con tierra y vegetación, esto hacía de la casa un talud que salía del suelo, era muy sencilla y la casa más bella según afirmaciones de Le Corbusier.

Fotografía 21 Maison des Jours Meilleurs.



Autor: Jean Prouvé (1956).

Otro de los experimentos de Prouvé fue la casa tropical, estas eran casas ligeras transportadas en avión, hechas de aluminio y acondicionadas al clima y lugar. La estructura era de acero laminado y de chapas de aluminio para los paneles que la recubren, los paneles podían ser de

distinto tipo y estaban rellenos de lana de vidrio, lo que brinda confort térmico y acústico, las instalaciones son prefabricadas y son estrictamente las necesarias por ambiente, afuera se encuentran galerías cubiertas por un techo y acompañadas de *brise-soleis* que dan sombra al exterior y permiten la circulación de aire. (Abascal García, 2005)

La arquitectura postmoderna y contemporánea aplica ampliamente los criterios de edificación modular y prefabricada, pues en la actualidad se encuentran multitud de materiales de carácter modular, desde elementos como muros, perfiles, paneles, cristalería, carpintería, llegando a abarcar todo tipo de material constructivo, elementos con medidas y estándares predefinidos. Este tipo de construcción abarca la mayoría de ámbitos de la arquitectura, incluido dentro de estas la arquitectura de carácter residencial, a partir de la repetición de un prototipo básico, brindando facilidades para afrontar inconvenientes a encontrarse durante la construcción y su posterior mantenimiento.

### **3. HISTORIA DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA**

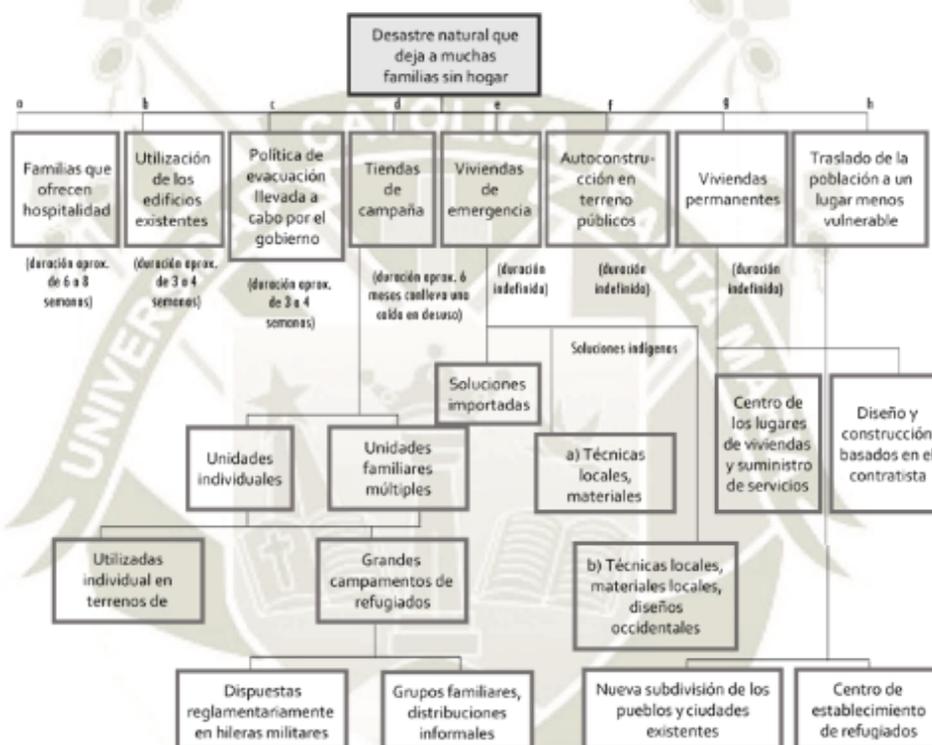
#### **3.1. DESARROLLO DEL CONCEPTO DE HABITABILIDAD TEMPORAL**

Aunque la arquitectura permanente apareció como una solución definitiva a los problemas de la humanidad desde el inicio de la agricultura y el abandono del modelo nómada, existían escenarios en que las necesidades de las personas requerían de usos más esporádicos, en algunos casos originados por sucesos imprevistos, de esta forma la arquitectura temporal apareció en escena nuevamente, uno de los desafíos de esta arquitectura, más allá de pabellones o exhibiciones temporales es la de responder a una emergencia.

En cuanto a la producción de teorías en arquitectura de emergencia destaca la desarrollada por Ian Davis, esta desarrolló una serie de factores que debían ser considerados para la implementación de refugios temporales, para que estos no terminen perjudicando a la población en lugar de ayudarla, según Davis, la fase principal de acción, llamada fase 0, es la prevención, los fenómenos no causan desastres, sino la inhabilidad del hombre para afrontarlos, esto no

significa que debe abandonarse por completo la noción de brindar ayuda, pues el grado de afectación de una sociedad a causa de un desastre está íntimamente relacionado con la economía de esta, los desastres suelen afectar más a países pobres, y en consecuencia, a personas pobres; para muchas personas la ayuda humanitaria suele ser en muchos casos la única diferencia entre la vida y la muerte. (Davis, 1980)

Gráfico 15. Diagrama de modos de refugio y suministro de vivienda.



Fuente: Ian Davis (1980).

Para Phillip O' Keefe, un desastre es la relación entre riesgo, ya sea natural o causado por el hombre, y una condición vulnerable, esto es evidente en la disparidad de condiciones entre el mundo desarrollado, donde se buscan soluciones materiales, para controlar los fenómenos, en forma de avances tecnológicos o intervenciones en el territorio, y países en vías de desarrollo, donde se busca implementar mecanismos sociales, de sensibilización o concientización para mitigar las consecuencias de los fenómenos, diferencias que son notorias en los resultados de ambos escenarios, pues el primero se enfoca más en la prevención con resultados a gran escala y el segundo en la mitigación a pequeña o mediana escala. (O'Keefe, 1976)

### **3.2. EXPERIMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA EMERGENTE**

En casos más contemporáneos, con una relativa ausencia de guerras y conflictos generados por el hombre, los fenómenos naturales son los principales eventos que destruyen hogares a gran escala. La arquitectura de emergencia, durante el siglo pasado no logro avanzar demasiado, pues siempre intentaba mejorar la tienda de campaña básica, esta era una opción básica planeada para rangos de tiempo cortos, periodos que luego terminan superándose. Las experimentaciones en materiales como el aluminio fueron posibles gracias a la expansión de procesos industriales, estos habían ofrecido un abanico de soluciones, desde elementos de planta circular, hasta hangares, aunque los costos de estos y la dificultad para implementarlos en zonas alejadas, convirtió a estas en soluciones imprácticas durante largo tiempo.

A lo largo de los años, distintos materiales han sido adaptados en la arquitectura emergente, pasando por tubos de cartón a derivados de cáscaras de productos orgánicos como relleno o impermeabilizante. A su vez, las formas de los refugios han variado desde plantas ortogonales hasta domos, de cualidades más estables, en este aspecto la volumetría no ha evolucionado desde B. Fuller y sus domos geodésicos metálicos. Por otro lado, destacan también otro tipo de estructuras, desde arquitectura diseñada para transportarse en forma de paneles planos y luego ser desdoblada en el sitio, utilizando materiales livianos y de poco volumen, así como también elementos inflables que adquieren una forma específica y luego pueden ser cubiertos con algún material más permanente o de cualidades aislantes. Las soluciones no se limitan a la transformación de elementos pequeños, sino también a elementos de gran tamaño como la adaptación de contenedores de carga que en su interior pueden albergar viviendas con la ventaja de ser apilables en sentido vertical, se suman a este tipo de elementos, estructuras con diseños ligeros pensados para ser transportados a través de helicópteros, aunque su excesivo costo lo convierte en una opción menos viable en comparación a elementos transportables por

camiones, pues estos se componen de materiales más ligeros, resultando en viviendas menos robustas. (Abascal García, 2005)

En lo energético, existen viviendas que contemplan paneles fotovoltaicos como parte del diseño, para brindar energía eléctrica a sus usuarios, y así evitar la implementación de grandes instalaciones, que a corto plazo son incompatibles con el carácter temporal de las viviendas.

#### 4. DESARROLLO HISTÓRICO DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y RECICLAJE EN ARQUITECTURA

##### 4.1. GESTACIÓN DEL CONCEPTO.

El reciclaje en la arquitectura es un concepto que nace después de la segunda guerra mundial, con el objetivo de buscar transformar a la sociedad utilizando los recursos que tenemos a nuestro alcance de manera más eficiente y económica, este nace a partir de influencias del movimiento hippie de los años 60 y 70, promovido a partir de la creación de agencias de protección ambiental, a partir de estos dos factores es donde se empieza a fomentar la creación de prácticas de reciclaje para el resto del mundo.

Imagen 27. Drop City, asentamiento compuesto por cocina, comedor, taller de cine, baños, duchas y área de TV.



Fuente: Drop City (1965-1970).

Entre los ejemplos más relevantes dentro de la arquitectura destacan la Drop City de 1965, una pieza artística creada con la intención de replicar la cultura del *drop* y establecer un lugar de acogida para cualquier persona sin distinción, planteándose un sitio sin barreras ni límites. En este contexto se construyeron una serie de domos geodésicos, forma inspirada por B. Fueller,

domos que estaban compuestos de materiales reciclados, elementos provenientes de puertas de autos, y en general, materiales dejados en el sitio, un concepto a raíz de la acción de tirar las cosas, y así posteriormente utilizar estos materiales en la construcción, de esta iniciativa se construyeron varios de estos domos con usos variados.

Los fundadores del Drop City decidieron abandonar el proyecto para poner en escena el Criss Cross, en Boulder, Colorado, a raíz de esto, la gente que no podía sustentarse en el sitio a falta de tierra cultivable desapareció con el paso de los años, estas movidas inspiraron a una gran cantidad de experiencias similares, destacando el de Taos de Michael Reynolds, que encabezó un nuevo movimiento, el “earthship”, o madre tierra traducido al español, casas con materiales naturales o reciclados, los trabajos de Reynolds fueron desestimados en su época, pero recientemente se le ha posicionado como un arquitecto a la vanguardia, adelantado a su tiempo. (Richert, 2014)

Fotografía 22. Michael Reynolds house.



Autor: David Hiser (1974).

Michael Reynolds actualmente sigue construyendo proyectos en Nuevo México, después de una batalla legal que duró 17 años, las viviendas que construye no necesitan conectarse a un sistema de desagües ni a la red eléctrica, posee paneles solares, obtiene su propia agua y posee un sistema de almacenamiento, y permite cultivar su propia comida en su interior, lo que las convierte en autosustentables.

Fotografía 23. The Phoenix Earthship.



Fuente: Michael Reynolds (2014).

#### 4.2. EXPERIMENTACIONES CONTEMPORÁNEAS

Con el paso de los años la arquitectura ha aceptado poco a poco las prácticas de reciclaje, desde las propuestas de Shigeru Ban, empezando con tiendas de campaña utilizando materiales como el cartón, que fueron evolucionando a módulos funcionales, de tubos de cartón y cajas de cerveza, contenedores que conformaban conjuntos habitacionales temporales, y hasta pabellones de arte transportables, han existido ejemplos puntuales, como experimentos del Royal Melbourne Institute of Technology, que dieron como resultado la fabricación de ladrillos a base de colillas de cigarro compactadas, la catedral de Justo Gallego, construida por una sola persona desde los años 60 hasta la actualidad, utilizando barriles, tubos de aluminio desechados, neumáticos y otros elementos reciclados, o iniciativas por parte de gobiernos locales como Reclaim Detroit, que en lugar de demoler una serie de viviendas, se desmantelaron una por una dejando elementos que podían volver a ser utilizados para construir nuevas viviendas, todas estas experimentaciones dan diferentes puntos de vista a cómo abordar el problema de los desechos, y brindar soluciones a partir del reciclaje. (Martinez García, 2016)

Fotografía 24. Catedral de Justo Gallego.



Fuente: Tomás Fernández (2014).

Fotografía 25. Hall de conciertos temporal de papel.



Fuente: Shigeru Ban (2011).

Fotografía 26. Ladrillos a base de colillas de cigarrillos.



Fuente: Royal Melbourne Institute of Technology (2016).

Fotografía 27. Trabajador, recolectando material de vivienda.



Fuente: Reclaim Detroit (2010).

## 5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

- Al desarrollar arquitectura de emergencia se debe tener en cuenta su modularidad y sostenibilidad, se deben simplificar los métodos y seleccionar cuidadosamente los materiales, considerando su ciclo de vida en el proceso.
- Esta arquitectura debe responder al medio tomando como referencia experiencias previas para poder adaptarse a la ciudad de Arequipa en la prevención de futuros desastres, ya sean terremotos o fenómenos meteorológicos, u otros desastres derivados de estos fenómenos
- Se deben orientar estos refugios a la construcción de unidades autosuficientes de ser posible, enfocar los refugios como elementos individuales o unidades que puedan trabajar en conjunto, en la formación de una comunidad.
- Se debe priorizar la arquitectura mediante procesos de recolección de materiales, ya sea a través de mecanismos nuevos o de procesos ya establecidos, así como también la arquitectura que aproveche materiales cuyo origen sea el transporte de mercancías como ayuda humanitaria, o elementos disponibles en el medio.



**CAPITULO V**  
**MARCO NORMATIVO**

## 1. **NORMATIVIDAD**

### 1.1. **NORMATIVIDAD INTERNACIONAL**

#### **REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVIDAD PERTINENTE**

- Proyecto Esfera, la Carta Humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria (ONU, 2011).

De la cual se extraen las siguientes normas:

- a) Norma 1: Planificación Estratégica
- b) Norma 2: Planificación de asentamientos Humanos
- c) Norma 3: Espacios vitales cubiertos
- d) Norma 4: Construcción
- e) Norma 5: Impacto Ambiental (ONU, 2011).

#### **COMPETENCIAS DE LA REGLAMENTACIÓN**

La filosofía del proyecto Esfera se funda en dos convicciones esenciales: la primera, que las personas afectadas por un desastre o un conflicto armado tienen derecho a vivir con dignidad y, por lo tanto, a recibir asistencia; y la segunda, que se deben tomar todas las medidas posibles para aliviar el sufrimiento humano ocasionado por los desastres y los conflictos armados, a partir de estos principios se busca responder adecuadamente tanto a necesidades de refugio, como a cualquier tipo de ayuda menor. Esta normativa se estableció a finales de los años 90, por iniciativa de un grupo de organizaciones no gubernamentales humanitarias y del Movimiento Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

El Proyecto Esfera redactó la Carta Humanitaria y elaboró un conjunto de normas mínimas en algunos sectores clave para salvar vidas. Dichas normas se exponen en los cuatro capítulos técnicos del Manual: abastecimiento de agua, saneamiento y promoción de la higiene, seguridad alimentaria y nutrición; alojamiento, asentamientos humanos y artículos no alimentarios, y acción de salud. A su vez se subdivide en 5 normas mínimas de alojamiento y

asentamiento: norma de planificación estratégica, de planificación de asentamientos humanos, de espacios vitales cubiertos, de construcción y la de impacto ambiental; las 5 proponen una serie de recomendaciones de las cuales las más competentes son las siguientes:

- Una premisa de 3.5 m<sup>2</sup> por persona como área mínima recomendable, esto considerando todos los espacios esenciales dentro de la vivienda, áreas de servicios higiénicos, cocina, habitaciones, etc.
- Estructura sencilla, que utiliza tecnologías con sistemas constructivos alternativos según el entorno geográfico al cual va destinado.
- Posibilidad de utilizar un módulo de vivienda temporal como vivienda de transición prolongada por 3 años, pudiendo incorporarse su estructura a la vivienda permanente.
- Condiciones de confort para viviendas temporales similares a los alcanzados por tecnologías convencionales de construcción, permitiendo dar seguridad a la población en tiempos de mayor necesidad.
- Viabilidad en la adquisición de materiales y equipos, almacenaje, implementación y uso.
- Diseño y volumetría acorde a los usos tradicionales de la población.
- Inclusión de enfoque en el desarrollo de una política de gestión de riesgo dentro del ámbito local o nacional.
- Incorporación de alternativas para proveer agua segura y saneamiento, a su vez, electricidad provista por las autoridades.

## **1.2. POLÍTICAS NACIONALES**

### **REGLAMENTAFIÓN Y NORMATIVIDAD PERTINENTE**

- Reglamento Nacional de Edificaciones.
  - a) TITULO III – EDIFICACIONES.
    - o CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS EDIFICACIONES.

- GE.010. Alcances y contenido.
  - GE.020. Componentes y características de los proyectos.
  - GE.030. Calidad en la construcción.
  - GE.040. Uso y mantenimiento.
  - III.1. ARQUITECTURA.
    - A.010 Condiciones generales de diseño.
    - A.020 Vivienda.
    - A.030 Hospedaje.
    - A.090 Servicios comunales.
    - A.120 Accesibilidad para personas con discapacidad.
    - A.130 Requisitos de seguridad.
  - III.2. ESTRUCTURAS.
    - E.010 Madera.
    - E.020 Cargas.
    - E.030 Diseño sismo resistente.
    - E.040 Vidrio.
    - E.070 Albañilería.
    - E.090 Estructuras metálicas.
  - III.3. INSTALACIONES SANITARIAS.
    - IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
  - III.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS.
- Gestión de Desastres.
- a) Ley N<sup>a</sup> 29664. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Ley N<sup>a</sup> 29664. Creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Art.1. 19 de febrero 2011).

- b) D.S. N° 048-2011-PCM. Decreto supremo que aprueba el reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) (D. S. N° 048. Aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664. 26 de mayo de 2011).
- c) D.S. N° 111-2012-PCM. Decreto supremo que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional (D. S. N° 111. Decreto supremo que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional. 2 de noviembre de 2012).
- d) R.M. N° 046-2013-PCM. Aprueban Directiva “Lineamientos que definen el marco de responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres en las entidades del estado en los tres niveles de gobierno” y su anexo (R. M. N° 046. Aprueban Directiva “Lineamientos que definen el marco de responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres en las entidades del estado en los tres niveles de gobierno” y su anexo. 15 de febrero de 2013).
- e) D.S. N° 034-2014-PCM. Decreto supremo que aprueba el Plan Nacional de Gestión del riesgo de desastres - PLANAGERD 2014-2021 (D. S. N° 034. Decreto supremo que aprueba el Plan Nacional de Gestión del riesgo de desastres - PLANAGERD 2014-2021. 12 de mayo de 2014)
- f) R.M. N° 145-2018-PCM. Aprueban la Estrategia de Implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 – 2021 (R. M. N° 145. Aprueban la Estrategia de Implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 – 2021. 8 de junio de 2018).
- Procedimiento de entrega de módulos temporales de vivienda ante la ocurrencia de desastres.

- a) D.S. N° 012-2015-VIVIENDA. Decreto Supremo que aprueba el Procedimiento para la entrega de Módulos Temporales de Vivienda en casos de declaratoria de estado de emergencia o en situación de emergencia (D. S. N° 012. Decreto Supremo que aprueba el Procedimiento para la entrega de Módulos Temporales de Vivienda en casos de declaratoria de estado de emergencia o en situación de emergencia. 12 de agosto del 2015).
- b) Anexo D.S. N° 012-2015-VIVIENDA. Anexo del Decreto Supremo que aprueba el procedimiento para la entrega de MTV en casos de declaratoria de estado de emergencia o en situación de emergencia (Anexo D. S. N° 012. Anexo del Decreto Supremo que aprueba el procedimiento para la entrega de MTV en casos de declaratoria de estado de emergencia o en situación de emergencia. 12 de agosto 2015).
- Reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable.
- a) Ley N° 29869. Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable (Ley N° 29869. Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable. 20 de mayo de 2012).

### **COMPETENCIAS DE LA REGLAMENTACIÓN**

En cuanto a la construcción de infraestructura temporal en el territorio peruano, no existe una reglamentación específica que regule su aplicación, a diferencia de la construcción de edificaciones permanentes, en donde si existe una serie de disposiciones en cuanto a arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, eléctricas y otras obras complementarias regidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, el gobierno peruano ha sido en gran medida indiferente a la reglamentación de construcciones de carácter temporal. Existe una sola excepción, en el ámbito de la gestión de desastres, cuya iniciativa nace en el marco legal de la Ley N° 29664, Creación del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres o SINAGERD, la aprobación de la Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, su

aplicación en diferentes niveles del gobierno peruano de acuerdo a sus competencias y la planificación de acciones necesarias a implementar”; ley que permite la colaboración del SINAGERD con el resto de entidades gubernamentales con el fin de brindar ayuda a las familias damnificadas que puedan haber sufrido daños graves a su vivienda o su pérdida total a causa de un desastre. En este sentido según el D.S. N° 012-2015-VIVIENDA, es el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento quien intervendrá en la implementación de Módulos Temporales de Emergencia o MTV a las familias damnificadas ya sea por declaratoria de estado de emergencia o situación de emergencia en concordancia con el Sistema de Información Nacional para la respuesta y Rehabilitación o SINPAD. Estas acciones tienen un plazo de diez días calendario desde la declaración de emergencia o de la solicitud de intervención de un gobierno regional o local que haya sido afectado y, es a través de la Dirección General de Programas y Proyectos en Vivienda y Urbanismo del MVCS que se brinda asistencia a los gobiernos afectados para la elaboración del empadronamiento de damnificados y su capacitación para la subsecuente instalación de los módulos. Luego del empadronamiento, es el DGPPVU quien determina la cantidad de módulos a entregarse.

La elección de terrenos aptos para el emplazamiento de módulos recae también en el MVCS, específicamente el Programa Nuestras Ciudades, que colaboran con los gobiernos locales y regionales afectados, estos, tienen la tarea de brindar la documentación necesaria para la identificación del predio elegido, que incluye un plano de ubicación, un informe de evaluación de riesgo elaborado por la Oficina de Defensa Civil y la disponibilidad del predio ya sea propiedad del gobierno o de terceros, pasada su aprobación, con aprobación de COFOPRI se procede a realizar una visita de campo para corroborar la viabilidad del predio. Es facultad del MVCS la implementación de sistemas de evacuación y provisión de agua, eliminación de excretos a partir de sistemas convencionales o no convencionales según factibilidad técnica o

económica, cumplidos estos requisitos, se procede a establecer una fecha, hora y lugar para la entrega definitiva de los MTV, clasificándolos como una donación.

A su vez, el traslado de una o varias familias por encontrarse en una zona con riesgo no mitigable, recaer en el marco legal de la Ley N° 29869, cuya intervención debe realizarse cumpliendo ciertos estándares, como la sensibilización a la población sobre el riesgo al que se encuentran presentes, la ubicación de zonas aptas para la reubicación o la planificación en cuanto a recaudación de fondos.

Las etapas de reconstrucción están íntimamente relacionadas con procesos impartidos por el gobierno, donde se otorgan bonos para la adquisición de viviendas a los familiares en necesidad, es así que existe la posibilidad de aplicar los MTV y prever que a futuro estos funcionen como elemento que constituye la vivienda permanente, se acopla a esta o cuyas partes puedan utilizarse en la construcción permanente, formando así una vivienda transitoria; es por esto, que dentro de las restricciones del marco legal queda la posibilidad de proponer a los MTV como un proceso de construcción progresiva, diferenciándose del enfoque habitual basado en una ayuda puntual a los damnificados.

Por otro lado, si bien la normatividad actual del gobierno peruano no rige totalmente la construcción temporal, ya sea de viviendas o servicios complementarios, la implementación de estas iniciativas a lo largo de los años se ha visto marcada por dos fuentes importantes, programas de ayuda gubernamentales, y de ayuda humanitaria brindadas por organizaciones no gubernamentales o ONG, esta última, no posee mecanismos regulables en el marco legal nacional, debido a los vacíos en cuanto a construcción temporal ya antes mencionados; y, en consecuencia, es frecuente que se estas entidades propongan construcciones temporales regidas principalmente por publicaciones y normativas de ámbito internacional como las propuestas por el Proyecto Esfera, este tipo de arquitectura es factible siempre y cuando no suponga un

detrimento en la calidad de las infraestructuras propuestas en comparación con propuestas permanentes convencionales.

## 2. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

- La ausencia de una normativa para construcciones temporales, implica que esta deba alinearse a principios normativos del RNE, o, en su defecto a normativa como la propuesta por el Proyecto Esfera, aplicando principios técnicos que puedan o hayan sido probados en el ámbito nacional o internacional.
- En casos en que sea necesaria la reubicación de la población por causas no mitigables, esta deberá ser informada adecuadamente y brindarle las facilidades para su reubicación, y subsecuente reconstrucción.
- Los MTV son elementos temporales que pueden ser pensados como una herramienta de refugio de carácter progresivo, dejando la posibilidad de que estos puedan integrarse a futuro en el proceso de reconstrucción de una vivienda permanente.
- La otorgación de refugios o módulos temporales puede recaer en el gobierno, debiendo alinearse a los procesos normativos ya establecidos; en alguna ONG, en cuyo caso dependerá en mayor parte del alcance logístico y económico para brindar ayuda a los damnificados, o mediante procesos formales de autoconstrucción en cuyo caso podrán adecuarse a subsidios del estado para su financiamiento.

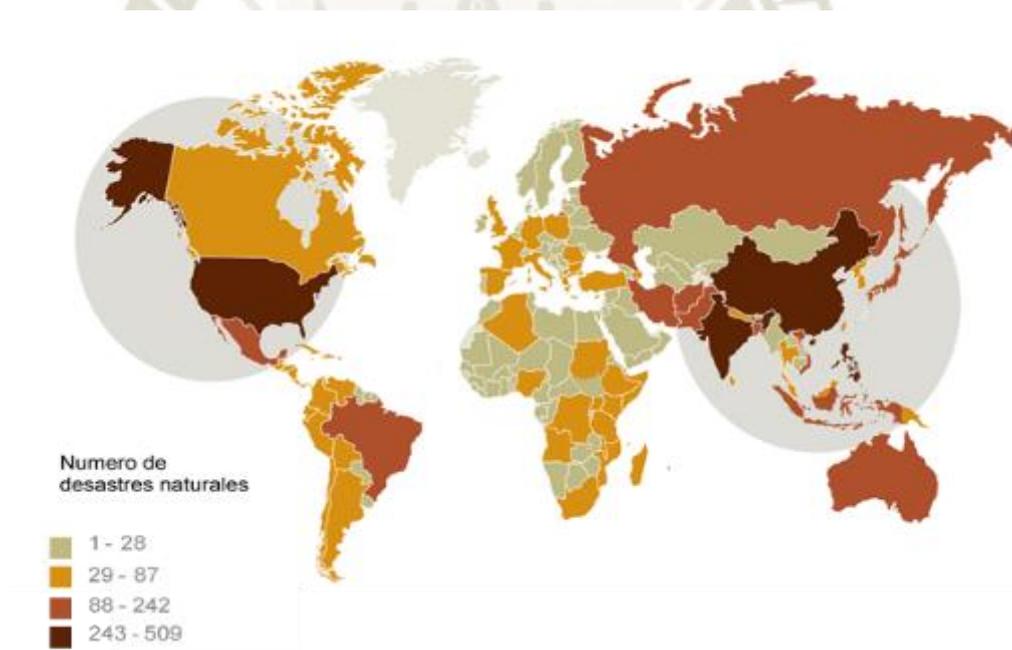


**CAPITULO VI**  
**MARCO REAL**

## 1. SITUACIÓN MUNDIAL DE DESASTRES

El periodo entre los años 1994 al 2013, es un periodo marcado por un incremento en la cantidad de desastres naturales, además de desastres recurrentes como terremotos, tsunamis o erupciones volcánicas se registra el crecimiento de desastres de tipo climatológico. Desde el año 2000, gracias a información recopilada por EM-DAT, se registró un promedio de 341 desastres anuales relacionados con el clima, un incremento del 44% en relación al promedio anual entre los años 1994 al 2000 y mucho más que el promedio anual entre los años de 1980 a 1989. Estadísticamente Estados Unidos y China registraron la mayor cantidad desastres entre 1994 al 2013, esto se puede atribuir a sus grandes y heterogéneas masas de tierra, susceptibles a un mismo tipo de desastres, y a regiones altamente pobladas. (CRED, 2015)

Ilustración 14. Desastres a nivel mundial.



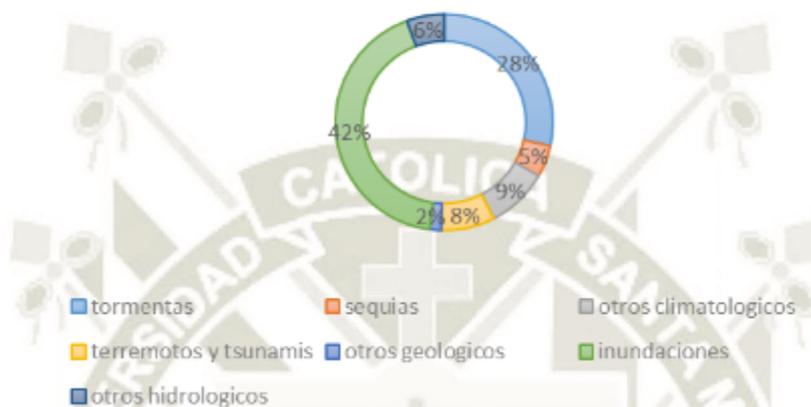
Fuente: CRED, The Human cost of Natural Disasters (2015).

A partir de estos datos, observamos que las inundaciones fueron la causa de la mayoría de desastres en este periodo, con el 43% del total de eventos registrados, afectando aproximadamente a 2.500 millones de personas, en segundo lugar, se encuentran las tormentas con un 28% del total y una cifra de 244.000 personas fallecidas y un costo

de pérdidas en daños registrado de 936 mil dólares, demostrando que las tormentas son el desastre con mayor impacto negativo en las economías de los países afectados.

Gráfico 16. Frecuencia por tipo de Desastre Natural.

FRECUENCIA POR TIPO DE DESASTRE NATURAL



Fuente: CRED CRUNCH extraído de EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database.

Se evidencia una tendencia en la situación mundial durante los últimos 20 años, siendo los desastres más frecuentes las inundaciones, y los tsunamis, desastres que originaron una mayor cantidad de emergencias a nivel mundial, un elevado número de víctimas y la destrucción de infraestructura pública y privada. A su vez, a raíz de cambios repentinos de clima, la inclemencia de fenómenos meteorológicos y la ausencia de sistemas de prevención de desastres en muchos de los países afectados, existe un estado de vulnerabilidad presente en la población, permitiendo que catástrofes de diferente impacto social, ambiental y cultural puedan afectar negativamente a la calidad de vida de las personas. Por último, pero no menos importante los terremotos y actividad volcánica no llegaron a producir el mismo impacto al ser fenómenos puntuales y de menor frecuencia, pero también se encuentran entre las mayores catástrofes ocurridas en los últimos años, al dejar estos a su paso una mayor cantidad de muertes y heridos. (CRED, 2015)

En aspectos como lo económico y lo social, se ha intentado frenar el impacto negativo, ya sea por medio de programas de respuesta presentes en las naciones afectadas, de apoyo proveniente de diversas ONG'S, ayuda internacional, y un mayor alcance logístico conseguido gracias al constante desarrollo de los medios de comunicación. Todos estos factores han mejorado la respuesta a estos desastres en los últimos años, brindando una solución paulatina o inmediata a la mayoría de los damnificados, proporcionándoles bienes materiales, alimentos y refugio, y así suplir las necesidades latentes en la población afectada.

## 2. SITUACION DE DESASTRES EN EL PERÚ

En el Perú, debido a su ubicación, características geográficas y una variedad de regiones y climas, existe una inclinación a sufrir desastres ocasionados por fenómenos naturales a diferentes escalas y de diferentes tipos. Es por esto que existen ciertos desastres naturales con un carácter más frecuente, como lluvias, heladas, huaycos, deslizamientos, sismos, inundaciones y sequías desastres que por sí solos pueden no afectar mucho a la población, pero en conjunto suponen grandes pérdidas humanas y de infraestructura que son difícilmente recuperables a corto plazo, ya sea por inconvenientes económicos, barreras burocráticas o reducidos rangos de alcance para brindar apoyo a áreas inaccesibles dentro del territorio peruano. (Ministerio del Ambiente, 2016)

Imagen 28. Mapa de Peligros en el Perú.



Fuente: PREDES, centro de estudios y prevención de desastres (2016).

Gracias al registro histórico de desastres, se observa que aquellos desastres de mayor magnitud se generan en temporadas de lluvias, periodos que se presentan en diferentes épocas del año según la ubicación geográfica, entre las estaciones de primavera y verano, iniciando generalmente desde el mes de setiembre hasta el mes de abril; con meses de mayor intensidad entre diciembre y marzo, épocas en que las lluvias son más abundantes y frecuentes provocando inundaciones y movimientos de tierra como huacos, derrumbes, deslizamientos, aludes, etc. por lo que se produce una mayor cantidad de emergencias.

Gráfico 17. Ocurrencia de emergencias por tipo de desastre y departamento.



Fuente: INDECI (2016).

La Dirección de Preparación a través de Sub Dirección de Sistematización de Escenarios de Riesgos de Desastres - SIERD, revisó la data estadística del SINPAD sobre la cantidad de emergencias ocurridas en el Perú desde el año 2003 al 2017, en este periodo se registraron 48,162 emergencias por fenómenos de origen natural, de las cuales, 31,461 de emergencias fueron vinculadas a la temporada de lluvias, con un promedio anual de 2,097 emergencias; de estas, 1,013 emergencias son debido a precipitaciones intensas y tormentas eléctricas, 257 a inundaciones, 294 vinculadas a movimientos en masa y 239 por otros fenómenos asociados. (INDECI, 2018)

### 3. SITUACIÓN REGIONAL

La región de Arequipa es uno de los puntos principales de desarrollo en el sur del Perú, su capital es la ciudad del mismo nombre, la segunda ciudad en cantidad de habitantes después de Lima, con 1,008,290 habitantes al censo del 2017, esta cantidad de personas implica una cantidad relativamente proporcional de viviendas, equipamientos y servicios, aunque estos últimos llegan a ser insuficientes en zonas más alejadas, esta infraestructura posee distintos factores que la hacen vulnerable al impacto de un desastre natural, factores que dependen de aspectos como su ubicación, la calidad de la construcción y su mantenimiento.

#### 3.1. DIVISIÓN POLÍTICA

El departamento de Arequipa tiene una extensión de 63 345 km<sup>2</sup> y se divide en 8 provincias, cada una con su respectiva capital, estos se dividen en distritos, haciendo un total de 109 distritos.

#### 3.2. RIESGOS A NIVEL REGIONAL

Los desastres más recurrentes que suponen un peligro en el departamento de Arequipa son las inundaciones, sequías, deslizamientos, la erosión del suelo y heladas, por otro lado, existen fenómenos menos recurrentes como terremotos, tsunamis y la posibilidad de erupciones volcánicas, se puede observar una correlación entre las inundaciones y la erosión, con el aumento de caudal en ríos importantes y cambios climáticos repentinos.

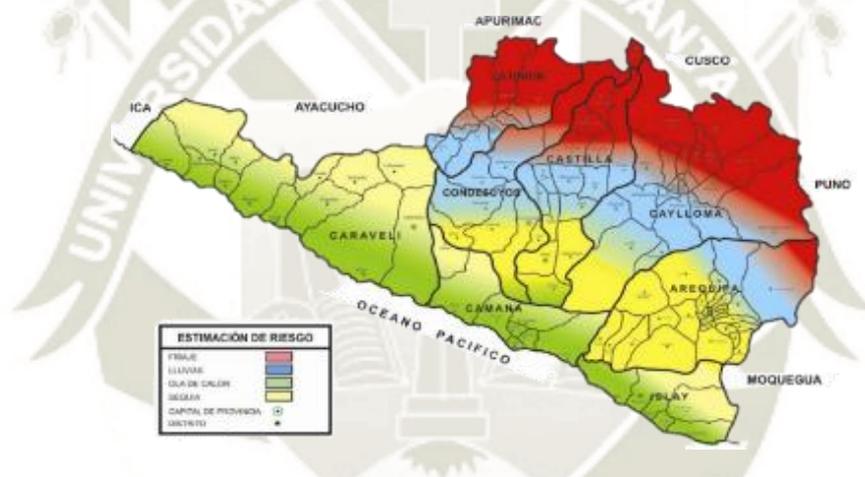
Ilustración 15. Mapa de Peligros del Departamento de Arequipa.



Fuente: Gerencia Regional de Salud Arequipa.

Los distintos tipos de riesgos dependen fundamentalmente de la ubicación geográfica, proximidad a ríos, calidad del suelo y altitud, por la franja costera se encuentra principalmente cambios de temperatura bruscos que dan origen a olas de calor, adentrándose al centro del territorio, la aridez y falta de lluvias ocasiona sequías a diferentes épocas del año, en contraste, lluvias intensas azotan las zona más pobladas del territorio entre los meses de diciembre y marzo, por último, al incrementarse la altura existe un descenso de temperatura gradual que afecta negativamente a la población al no poseer infraestructura que responda a las condiciones climáticas extremas.

Ilustración 16. Plano de estimación de Riesgos del Departamento de Arequipa.

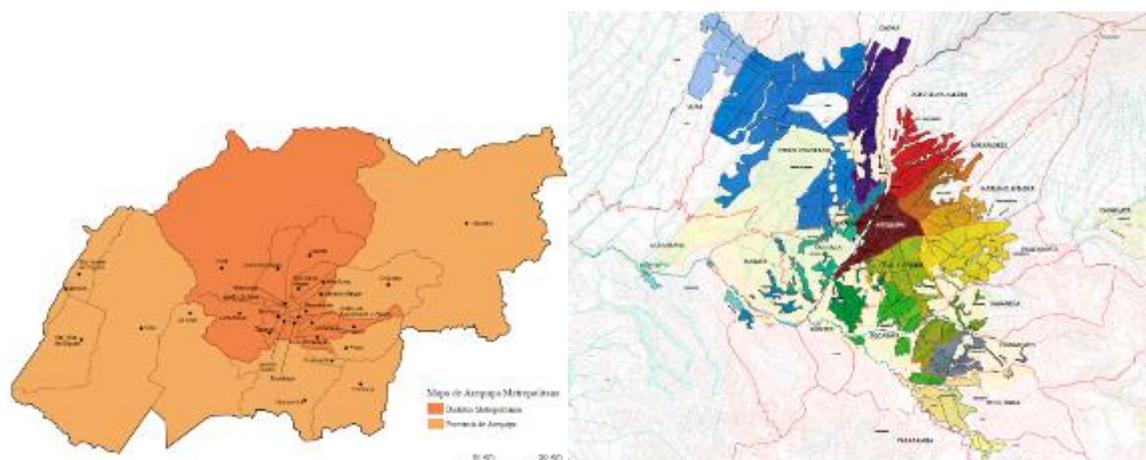


Fuente: Gerencia Regional de Salud Arequipa.

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO

El área urbana de Arequipa se compone principalmente de la denominada Arequipa Metropolitana, una zona que se caracteriza por tener características urbanas y sociales comunes en concordancia al Plan de Desarrollo Metropolitano o PDM de la Ciudad de Arequipa. Arequipa Metropolitana se conforma de las áreas conurbanas de los distritos de Arequipa, Alto Selva Alegre, Cayma, Cerro Colorado, Characato, Chiguata, Jacobo Hunter, José Luis Bustamante y Rivero, Mariano Melgar, Miraflores, Mollebaya, Paucarpata, Sabandía, Sachaca, Socabaya, Tiabaya, Uchumayo, Yanahuara, Yura, Quequeña y Yarabamba, dando un total de 21 distritos de carácter metropolitano.

Imagen 29. Delimitación política de la provincia de Arequipa y distritos de carácter metropolitano.



Fuente: Cmonzonc (2009).

Al censo de 2017 se contabilizaron un total de 1,034,736 habitantes y 311,836 viviendas en los 21 distritos que la conforman.

Tabla 6. Censos Nacionales 2017: X de Población y VII de Vivienda.

UBIGEO	DISTRITO	HOGARES	VIVIENDAS	POBLACIÓN
40101	Arequipa	18 270	16 521	55 437
40102	Alto Selva Alegre	28 729	24 804	85 870
40103	Cayma	33 147	27 900	91 935
40104	Cerro Colorado	80 461	63 750	197 954
40105	Characato	6749	4130	12 949
40106	Chiguata	2269	1054	2939
40107	Jacobo Hunter	13 195	13 469	50 164
40109	Mariano Melgar	20 577	18 520	59 918
40110	Miraflores	17 836	17 927	60 589
40111	Mollebaya	4220	1993	4756
40112	Paucarpata	36 101	35 836	131 346

40115	Quequeña	4767	2453	4784
40116	Sabandía	1523	1277	4368
40117	Sachaca	7940	6905	24 225
40122	Socabaya	22 848	20 889	75 351
40123	Tiabaya	4578	4352	16 191
40124	Uchumayo	6310	4276	14 054
40126	Yanahuara	9071	8025	25 417
40127	Yarabamba	1954	576	1314
40128	Yura	35 402	13 187	33 346
40129	José Luis Bustamante y Rivero	23 866	23 992	81 829
	TOTAL	379 813	311 836	1 034 736

Fuente: INEI (2017).

#### 4.1. RIESGOS A NIVEL METROPOLITANO

##### GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y GEODINÁMICA

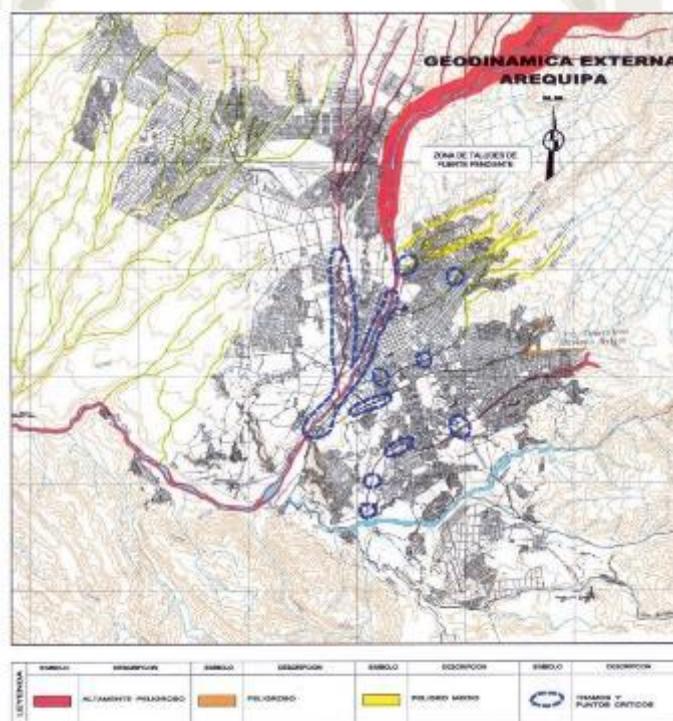
- Geodinámica Externa.

A partir de un estudio de los fenómenos geológicos superficiales, observamos un mayor peligro en la ribera del río Chili, pues en él desembocan la mayoría de torrenteras, además de presentar variaciones en tipo de suelo y anchura del caudal, así mismo, la torrentera de Zamácola, conocida tradicionalmente como Primera Torrentera o torrentera de Cerro Colorado, con origen en la quebrada Piedraypicho cerca al puente de la Variante de Uchumayo presenta una variedad de puntos críticos próximos a su desembocadura en el río Chili, hacia el este, la torrentera de Paucarpata es una de las zonas más peligrosas por el tipo de suelo, al haberse debilitado por material de desecho depositado en la torrentera y numerosos fenómenos meteorológicos.

También supone peligro, aunque en menor medida que los anteriores, la torrentera de Mariano Melgar, cuyo punto más crítico está próximo a su desembocadura en el río Chili.

Otro de los riesgos menores son las torrenteras de Alto Selva Alegre y Miraflores hacia el margen este del río Chili; y, hacia el oeste, la red de torrenteras que recorren desde zonas de Yura hasta Uchumayo.

Imagen 30. Geodinámica Externa, plan de mitigación de los efectos producidos por los fenómenos naturales.



Fuente: CEREN.

- Geodinámica Interna.

En esta se estudian, la composición de los suelos y su relación a sistemas hidrográficos internos, aquí destaca la composición de suelo en Socabaya, de arena y grava, alta probabilidad de densificación, ampliación y licuación y una baja capacidad portante, menor a  $0,7 \text{ kg/cm}^2$ , convirtiendo a este suelo en zonas susceptibles a sismos y deslizamientos y aludes.

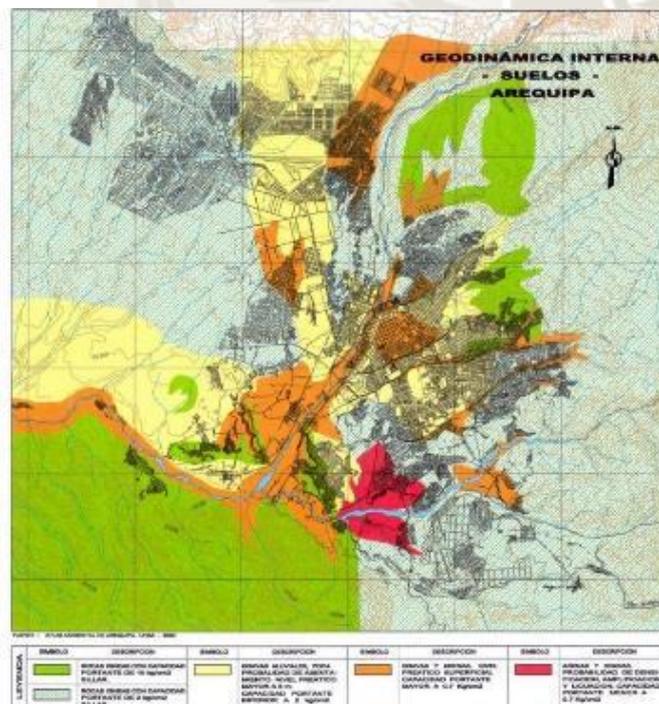
En menor intensidad, pero de considerable peligrosidad, se encuentran suelos en partes altas de Cayma, parte central de Cerro Colorado, zonas cercanas a torrenteras en Mariano Melgar, Alto Selva Alegre, Sabandía, Sachaca y Arequipa (centro), estas se componen de grava y arena,

poseen un nivel freático superficial y capacidad portante superior a  $0,7 \text{ kg/cm}^2$ , estas dos características hacen más susceptible a estas zonas a movimientos sísmicos y derrumbes.

Le siguen suelos más resistentes, pero no del todo susceptibles a fenómenos externos, compuestos de grava aluvial, estos suelos se encuentran en las zonas de Cerro Colorado, Yanahuara, Miraflores, José Luis Bustamante y Ribero, Tiabaya, Jacobo Hunter y Uchumayo, poseen una capacidad portante que llega hasta los  $2 \text{ kg/cm}^2$ , en estas zonas el suelo es más resistente que los anteriores casos.

Por último, zonas más rígidas se posan sobre rocas ígneas, compuestas de sillar y con capacidades portantes de  $2 \text{ kg/cm}^2$  a  $10 \text{ kg/cm}^2$ , estas se encuentran en la parte alta de Alto Selva Alegre, Miraflores, Yura, parte Sureste de Socabaya, algunas zonas de Paucarpata, José Luis Bustamante y Ribero, y, hacia el Suroeste de la ciudad.

Imagen 31. Geodinámica Interna, plan de mitigación de los efectos producidos por los fenómenos naturales.



Fuente: CEREN.

## ÁREAS VULNERABLES EN ESTADO CRÍTICO

Algunos puntos críticos dentro de la ciudad de Arequipa están influenciados directamente por el sistema de torrenteras, el río Chili y fenómenos meteorológicos y geológicos, estos dependen del tipo de suelo, así como también de tramos en torrenteras con un reducido caudal; y, sus efectos posibles ante un desastre incluyen el colapso de infraestructura variada, incluyendo viviendas, carreteras, puentes y otros equipamientos. En su mayoría, estas vulnerabilidades pueden ser corregidas con obras y proyectos de prevención para su contención o mitigación, existiendo casos excepcionales en que un elevado riesgo requiera la reubicación de la población.

Imagen 32. Torrenteras en la ciudad de Arequipa.



Fuente: Reporte preliminar de zonas críticas por peligros geológicos en la Región de Arequipa (2014).

Dentro del informe técnico de zonas críticas por peligros geológicos en la ciudad de Arequipa se resaltan algunos sectores puntuales que llegan a afectar especialmente a viviendas dentro del área periférica de la ciudad, así como factores comunes que afectan estas zonas, estos se pueden resumir en:

- Presencia de botaderos de basura y desmontes, ya sea antiguos o activos en partes urbanas de mayor altitud, zonas planas y cerca a quebradas, a su vez estas zonas albergan chancherías, botaderos y un relleno sanitario, elementos que conviven entre sí, todo esto abarcando zonas de expansión de la ciudad hacia la periferia.

- Explotación de canteras de agregados alrededor de quebradas, originando colmatación y la pérdida de cauces definido de quebradas.
- Expansión de la ciudad, hacia márgenes del volcán Misti y cauces de quebradas, a raíz de asentamientos humanos y proyectos urbanísticos.
- Crecimiento desmedido de viviendas en laderas de cerros de Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo de zona rocosa, así como Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata y Socabaya en roca volcánica.
- Torrenteras con insuficiente cauce, puentes reducidos y acumulación de desmonte que presenta tramos de muros de contención sin construir.

### ANÁLISIS SISMO RESISTENTE

La norma E.030, divide el territorio nacional en 4 tipos de zonas territorio nacional en función a un factor Z, este se expresa como una fracción de la gravedad, que conforme aumenta supone un aumento en la aceleración máxima horizontal en suelo rígido, requiriendo una mayor preocupación en cuanto al planteamiento de un diseño estructural según se alteren los valores de este factor.

Tabla 7. Factores de zona “Z”.

<b>TABLA N°1, FACTORES DE ZONA “Z”</b>	
<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2018).

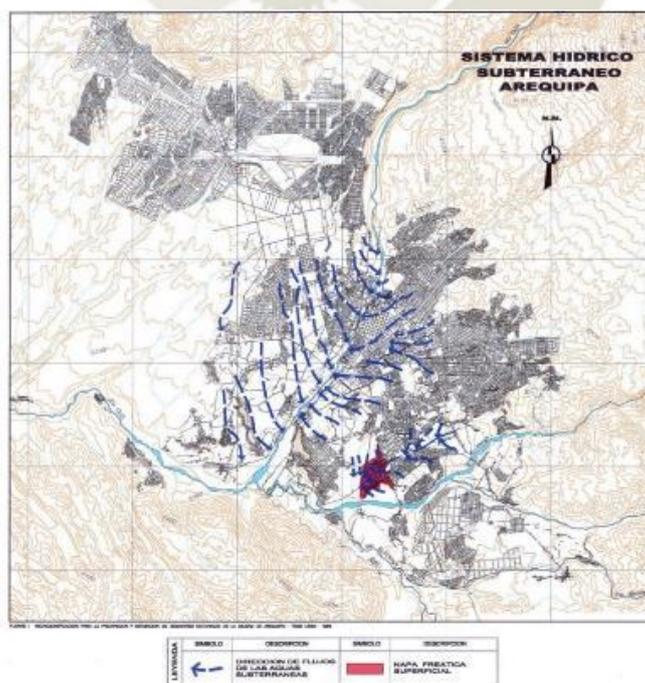
A partir de este factor, se realizó una microzonificación por distritos, dentro de los que se incluye una subdivisión de la provincia de Arequipa, incluidos los 21 distritos que conforman

Arequipa Metropolitana, donde se aprecia que 19 de estos son catalogados como zona 3, de factor de 0,35 de la aceleración de la gravedad con la excepción de los distritos de Uchumayo y Yarabamba, catalogados como zona 4, con un factor de 0,45 de la aceleración de la gravedad. Esto indica una composición del suelo en estos dos distritos más débil en comparación con el resto de la metrópoli de Arequipa, pudiendo constituir una amenaza si se toma en cuenta el aumento en la cantidad de construcciones informales en ambas zonas.

### SISTEMA HÍDRICO SUBTERRÁNEO

En cuanto a masas subterráneas de agua, estas pueden influenciar en gran medida la respuesta de los suelos y construcciones a sismos o inundaciones, en este sentido, existe una marcada dirección en la desembocadura de estos sistemas subterráneos hacia el río Chili y en menor medida hacia el río Socabaya. Dentro de los suelos analizados también destaca parte del distrito de Socabaya, específicamente hacia el noroeste del río Socabaya, zona en donde el nivel de la capa freática es relativamente superficial y supone un mayor riesgo ante los fenómenos anteriormente mencionados.

Imagen 33. Sistema hídrico Subterráneo.



Fuente: CEREN.

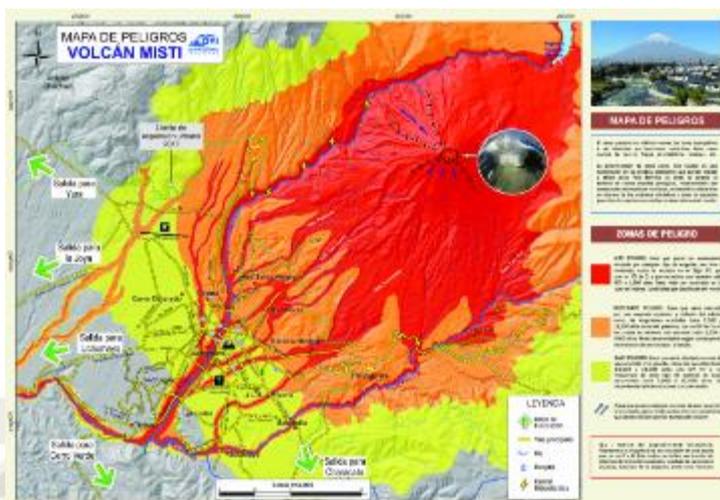
## AMENAZA VOLCÁNICA

La principal amenaza volcánica es el Volcán Misti, ubicado al borde oeste de la Cordillera Occidental de los Andes, en proximidad al sureste con el estratovolcán Pichu Pichu, al noroeste con al complejo volcánico Cachani, hacia el este con el altiplano de la puna y al oeste con la cuenca tectónica de Arequipa, la ciudad de Arequipa, el centro poblado más importante de la región, se encuentra a 18 km de su cráter y una diferencia de altura de 3,5 km.

Las principales zonas de riesgo dada la influencia del volcán Misti se ubican en los distritos de Mariano Melgar, Miraflores, Alto Selva Alegre, Chiguata, Paucarpata, Cayma y en menor medida Cerro Colorado, a su vez, el peligro se extiende por la cuenca del río Chili y el río Socabaya y el resto de cuencas de torrenteras y quebradas que llegan hasta la zona suroeste de la ciudad cruzando por la mayoría de distritos culminando en la zona de Socabaya, Jacobo Hunter, Tiabaya, Sachaca y Uchumayo.

Dado un escenario de erupción volcánica, la mayoría de estos distritos se vería afectado por nubes de ceniza, flujos piroclásticos, lahares y proyectiles expulsados por la fuerza del volcán, dejando a su paso zonas imposibles de habitar o destruidas en su totalidad, para prevenir mayores daños en las zonas impactadas se deberán considerar mediciones, muestras y modelos computarizados para evitar pérdidas humanas, a su vez existirían una serie de carreteras que podrían servir al momento de la evacuación como son las salidas a Characato, Cerro Verde, Uchumayo, la Joya y Yura.

Imagen 34. Mapa de peligros de erupción del Volcán Misti.

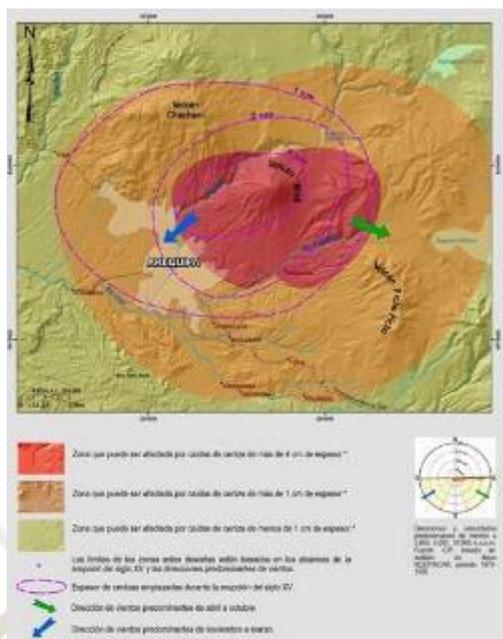


Fuente: INGEMMED.

Un impacto de estos flujos en el río Chili podría ocasionar su estancamiento o desembalse y en caso de una erupción volcánica de magnitud alta, tener un alcance regional, si el flujo llega a colapsar las cuencas de ríos, torrenteras y quebradas podría llegar hasta la costa peruana. El posible colapso de las cuencas afectaría directamente a las viviendas cercanas a torrenteras y riberas, provocando la pérdida de hogar de miles de personas. Por otro lado, la influencia de ceniza podría presentarse en distintas escalas, provincial o regional, llegando a afectar la calidad del aire, del agua y a la industria agropecuaria.

Imagen 35. Mapa de peligros por caída de cenizas por una erupción de magnitud baja.

Leyenda: (rojo) ceniza de más de 4 cm de espesor, (naranja) ceniza de más de 1cm de espesor, (amarillo) ceniza menor a 1 cm de espesor.



Fuente: INGEMMED.

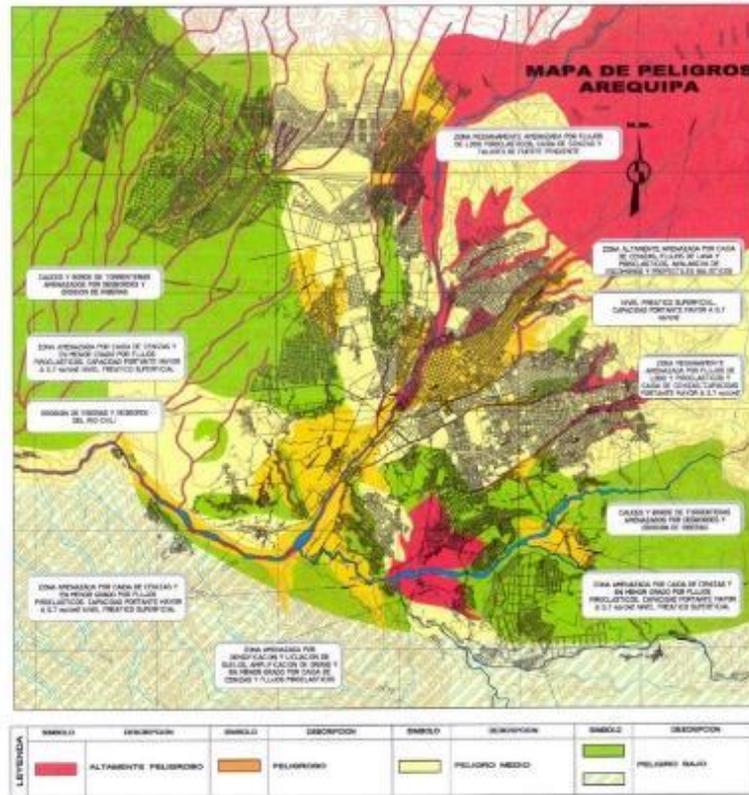
#### 4.2. CARACTERIZACIÓN DE PRINCIPALES AMENAZAS

En cuanto a un análisis general de los peligros más latentes en Arequipa Metropolitana, cabe resaltar los siguientes puntos:

- La presencia del volcán Misti, como riesgo volcánico ante su posible erupción y la consecuente liberación de altas cantidades de ceniza, flujo de lodo piroclástico, avalanchas de escombros y proyectiles balísticos, especialmente en las zonas colindantes al volcán, así como las torrenteras que se originan desde estos puntos altos, todo esto influenciado por una inclinación pronunciada de taludes y la variación de capacidad portante de suelos, de una capacidad intermedia, mayor a  $0.7 \text{ kg/cm}^2$ , cualidades que a su vez influyen el impacto de un sismo, inundaciones, deslizamientos y huaicos que suponen un alto peligro en zonas altas de Cayma, Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata pero por el rango de alcance de la ceniza suponen un desastre de gran magnitud que afectaría toda la provincia de Arequipa.

- Procesos de densificación y licuación de suelos, así como amplificación de ondas en zonas de Socabaya y Hunter, suponiendo un alto peligro ante sismos y derrumbes, y riesgo bajo ante cenizas y flujos piroclásticos originados por una erupción volcánica.
- Erosión de riberas y posible desborde del río Chili, así como la red de torrenteras que se extienden desde Cayma, Cerro Colorado, Yura, Tiabaya, Sachaca y Uchumayo, provocando un alto peligro de inundaciones, deslizamientos y aludes a zonas colindantes.
- Presencia de nivel freático superficial, así como una capacidad portante intermedia mayor a  $0.7 \text{ kg/cm}^2$ , que caracterizan como zona peligrosa ante sismos e inundaciones a zonas de los distritos de Yanahuara, Miraflores, Arequipa, Sachaca y Sabandía; y en menor medida en Cerro Colorado, Hunter, Paucarpata y José Luis Bustamante y Ribero.
- Posibilidad de caída de cenizas y flujo piroclástico, originando una peligrosidad media en zonas de Cerro Colorado, Mariano Melgar, Paucarpata, José Luis Bustamante y Ribero, Tiabaya y la parte baja del distrito de Arequipa.
- Posibilidad de caída de cenizas y en menor medida, flujo piroclástico, originando una baja peligrosidad en partes de Yura, Cerro Colorado, Uchumayo, Paucarpata, José Luis Bustamante y Ribero, Sabandía, Socabaya, Characato y Tiabaya.

Imagen 36. Mapa de peligros del plan de mitigación de efectos producidos por fenómenos naturales en la Ciudad de Arequipa.



Fuente: CEREN.

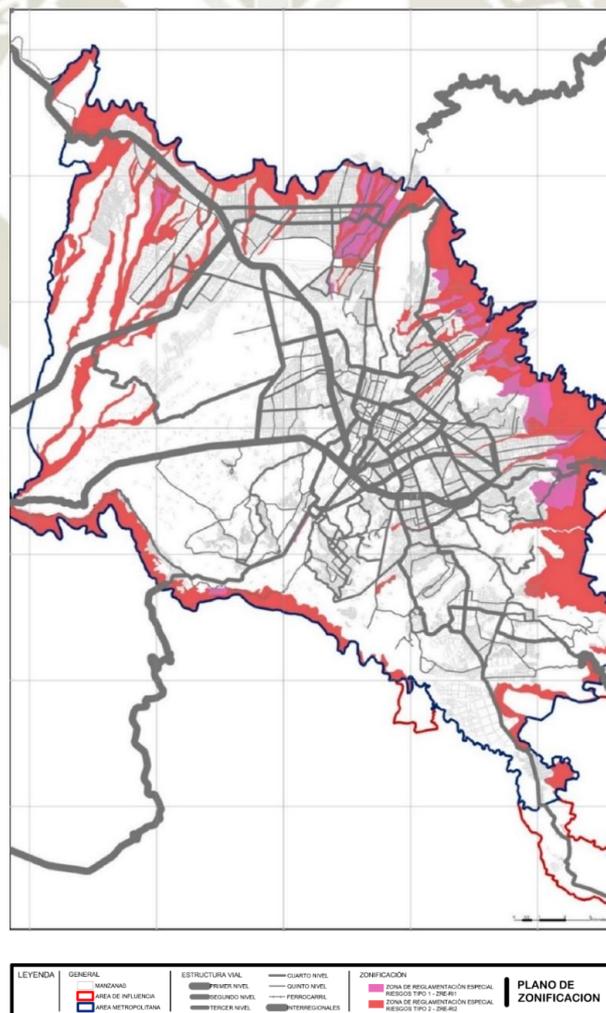
Adicionalmente, el Plan de Desarrollo Metropolitano (PDM) del 2016 al 2025 de la ciudad de Arequipa establece una serie de zonas catalogadas como zonas de riesgo en dos niveles, esta zonificación tiene el propósito de reglamentar adecuadamente zonas que han sido catalogadas como riesgosas y evitar futuras construcciones dependiendo de si el riesgo puede ser mitigado o no.

- Zona de Reglamentación Especial por Riesgos Muy Altos con restricciones a su consolidación, denominada ZRE-RI 1, “definidas por zonas consolidadas por edificación, localizadas en suelos con Riesgos Muy Altos. En estas zonas deberán desarrollarse políticas para la mitigación de estos riesgos y definiéndose como zonas que contienen Usos No Conformes”. (IMPLA, 2016)
- Zona de Reglamentación Especial por Riesgos Muy Altos de paulatina desocupación denominada ZRE-RI 2, “conformada por las áreas identificadas como de alto riesgo no mitigable y en donde el grado de consolidación es escaso. Se deberán desarrollar

políticas para su recuperación física y ambiental y tratamiento como espacios públicos verdes y de forestación. Cualquier edificación existente deberá ser reubicada paulatinamente”. (IMPLA, 2016)

Existe una relación entre el crecimiento de nuevas zonas urbanizadas, la depredación de zonas agrícolas protegidas y otras zonas declaradas de riesgo, que ha aumentado progresivamente la población vulnerable o susceptible a un desastre. Siendo estas dos zonas, ZRE-RI 1 y ZRE-RI 2, las que presentan los mayores peligros ante desastres naturales y contienen a la población más vulnerable.

Imagen 37. Plano de zonas de riesgo mitigable y no mitigable, y su relación con el área urbanizada de la ciudad de Arequipa.



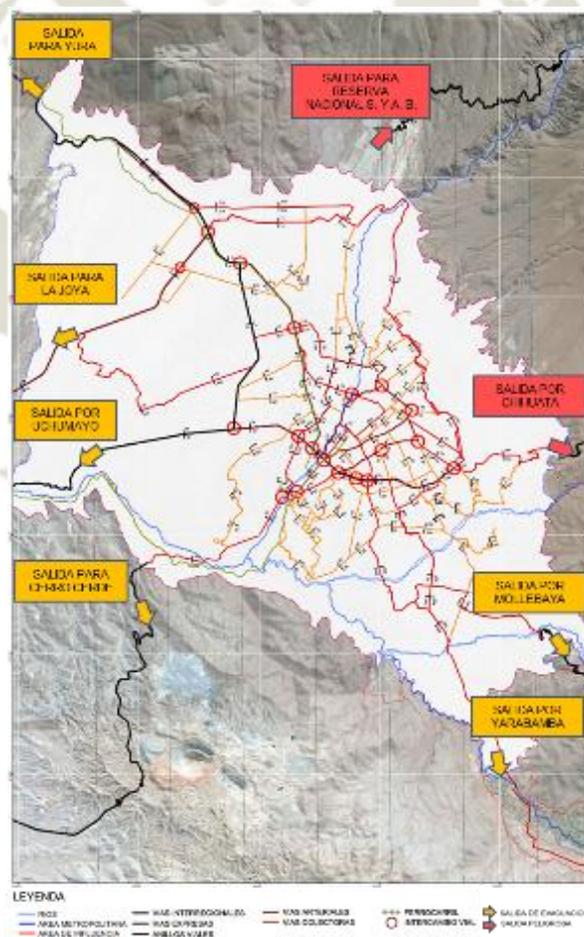
Fuente: Elaboración propia sobre base cartográfica del PDM 2016-2025 (2016).

La ZRE-RI 1 posee un área de 1,171.76 Ha, a su vez, la zona ZRE-RE 2 conforma un área de 6,951.90 Ha, estas conforman el 2.33% y el 13.83% cada una respectivamente, haciendo un total de 16.16% del área urbanizada de Arequipa Metropolitana dentro del ámbito del PDM, de 37,107 Ha.

### 4.3. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO TERRESTRE Y EVACUACIÓN

Las vías principales de Arequipa metropolitana, permiten el abastecimiento de bienes físicos como alimentos, ropa y otros enseres de primera necesidad, a su vez estas serían las vías de evacuación en caso de una catástrofe de gran magnitud, como la ocasionada por una erupción volcánica, pues estas permiten un movimiento elevado de población.

Imagen 38. Sistema vial de Arequipa Metropolitana, salidas de evacuación y de mayor peligrosidad.



Fuente: Elaboración propia sobre base cartográfica del PDM 2016-2025 (2016).

Esta conectividad se soporta gracias a vías de carácter interregional, vías expresas, arteriales y colectoras, con excepción de algunas vías próximas al volcán Misti, vías en dirección a Chiguata y a la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca, vías que no llegan a tener la misma importancia en cuanto a conectividad pues son más vulnerables a presentar un bloqueo, su colapso, o alguna consecuencia negativa ocasionada por un desastre.

#### 4.4. POBLACIÓN EN ALTO RIESGO MITIGABLE Y NO MITIGABLE

Tomando en cuenta la reglamentación impuesta por el PDM y su zonificación para zonas de riesgo, se observa que la población en riesgo se emplaza en su mayoría en las zonas de la periferia de la ciudad, con excepciones en el centro del territorio. Desde la concepción del PDM para el periodo 2016-2025, se han incrementado las construcciones en zonas periféricas, en su mayoría de carácter informal con un porcentaje de viviendas emplazadas en zonas de riesgo mitigable, de 2.33% del total, estas zonas podrían ser aptas para reconstruir en situaciones post-desastre si es que se implementan las medidas necesarias de mitigación y prevención. Para estimar la cantidad de personas emplazadas en la zona ZRE RI1, se realizó un cálculo en relación al total de habitantes de Arequipa Metropolitana:

Tabla 8. Cálculo de habitantes en zona de riesgo mitigable.

ZONA	HECTÁREAS (PDM)	HABITANTES
<b>Arequipa Metropolitana</b>	37,107.00 ha	1,034,736 hab (INDECI 2017)
<b>Zona de Riesgo Mitigable (ZRE RI1)</b>	1,171.76 ha	32,675 hab (Cálculo propio)

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se puede proyectar la cantidad de población en riesgo de la zona ZRE-RI1, estimando un máximo de habitantes, tomando como referencia los parámetros para zonas de densidad baja (RDB), que establecen un máximo de 165 hab/ha., densidad similar a la

observada en zonas de riesgo en la periferia, y considerando las zonas en riesgo mitigable con un total de 1,171.76 ha., resultando en una proyección aproximada de 193,340 habitantes para esta zona a esta densidad.

A partir de estos datos, encontramos dos escenarios luego de un desastre, el primero de ellos, es un escenario en el que la población que ha perdido su vivienda dentro de la zona ZRE-RI1, al encontrarse en zonas mitigables aptas para la implementación de trabajos de prevención y mitigación de desastres, se permita a través de estas obras la transformación y habilitación del territorio y una subsecuente reconstrucción de las viviendas destruidas. Esto implica considerar que la reubicación de la población afectada puede generar un desarraigo cultural a su lugar de origen, por lo que se propone que esta población deberá ser trasladada temporalmente a zonas libres, de preferencia cercanas a su antiguo asentamiento. En este escenario, al desplazarse la población a un lugar cercano, la aplicación de refugios temporales de carácter transitorio es factible en zonas temporales designadas, pues su implementación a diferentes etapas, permite amortiguar costos, e incluso que estos módulos puedan ser trasladados con facilidad gracias a su cercanía a la zona de origen de la población, y así formar parte de las viviendas definitivas. El segundo escenario post-desastre se da en las zonas de riesgo no mitigable, ZRE-RI2, estas se ubican en extremos de la periferia y puntos específicos esparcidos en toda la ciudad, al no ser mitigables, en caso de la destrucción de la infraestructura necesaria para habitarlas, se requiere que la población sea reubicada permanentemente. Una reubicación permanente en otra zona, supone en muchos casos el cambio de estilo de vida, al necesitarse construcciones que faciliten un estilo de vida a mayor densidad, y mayor altura, por lo que un modelo de refugios transitorios sería menos viable, ya que, al necesitar un traslado de su antigua vivienda a otro refugio temporal, se opta por utilizar albergues temporales básicos, aplicados con métodos de emergencia de primera necesidad como carpas y tiendas de campaña en zonas designadas lejos de la zona de riesgo, o en hospedajes improvisados como centros educativos o recreativos, y

posteriormente existirá un proceso de reconstrucción y reubicación, procesos que por la demanda implican la construcción de infraestructura permanente, modelo que se adecua a las necesidades de familias que no puedan regresar a zonas de riesgo no mitigables.

#### **4.5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA POBLACIÓN VULNERABLE**

Las zonas vulnerables mitigables con mayor concentración de población se ubican en los distritos de Cayma, Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata.

La mayoría de estas están orientadas hacia la periferia de la ciudad y son lugares con más precariedad y constituyen zonas de menor desarrollo y menor población, cuentan con servicios básicos de luz, agua y desagüe en su mayoría, pero con un déficit de equipamientos, servicios, y vías asfaltadas en relación al resto de la ciudad, es también en el apartado de vías en que encontramos una gran cantidad de vías de trocha, con ausencia de veredas y señalización.

Se encuentra también una topografía más accidentada especialmente en zonas cercanas al volcán Misti, por lo que presencia de huaicos y deslizamientos es más usual en zonas cercanas a torrenteras o cambios bruscos de nivel en donde no se presenta vegetación.

La presencia de viviendas de carácter informal en estas zonas de riesgo ha sido posible gracias a dos factores ya mencionados, la adquisición progresiva de servicios básicos y procesos de urbanización dirigidos a zonas rurales o periféricas, procesos que en muchos casos se originan a raíz de invasiones o asentamientos humanos de carácter ilegal, que por presión de la población, la demanda del mercado o la corrupción de funcionarios públicos, han prosperado durante un transcurso de varias décadas, la informalidad de estos asentamientos y el desconocimiento de la población a riesgos presentes previos a su ocupación, riesgos que en su mayoría se originan por condiciones climáticas o topográficas, esto ha permitido una falta de preparación tanto de parte de la población como de las autoridades para prevenir o mitigar posibles desastres, dejando en evidencia calidad precaria de numerosas construcciones tanto de carácter privado como público. A esto se suma el desinterés de las autoridades para

implementar infraestructura vial y de servicios, evidente en muchas de las vías de comunicación encontradas en la periferia, vías que no reciben mantenimiento o se encuentran inconclusas, y presentan una gran ausencia de veredas y señalización.

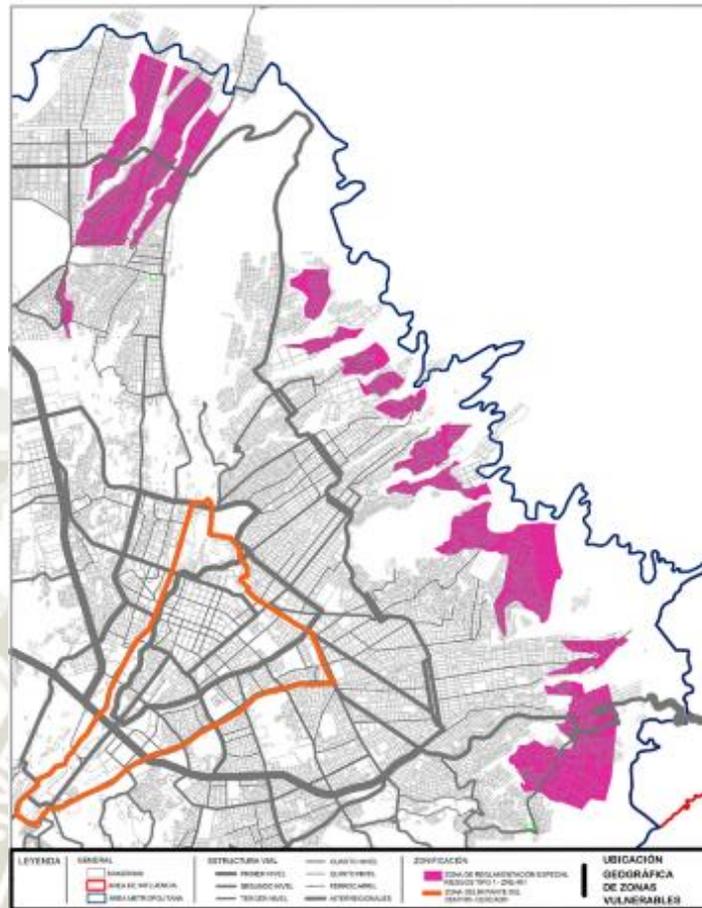
Fotografía 28. Vías periféricas de Arequipa Metropolitana.

Leyenda: (1) Cruce de la avenida Jesús con los baños termales, (2) Avenida Villa Hermosa Mariano Melgar, (3) Asentamiento humano Juan XXIII Zona B Miraflores, (4) Final de la calle Miguel Grau y paradero el mirador de Arequipa en Alto Selva Alegre (5) Las Lomas.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 39. Ubicación geográfica de las principales zonas vulnerables.



Fuente: Elaboración propia sobre base cartográfica del IMPLA.

#### 4.6. COMPOSICIÓN FAMILIAR Y CARACTERÍSTICAS SOCIALES DE LA POBLACIÓN VULNERABLE

Dentro de los 5 distritos más afectados, podemos observar una población total de 429,658 habitantes, distribuidos en 136,390 hogares o 124,987 viviendas. A partir de esta información se obtiene que la población existente distribuida en el total de hogares o viviendas, están repartidas en una relación de 3 a 4 personas por unidad familiar aproximadamente.

Tabla 9. Censos Nacionales 2017: X de Población y VII de Vivienda.

UBIGEO	DISTRITO	HOGARES	VIVIENDAS	POBLACIÓN
40102	Alto Selva Alegre	28729	24804	85870
40103	Cayma	33147	27900	91935

40109	Mariano Melgar	20577	18520	59918
40110	Miraflores	17836	17927	60589
40112	Paucarpata	36101	35836	131346
	<b>TOTAL</b>	<b>136390</b>	<b>124987</b>	<b>429658</b>

Fuente: INEI (2017).

Así mismo al analizar los distintos rangos de edades de la población en estos distritos se observa una composición de un 49% por personas entre las edades de 20 a 49 años, un 30% de personas con edades desde los 0 a los 19 años y un 21% de personas de 50 años en adelante.

Tabla 10. Población de los principales distritos afectados, y su distribución por rangos etarios,

DISTRITO	EIDADES						
	0 a 5 años	6 a 11 años	12 a 19 años	20 a 34 años	35 a 49 años	50 a 64 años	65 años a mas
ALTO SELVA ALEGRE	6585	8526	10783	25532	18128	11801	9237
CAYMA	7414	9799	12073	28666	20340	12040	6695
MIRAFLORES	5006	5613	7378	17131	14545	8996	5822
MARIANO MELGAR	3443	6274	7611	17141	14357	9143	5670
PAUCARPATA	16927	15289	18428	39607	33689	18301	12310
TOTAL	39375	45501	56273	128077	101059	60281	39734

Fuente: INEI (2017).

Gráfico 18. Distribución poblacional por rangos etarios en principales distritos de Alto Selva Alegre, Cayma, Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata.



Fuente: Elaboración propia, sobre datos de INEI (2017).

Estos datos demuestran que la composición familiar promedio en Arequipa se compone de dos personas adultas de rangos etarios entre los 19 a 49 años, atribuibles a población económicamente activa y otros dos integrantes que se componen usualmente y casi en proporciones similares por un integrante menor de edad y un adulto de edad mayor a 50 años.

## **5. SELECCIÓN DE POSIBLES ZONAS DE INTERVENCIÓN**

### **5.1. CATEGORIZACIÓN DE TERRENOS DISPONIBLES POR DISTRITO**

Las zonas afectadas con mayor población vulnerable se ubican principalmente en los distritos de Paucarpata, Mariano Melgar, Alto Selva Alegre, Miraflores y Cayma, delimitados en su mayoría por distintos factores geográficos descritos a continuación:

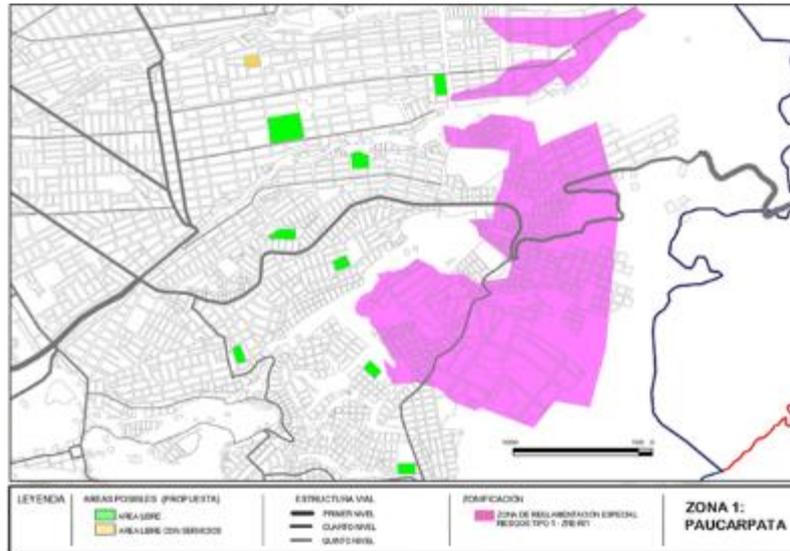
- El distrito de Paucarpata colinda por el Norte con el Distrito de Mariano Melgar, por el Este con el Distrito de Chiguata, por el Sur con el Distrito de Sabandía y por el Oeste con el Distrito de José Luis Bustamante y Rivero. (Distrito.pe, 2018)
- El distrito de Mariano Melgar colinda por el sur con el distrito de Paucarpata; por el este con el Distrito de Chiguata y por el oeste con el cercado de Arequipa (Distrito.pe, 2018).

- El distrito de Miraflores colinda por el este con el distrito por el sur con el distrito de Mariano Melgar, por el norte con el distrito de Alto Selva Alegre y el oeste con el cercado de Arequipa (Distrito.pe, 2018).
- Alto Selva Alegre colinda por el sureste con el distrito de Alto Selva Alegre, por el suroeste con el cercado de Arequipa, y por el Norte con Cayma (Distrito.pe, 2018).
- Cayma colinda por el este con San Juan de Turicani, por el norte con Yura, por el oeste con Cerro Colorado y por el sur con Alto Selva Alegre (Distrito.pe, 2018).

El crecimiento acelerado de la ciudad de Arequipa provoca una expansión hacia la periferia, donde se encuentran la mayoría de áreas vulnerables mitigables, en vista de un desastre lo recomendable es reubicar a la población fuera de áreas vulnerables, en vista de encontrar un terreno receptor de esta población apto para su uso, se han ubicado terrenos de preferencia cercados y con áreas libres, como estadios o canchas deportivas, usualmente homogeneizados y de una superficie plana, estas características convierten a estos terrenos en zonas factibles para el armado de los módulos temporales transitorios. La mayoría de áreas deportivas con estas condiciones se encontraron adyacentes a avenidas principales o calles transcurridas lo que favorece a su fácil acceso y a una mayor conectividad para el transporte de la población, de bienes de primera necesidad y de los módulos de vivienda.

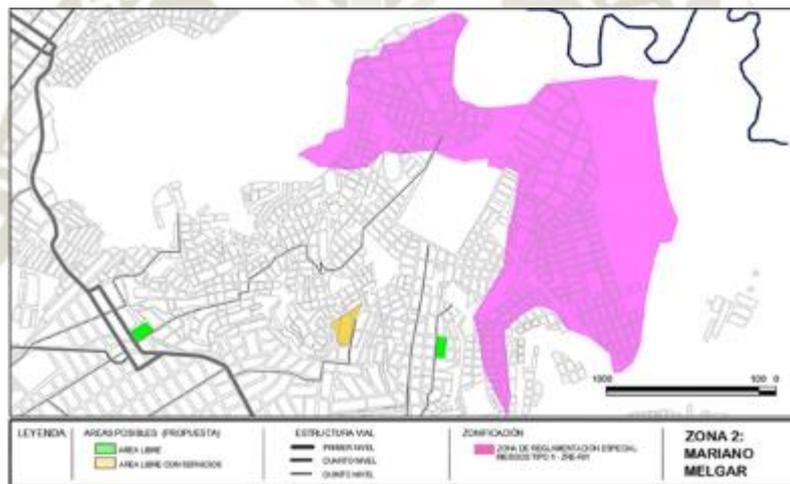
En cada una de estas zonas se han ubicado una serie de terrenos disponibles que cumplen con las características mencionadas, los terrenos propuestos poseen áreas que varían desde los 3,000 metros hasta los 40,000 metros aproximadamente.

Imagen 40. Plano de áreas posibles Zona 1: Paucarpatá.



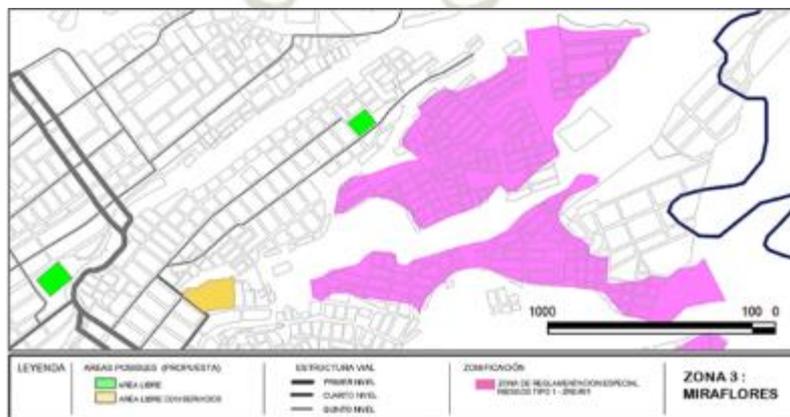
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 41. Plano de áreas posibles Zona 2: Mariano Melgar.



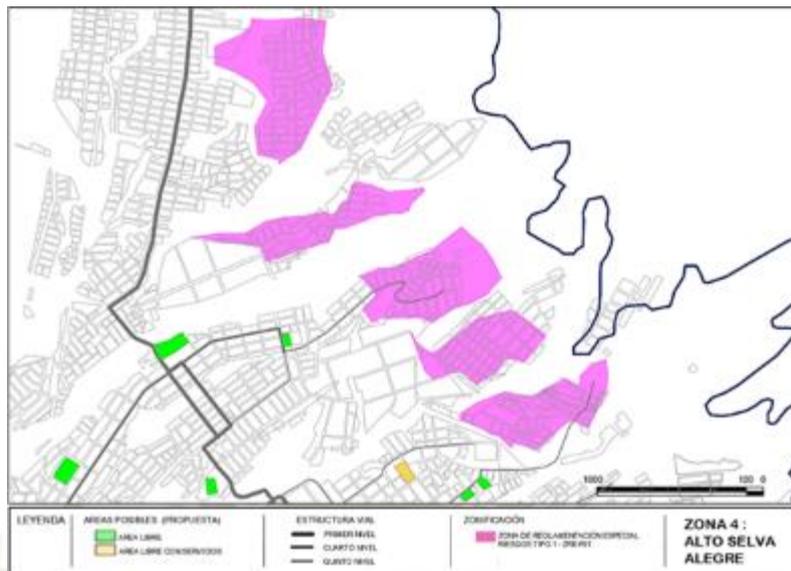
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 42. Plano de áreas posibles Zona 3: Miraflores.



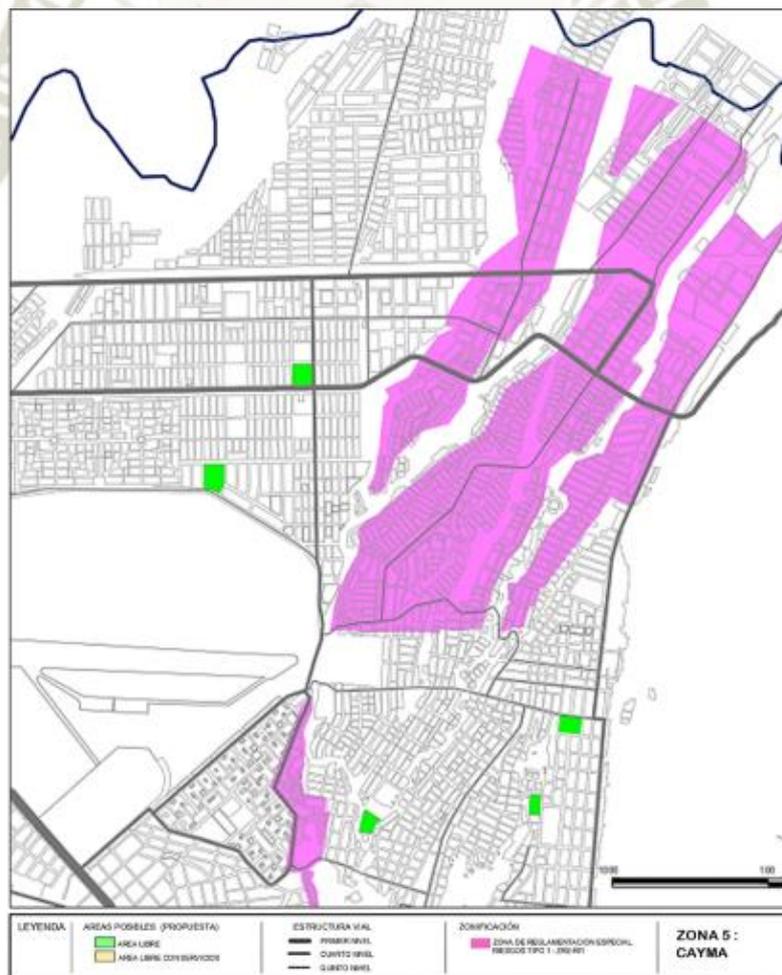
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 43. Plano de áreas posibles Zona 4: Alto Selva Alegre.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 44. Plano de áreas posibles Zona 5: Cayma.



Fuente: Elaboración propia.

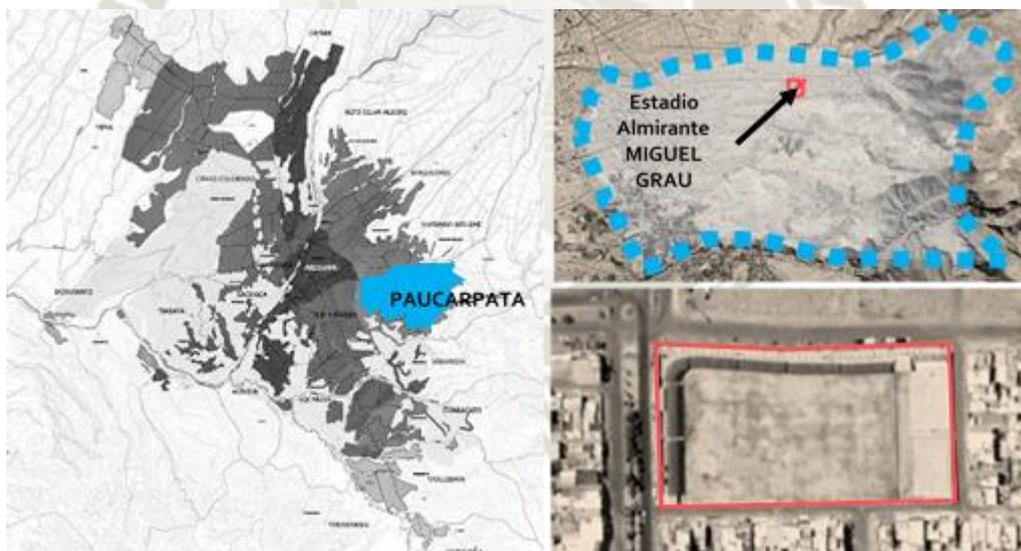
## 6. ANÁLISIS DE UNA POSIBLE ÁREA DE INTERVENCIÓN

### 6.1. VARIABLES FÍSICO URBANAS

Se eligió como sitio modelo un terreno dentro del pueblo joven Miguel Grau en el distrito de Paucarpata, ubicado a una distancia de 7.5 Km del centro de la ciudad de Arequipa, a 2,487 m.s.n.m. al sur oeste de la ciudad.

El pueblo joven de Miguel Grau se divide en cuatro zonas A, B, C y D. El predio en específico para una propuesta modelo es el Estadio Almirante Miguel Grau por sus características físico espaciales y su ubicación en relación a posibles zonas vulnerables. Geográficamente se ubica en las coordenadas 16°24'31'' de latitud Sur y 71°28'43'' de longitud Oeste, entre la calle Miguel Grau al Noreste en la urbanización Almirante Miguel Grau etapa 4, zona C, Paucarpata, Arequipa. Este terreno tiene una extensión de 11,840.00 m<sup>2</sup>.

Imagen 45. Ubicación de área de intervención posible.



Fuente: Elaboración propia.

### 6.2. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

#### CLIMA

El clima de la zona es templando-seco en la zona baja, por la presencia de mayores áreas verdes originando un microclima confortable, y en las partes altas por la presencia de suelos áridos y

secos, se genera un clima en ocasiones sofocante con excesivo calor durante el día. Por las noches las temperaturas varían y descienden de manera más drástica en zonas altas.

- Temperatura Media Anual: 13, 1°C.
- Temperatura Máxima, verano: 23,4°C.
- Temperatura Mínima, invierno: 2,4°C.

### **PRECIPITACIONES**

Las precipitaciones pluviales se dan generalmente en verano en donde se da un incremento en su intensidad originando lluvias fuertes que generalmente aparecen solo en esta época del año, en algunas ocasiones estas llegan a aumentar demasiado el caudal de corrientes de agua o colapsando los niveles máximos de desagües o vías provocando el ingreso de torrenceras y huaicos y deslizamientos.

- Precipitación Anual: 82mm.

### **HUMEDAD**

El clima carece de humedad durante casi todo el año, originando una mayor sensación de calor, con asoleamiento intenso en las mañanas y una mayor humedad por las noches. La falta de humedad viene de la mano con la carencia de vegetación en la zona.

### **VIENTOS**

Los vientos se desplazan en sentido noreste en el día, a una velocidad de 13 Km/h. y con un sentido inverso en el transcurrir de la noche.

### **ASOLEAMIENTO**

La ciudad de Arequipa cuenta con un cielo despejado la mayor parte del año (alrededor de 300 días al año), con gran luminosidad en toda la mañana, fuerte insolación e intensa radiación solar.

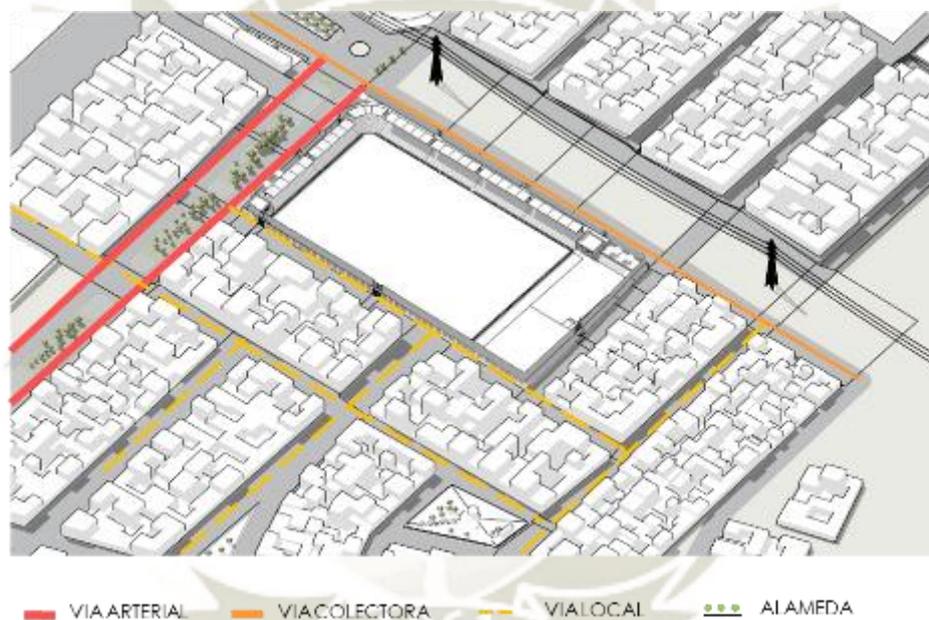
### 6.3. ESTRUCTURA URBANA

#### LÍMITES

Límites Geográficos del terreno:

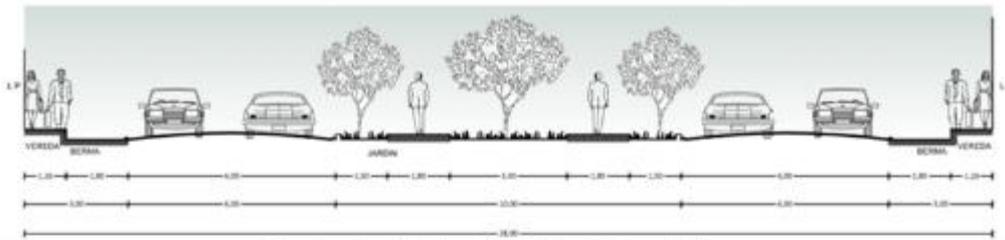
- Por el Oeste con la calle Charcani.
- Por el Este con la calle Costa Rica.
- Por el Norte con la Avenida Miguel Grau.
- Por el Sur con la calle Cuba.

Gráfico 19. Diagrama de vías próximas al terreno.

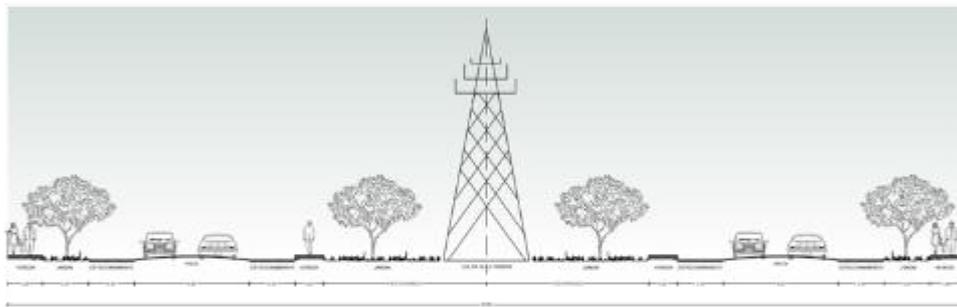


Fuente: Elaboración propia.

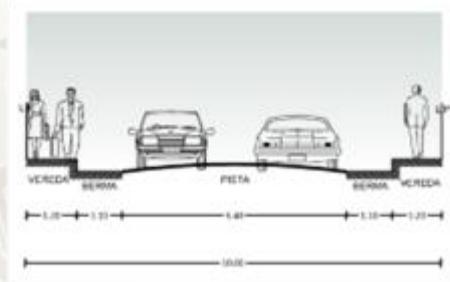
Gráfico 20. Cortes viales del área posible de Intervención.



Corte vía Norte: Avenida Miguel Grau.



Corte vía Oeste: calle Charcani.



Corte vía Este: calle Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia.

## ACCESIBILIDAD

Las dos calles principales que rodean el terreno son la avenida Miguel Grau, eje interdistrital principal y la calle Charcani, eje distrital, siendo las dos vías importantes a tomar en cuenta en cuanto accesibilidad, por otro lado, el estadio Almirante Miguel Grau cuenta con 7 ingresos, cinco peatonales y dos vehiculares.

Gráfico 21. Diagrama de Accesibilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 29. Avenida Miguel Grau ingreso frontal peatonal.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 30. Calle Charcani ingreso lateral peatonal.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 31. Calle Costa Rica, ingreso vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

### SISTEMA DE USOS DE SUELOS CIRCUNDANTE

El pueblo joven de Miguel Grau se compone de 5 usos de suelo principales exceptuando el uso residencial, estos son usos de carácter comercial, de salud, educación, cultura y recreativo.

Imagen 46. Plano de usos de suelo de la zona de Miguel Grau.



Fuente: Elaboración propia.

- Equipamientos de salud

En concordancia con el SISNE, los equipamientos de salud en la zona de Miguel Grau, según el número de población existente deberían consistir de 10 Puestos de Salud Tipo II y un Centro de Salud Tipo II, lo que conlleva que los equipamientos existentes no lleguen a cubrir ni una tercera parte de estos requerimientos.

Tabla 11. Cuadro de equipamientos de salud necesarios.

Población de Miguel Grau	Tipo de equipamiento	Área de influencia	Rango poblacional	Cantidad requerida	Cantidad existente
31,698 hab.	Centro de Salud II	2 horas	Entre 10,000 y 60,000	1	0
	Puesto de Salud II	30 min – 2 horas	Entre 2,000 y 3,000	10	3

Fuente: Elaboración propia.

- Equipamientos educativos

En el PJ. Miguel Grau existen 7 centros educativos básicos regulares públicos, y un centro técnico productivo, tomando como referencia las dotaciones de equipamientos educativos según el SISNE y en respuesta al rango poblacional de la zona, existe la cantidad necesaria de centros educativos básicos, encontrándose un déficit de un centro superior no universitario de carácter tecnológico.

- Cultural

En la zona solo existe un centro cultural de carácter comunitario este se encuentra en buen estado y se ubica cerca al terreno modelo elegido.

- Comercial

Cuenta con un mercado principal en la zona central y con una distribución casi homogénea de pequeños comercios de abastos principalmente a lo largo de la avenida Miguel Grau.

- Equipamientos recreativos y espacios públicos

En concordancia con el SISNE y la OMS se debe establecer un índice mínimo de 9m<sup>2</sup>/Hab. De área verde para el desarrollo de actividades recreativas por habitante, el PJ. de Miguel Grau que cuenta con 31,698 Hab. Al que le corresponde un área de 285,282 m<sup>2</sup> de área verde recreativa, sin embargo, en la zona solo se encuentra 168,047 m<sup>2</sup> de áreas verdes, por lo que se puede decir que existe un déficit de áreas verdes recreativas y públicas, no existe un estudio previo para la articulación de los parques ni un tratamiento adecuado planeado para ellos

considerando que algunos aun no logran consolidarse por completo, se encuentran permanentemente cerrados o en estado de abandono.

## **7. MATERIALES SOSTENIBLES DISPONIBLES APTOS PARA SU APLICACIÓN EN ARQUITECTURA DE EMERGENCIA**

### **7.1. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES**

Existen 4 elementos utilizados en todo tipo de construcción contemporánea: la madera, el vidrio, el metal y el concreto, dentro de esto cuatro grupos se pueden clasificar todo tipo de materiales similares, incluso algunos no utilizados convencionalmente en la construcción, por ejemplo, al hablar de madera no solo hablamos de esta como materia prima, sino de sus derivados como son el triplay, el cartón, etc., de la misma forma al hablar de concreto, se puede hablar de piedra y otros minerales, clasificando dentro de este grupo a todo tipo de mezclas de agregados, morteros, bloques, etc., y por último dentro de los metales encontramos también una gran variedad de materiales como son el fierro, el acero o el aluminio. A partir de esta clasificación se puede descomponer la mayor parte de materiales de construcción en grupos y subgrupos, ampliamente estandarizados en nuestro medio local e internacional; estandarización que supone una dificultad en la búsqueda de nuevos materiales apropiados para construir una arquitectura acorde a nuestra época, que responda a la creciente preocupación por romper el paradigma de una cultura de desperdicio, apoyándose en un creciente interés por reivindicar una cultura sostenible en todos los ámbitos del desarrollo humano, la arquitectura no ajena a este concepto debe encontrar formas de conciliar lo sostenible y un resultado tangible como lo es una construcción que en su mayoría es concebido con la intención de ser permanente, lo cual supone una tarea difícil considerando que al ser un ámbito concreto con un producto final, la materialidad es una de las cualidades más importantes de la arquitectura desde sus inicios.

Dentro de las clasificaciones modernas para materiales de todo tipo encontramos una diferencia clave para su diferenciación, el poder discernir si un material es orgánico o no, factor clave

para poder entender el origen del material, su manufactura y su eventual destino, sea o no el reciclaje parte de este proceso, para esta diferenciación es importante notar que elementos orgánicos son usualmente los que menos impacto causan en el medio ambiente, pero esto no significa que elementos inorgánicos, como el metal, no sean aptos para su reutilización o reciclaje, pues su elevado costo inicial de manufactura se ve reducido drásticamente cuando se les da una segunda o tercera vida útil, sin reducir su calidad, este factor, el nivel de calidad, es uno que particularmente si se ve afectado al reciclar materiales como el concreto, que al perder su resistencia inicial, deben ser utilizados para cumplir una tarea menor, usualmente la de elemento de relleno y no de soporte.

Dentro de los materiales de origen orgánico con capacidad de ser reutilizados o reciclados encontramos:

- Madera y productos elaborados a base de madera, triplay, MDF, tableros OSB, papel, cartón, incluidos en muebles, construcciones, etc.
- Fibras naturales como lana, algodón, lino, cuero, telas y otros elementos a base de estas fibras.
- Arcillas orgánicas, aquellas con una composición media a alta de elementos orgánicos en descomposición.
- Desechos de alimentos, productos en descomposición.

Dentro de los materiales de origen inorgánico capaces de ser reutilizados o reciclados encontramos:

- Vidrio y cristal proveniente de ventanas, botellas, entero o en fragmentos.
- Metal proveniente de elementos de construcción, vehículos de transporte, contenedores, muebles, aparatos, etc.
- Concreto, como parte de elementos de construcción y derivados a base de cemento, grava, etc.

- Piedras y minerales, enteros o en fragmentos.
- Fibras sintéticas, proveniente de ropa, telas de uso doméstico o comercial.
- Plástico, proveniente de productos, paneles, etc., entero o en fragmentos.
- Neumáticos, o elementos de caucho, goma, etc.

En nuestro medio, existen dos factores que aumentan la dificultad de reciclar materiales, el primero, previamente mencionado al encontrarse una predominancia en obras de concreto, pues su reciclaje implica una pérdida de resistencia; y el segundo presentado en trabajos con metales como el acero, encontrándose una menor cantidad de construcciones a base de este material predominantemente por el desconocimiento de la mano de obra local sobre procesos constructivos en acero, es por esto que la mayoría de materiales con posibilidad de reciclaje son de carácter orgánico, ya sea madera o derivados de madera, considerando a materiales inorgánicos para situaciones específicas, ya que algunos elementos metálicos podrían llegar a poseer la resistencia necesaria para la edificación de estructuras de carácter temporal o transitorio, de la misma forma es oportuno considerar otros elementos inorgánicos con una gran posibilidad de adaptación, como lo son algunos materiales a base de plástico y otras fibras sintéticas, que componen elementos como contenedores de líquidos, cajas de cerveza, telas, etc.

Para utilizar materiales reciclados o reciclables es necesario considerar 3 factores importantes:

- La condición de los materiales, verificar que estos sean aptos, para esto se debe tener en cuenta un control de calidad previo a su selección y una minuciosa inspección para verificar su estado de conservación, se deben descartar materiales que hayan estado expuestas a condiciones como la humedad o un contante impacto del sol, pues estos pueden disminuir propiedades intrínsecas de los materiales como su resistencia o durabilidad, por esto, es necesario realizar inspecciones minuciosas de acuerdo al tipo de material, tanto en etapas de selección, como en su aplicación a la construcción.

- Estandarización, para esto se recomienda definir un conjunto de criterios que deben cumplir los materiales para así evitar incompatibilidades en el proceso constructivo, estos criterios pueden variar de acuerdo al material, pues distintos materiales cumplen distintas funciones y por lo tanto criterios como resistencia o dimensiones regulares, no son necesarios para elementos individuales y no portantes, pero sí lo son para elementos de tabiquería u otros que componen la estructura.
- Seguridad en la disponibilidad, esto implica conocer todos los posibles orígenes del material a utilizar, tener la certeza de poder encontrarlos tanto en el medio local como nacional, en algunos casos estos podrán ser donados o adquiridos por medio de terceros, pero en su mayoría se debe estudiar el mercado para encontrar las mejores fuentes posibles y los costos que suponga su adquisición, transporte y su aplicación en la construcción, por otro lado de acuerdo a la variada disponibilidad de materiales en un determinado momento se pueden considerar formas para adaptarlos al diseño y evitar desperdicios.

## **7.2. MATERIALES SOSTENIBLES NO CONVENCIONALES, APLICABLES EN SU ESTADO COMÚN**

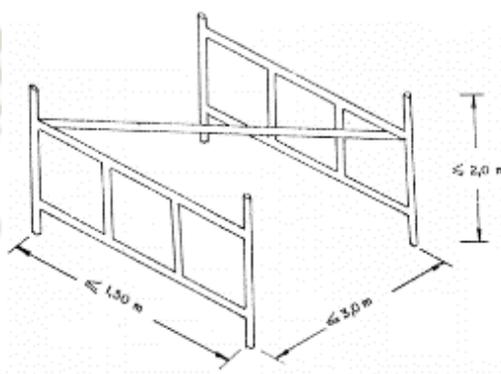
Estos materiales se caracterizan por no ser utilizados convencionalmente en propuestas arquitectónicas, pero encontrarse mayormente en condiciones adecuadas para su adaptación a la construcción, pues el elemento no requiere de transformaciones muy invasivas para ser adaptado, o de cambios significativos a la integridad de los elementos que lo componen.

### **ANDAMIOS METÁLICOS**

Los andamios metálicos son elementos utilizados en la construcción de manera provisional, elementos que no son parte de los diseños finales, sino herramientas en el acto de construir en sí, su utilización es de carácter temporal y supone usos sucesivos, los andamios tienen una resistencia alta, necesaria para soportar plataformas, aptas para la realización de trabajos

mayores a los 2 metros de alto. En nuestro país los andamios, su fabricación y aplicación está regulado por dos normas técnicas NTP 400.033 y NTP 400.034, revisadas en el año 2017, dentro de los parámetros y regulaciones propuestas en estas normas cabe resaltar dos de ellos, una resistencia a sobrecargas para andamios livianos de  $200 \text{ kg/m}^2$ , y segundo, que las medidas para andamios de marcos prefabricados deben cumplir con las siguientes especificaciones: “la luz horizontal entre marcos no será mayor de 3,00 m, la altura de los marcos no será mayor de 2,00 m, ni el ancho del marco será mayor a 1,50 m salvo diseños especiales”. (NTP 400.304)

Imagen 47. Dimensiones y separación de marcos.



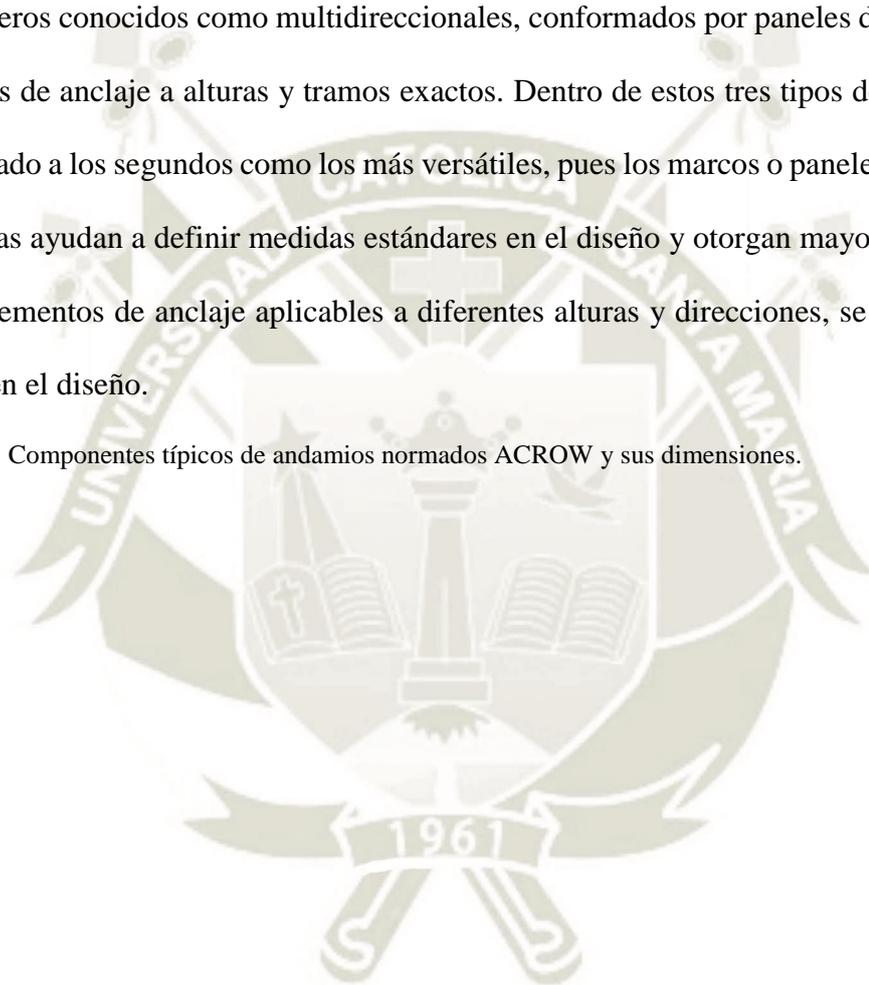
Fuente: Norma Técnica de Andamios, NTP 400.304 (2018).

Las características físicas de los marcos metálicos permiten a los andamios alcanzar grandes resistencias para trabajos en altura, al ser capaces de soportar simultáneamente el peso de plataformas y de obreros, así como, la opción de anclar sucesivamente marcos metálicos uno encima del otro, permitiendo alcanzar alturas variables. Por otro lado, la estabilidad de estos elementos se obtiene mediante terminaciones planas en las bases de los andamios o elementos de sujeción externos. Los marcos de andamios suelen presentar uniones para incrementar su estabilidad ya sea por medio de largueros en ejes horizontales o por medio de crucetas en ejes diagonales, así mismos elementos como escaleras han sido fabricados para el fácil anclaje a los marcos metálicos o largueros.

Por su resistencia y dimensiones predefinidas, los andamios metálicos resultan elementos versátiles para construcciones pequeñas, dentro de las presentaciones más comunes en nuestro

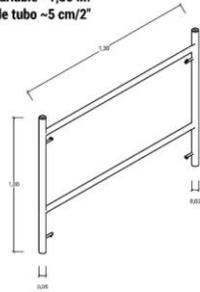
medio, encontramos tres tipos de andamios, los primeros, conformados solamente de tubos en sentido horizontal, vertical y diagonal, acompañados de uniones que a menudo se valen de grapas o soportes para su sujeción en tramos exactos; los segundos, conformados por marcos o paneles de medidas fijas y, uniones conformadas por tubos y elementos de anclaje a posiciones libres de los cuales el modelo tipo ACROW es el más encontrado en nuestro medio; y los terceros conocidos como multidireccionales, conformados por paneles de medidas fijas y elementos de anclaje a alturas y tramos exactos. Dentro de estos tres tipos de andamios se ha determinado a los segundos como los más versátiles, pues los marcos o paneles de dimensiones específicas ayudan a definir medidas estándares en el diseño y otorgan mayor resistencia, y al poseer elementos de anclaje aplicables a diferentes alturas y direcciones, se logra una mayor libertad en el diseño.

Imagen 48. Componentes típicos de andamios normados ACROW y sus dimensiones.

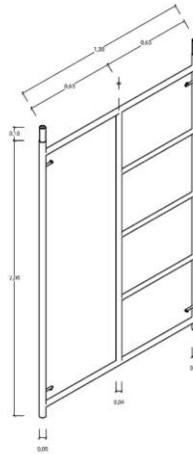


## COMPONENTES TÍPICOS DE ANDAMIOS NORMADOS

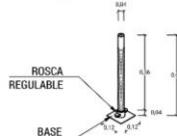
**PANEL DE ANDAMIO METÁLICO (PASAMANO)**  
ISOMÉTRICA  
Altura recomendada de 1,00 m.  
Ancho variable ~1,30 m.  
Grosor de tubo ~5 cm/2"



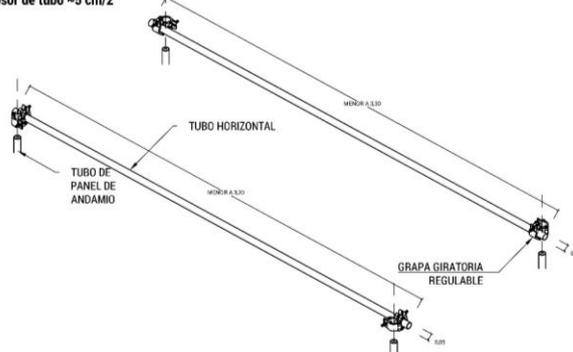
**PANEL DE ANDAMIO METÁLICO**  
ISOMÉTRICA  
Altura variable entre 2,00 m. y 2,20 m.  
Ancho variable ~1,30 m.  
Grosor de tubo ~5 cm/2"



**PATAS TELESCÓPICAS REGULABLES**  
ISOMÉTRICA  
Altura variable <math>\leq 0,30\text{ m}</math>



**TUBOS Y GRAPAS GIRATORIAS**  
ISOMÉTRICA  
Para uniones horizontales y diagonales a diferentes ángulos  
Longitudes entre 2,40 a 3,30 m.  
Grosor de tubo ~5 cm/2"

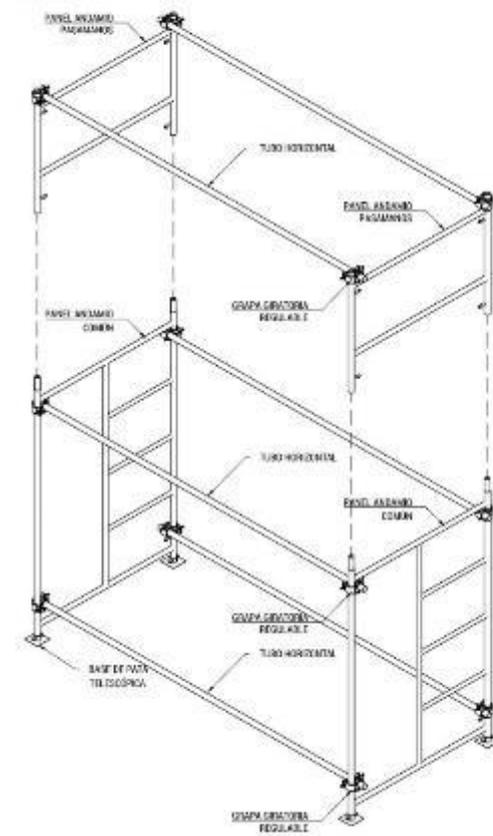


Fuente: Elaboración propia.

Imagen 49. Construcción típica de módulo de andamios, pasamanos y largueros por medio de grapas.

### CONSTRUCCIÓN TÍPICA DE MÓDULO DE ANDAMIOS Y PASAMANOS (UNIÓN POR GRAPAS)

PROCESO DE ENSAMBLAJE DE ANDAMIOS  
ISOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Para asegurar una adecuada calidad de los andamios, se requiere que estos no presenten golpes visibles o dobleces en la estructura, así mismo, en caso de encontrarse marcas de óxido, se deberá tratarlas en la medida de lo posible, sin comprometer la resistencia del material, de presentarse una corrosión considerable es recomendable desechar el material para no exponer a los usuarios ni a los encargados de la construcción a riesgos.

Al observar medidas que rondan los 2 metros de altura por panel, se vuelve viable utilizar estos paneles en combinación con paneles de marcos de pasamanos de 1 metro de altura conformando así medio módulo, alcanzado medidas de 3 metros, altura que permite contener espacios versátiles. Para asegurar las uniones entre paneles se deberán utilizar largueros y uniones por grapas o abrazaderas, estas permiten anclajes a alturas variables según requiera el

diseño, pues la versatilidad de sujeción por grapas no solo permite uniones en direcciones ortogonales, sino en direcciones diagonales, refuerzos útiles para lograr una mayor estabilidad de toda la estructura.

A partir de un análisis de los andamios normados encontrados en el medio, se encontró que las medidas comerciales estándar para paneles rondan los 1,20 a 1,30 metros de ancho, 2,00 a 2,10 metros de alto para paneles regulares y 1,00 metros de alto para marcos que cumplan con la función de barandas, con tubos de un diámetro de 2” a 2 ½” para marcos estructurales y para uniones a partir de largueros y crucetas diagonales, y tubos menores para el interior de los marcos con diámetros de 1 ½”. En nuestro medio, algunas de las empresas con la capacidad logística para distribuir grandes cantidades de andamios tipo Acrow, y que cuenten con certificación por la UNI son las siguientes:

Tabla 12. Cuadro de establecimientos que distribuyen andamios certificados ACROW en Arequipa.

<b>EMPRESA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>MODALIDAD DE ADQUISICIÓN</b>	<b>ESTADO DEL MATERIAL</b>
Andamios Perú / Layher S.A.C.	Empresa con distribuidor en Arequipa	Venta y alquiler	Nuevos (venta) o en buen estado (alquiler)
Andamios Fuerte S.A.C.	Empresa en Lima con envíos a provincias	Venta y alquiler	Nuevos (venta) o en buen estado (alquiler)
Andamios Multivertical E.I.R.L.	Empresa distribuidora en Arequipa	Venta y alquiler	Nuevos (venta) o en buen estado (alquiler)
Andamios Certif. RHM	Empresa en Lima con envíos a provincias	Venta y alquiler	Nuevos (venta) o en buen estado (alquiler)

Grupo Altos	Empresa en Lima con envíos a provincias	Venta y alquiler	Nuevos (venta) o en buen estado (alquiler)
-------------	---	------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 50. Cuerpo de andamio completo con patas telescópicas, barandas, escaleras, largueros y crucetas.



Fuente: (Izquierda) Andamio de la empresa Multivertical E.I.R.L., (Derecha) Andamio de la empresa Andamios Certificados RHM.

## TUBOS DE CARTÓN

El cartón es un material muy flexible, con multiplicidad de usos y representa una gran oportunidad como material reciclable, este material, en conjunto con el papel constituyen un gran porcentaje de desechos a nivel mundial, aproximadamente el 17% de desechos producidos por el hombre de acuerdo al Banco Mundial, dependiendo del método utilizado para su fabricación, se pueden alcanzar diferentes resistencias, convirtiéndolo en un buen reemplazo para la madera, la forma más común de encontrarlo es ondulado, en planchas o cajas, pero también se puede encontrar compactado o entramado como panel de abeja. Los tubos de cartón se fabrican con el método de compactación de capas sucesivas a diferentes grosores, diámetros y longitudes; debido a su resistencia pueden ser utilizados como pilares, vigas, muros o en la fabricación de muebles o paneles divisorios.

Tabla 13. Propiedades del cartón compacto.

MATERIAL	CALIDADES	RESISTENCIA	MALEABILIDAD
----------	-----------	-------------	--------------

CARTÓN COMPACTO	<b>Milímetros</b> 1, 1.2, 1.5, 1.7, 2, ...3 mm	ALTA (>8 KN/m) (Cuanto mayor sea el grosor y el gramaje, mayor será la resistencia)	BAJA (cuanto mayor sea el grosor y el gramaje, menor será la maleabilidad)
	<b>Gramaje</b> 300-3000 g/m <sup>2</sup>		

Fuente: Información extraída del Manual de Calidad de la Asociación española de Fabricantes de Embalajes de Cartón Ondulado (2012).

- Calidad estandarización y disponibilidad.

El cartón es un material muy resistente en relación a su peso, más aún que la madera a pesar de ser un producto derivada de esta, pero su resistencia está en relación directa a la variedad de grosores, la dirección de las fibras o distintas formas en que es producido, por lo que cualquier factor que afecte alguna de estas cualidades, puede llegar a disminuir su calidad. Por esto, el cartón es más susceptible a estímulos externos como cambios en la humedad, cortes, golpes y abolladuras que lleguen a deformar su composición, por lo que se requieren de condiciones para su almacenaje y preservación, es recomendable recubrir el material en caso de utilizarse en exteriores para impermeabilizarlo o darle una mayor resistencia al fuego, a su vez, es necesario descartar cualquier tubo de cartón que presente marcas de deterioro, humedad u hongos. En nuestro medio existen diferentes tipos de tubos de cartón, desde las utilizadas para rollos de plástico, papel o envases hasta las utilizadas en telas y alfombras, las diferencias se presentan tanto por el tipo de industria como a los métodos y procesos de manufactura según cada empresa.

Tabla 14. Tubos por mercado más comunes en la industria.

<b>Industria</b>	<b>Diámetro Interior aproximado (Pg.)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Peso (Kg.)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Resistencia Max. Kgf/mt.</b>
------------------	---	-------------------	-------------------	---------------------	---------------------------------

<b>Plástico / Papeles / Envases Flexibles</b>	3 y 6 Pg.	1.000 a 3.000	No aplica	7 a 14 mm	3.000
<b>Stretch Film</b>	2 y 3 Pg.	500 a 520	0,25 a 1,5.	3 a 16	Variable
<b>Telas / Alfombras</b>	4 Pg.	500 a 4000	No aplica	3 a 8	200
<b>Otros</b>	2, 3, 4, 6 y 8	20 a 4000	Pedido	2,7 a 16 mm	Variable

Fuente: extraído de información comercial de MATESA S.A (2020).

Tabla 15. Tubos comercializados por tipo de industria y sus dimensiones.

<b>Industria</b>	<b>Diámetro Interior aproximado (mm o Pg.)</b>	<b>Largo (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>
<b>Gráfica</b>	25, 40, 41, 45, 50, 51, 76, 102 mm	Variable	1,5; 2; 3,4,5,6,7,8 mm
<b>Plástico y Fleje</b>	38 o 50 mm (manual), 16,2 mm o 3” (automático) o 152 mm (industrial)	Variable	Variable
<b>Textil</b>	Variable	Hasta 5000 mm	1 a 20 mm
<b>Papel</b>	20 a 95 mm	Hasta 3000 mm	1 a 10 mm
<b>Papel Aluminio y plástico</b>	70, 71, 76, 152, 200 mm	Variable	Variable
<b>Embalaje</b>	Variable	Variable	1 a 10 mm
<b>Papelería pesada</b>	Variable	Variable	10 a 20 mm

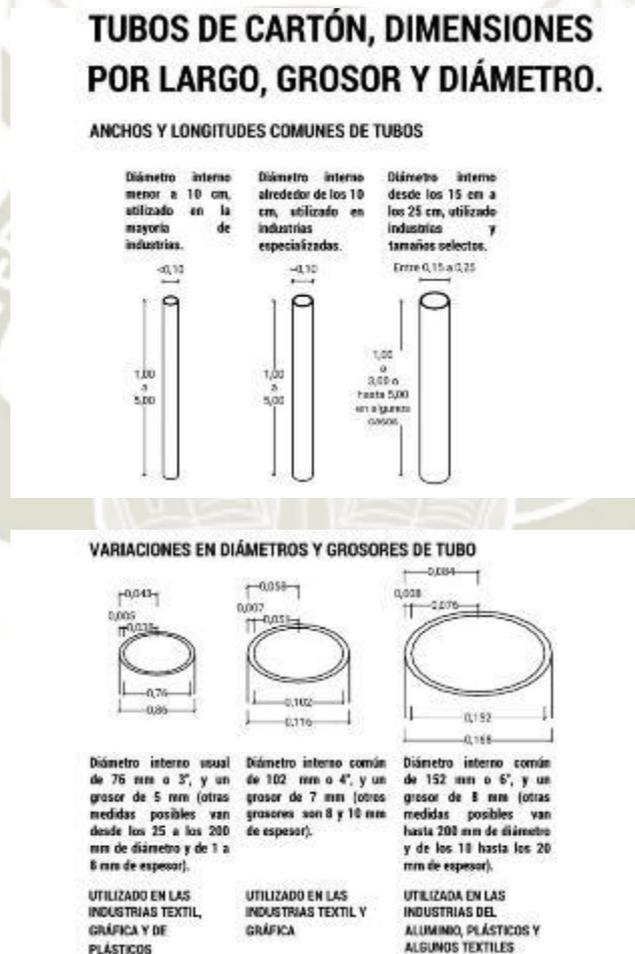
Fuente: TUBOMAR S.A.C. (2020).

Se ha encontrado una prevalencia de tubos de cartón con diámetros de 3, 4 y 6 pulgadas, para tubos aplicables a la construcción, pues tubos de 2 pulgadas no llegan a ser lo suficientemente resistentes y los de 8 a más pulgadas no son tan fáciles de encontrar en nuestro medio, así

mismo encontramos largos de 1 a 4 metros con excepciones de hasta 5 metros y grosores entre 5 y 20 mm para tubos de mayor resistencia.

A partir de estas observaciones y considerando la disponibilidad en el medio local se deben formular mecanismos de adquisición, orientando su recolección a las distintas áreas dentro la industria textil, industrias de papelería común y pesada, industrias de diseño gráfico e industrias de plástico, aluminio y fibras sintéticas.

Imagen 51. Tipos de tubos de cartón comunes en el medio por tipo de industria y sus dimensiones.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en caso de encontrarse escasez de tubos reciclables, existen algunas empresas de fabricación de tubos de cartón en nuestro medio, entre ellas encontramos distribuidoras con producción en Lima, con envíos a provincias, y otras ubicadas en la misma ciudad de Arequipa, las más representativas son las siguientes:

Tabla 16. Cuadro de establecimientos peruanos que distribuyen tubos de Cartón para Arequipa.

EMPRESA	UBICACIÓN	PRODUCTOS DISPONIBLES
Cartones Villa Marina S.A.	Empresa con distribuidor en Arequipa.	Fabricación según estándares de diferentes industrias o a pedido del cliente.
Cartonería y envases Piura S.A.C. / CARTEPSA	Empresa distribuidora en Lima con envíos a provincias.	Fabricación según estándares de diferentes industrias.
CORPAPEL	Empresa distribuidora en Lima con envíos a provincias.	Fabricación según estándares de la industria papelera.
TuboMar S.A.C.	Empresa distribuidora en Lima con envíos a provincias.	Fabricación según estándares de la industria papelera o a pedido del cliente.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 32. Cartones de la empresa Cartones Villa Marina S.A.



Fuente: Cartones Villa Marina S.A. (2020).

## PARIHUELAS DE MADERA

Las parihuelas o pallets son elementos de madera, plástico, cartón o metal, utilizados para el transporte de diferentes tipos de bienes o mercancías, son las parihuelas de madera las más

comunes en nuestro medio y las que presentan mayores oportunidades para su transformación y adecuación a otros usos, se ha experimentado con pallets en el campo de la construcción en múltiples ocasiones, siendo aplicados a la edificación de muros, plataformas y vanos; así también como en la fabricación de mobiliario. Considerando que el uso principal de estos es el de transportar objetos y que en una situación post desastre, el transporte de bienes de primera necesidad es habitual, se presenta la oportunidad de que al llegar a su destino sean reutilizados con otro fin, pues en su mayoría los pallets no suelen retornar a su lugar de origen.

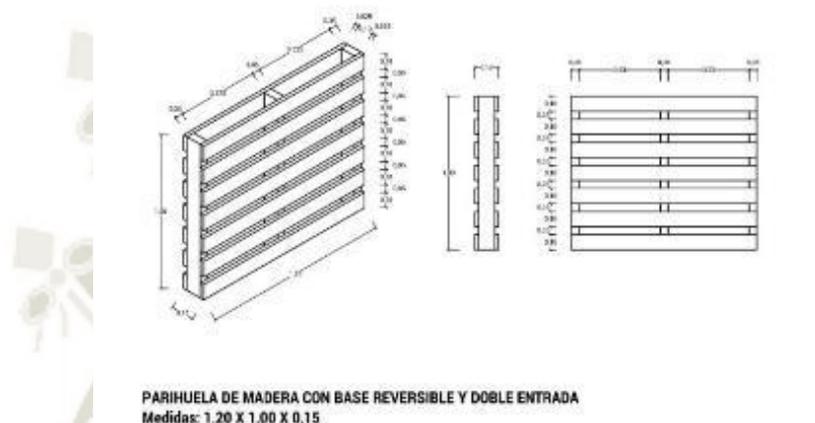
- Calidad estandarización y disponibilidad.

Las maderas más comunes utilizadas para la fabricación de parihuelas en nuestro medio son el tornillo, el pino, y otras coníferas, la resistencia deseada se basa en la normativa europea UNE-EN 12249 sobre Madera aserrada utilizada en paletas. Desviaciones admisibles y dimensiones recomendadas, requiriendo un mínimo de resistencia a flexión estática de 42 N/mm<sup>2</sup>. Así mismo se requiere que esta madera haya sido tratada adecuadamente a partir de recubrimientos o de haber sido expuestas al sol y a la humedad del ambiente durante un tiempo considerable, para prever que a raíz de cambios meteorológicos estos absorban demasiado la humedad del aire llegándose a expandir o contraerse súbitamente, es necesario evitar cualquier tipo de plaga que pudiera afectar la resistencia de la madera, de encontrarse alguna de estas observaciones, se recomienda evitar usar el material por suponer un riesgo a la integridad de la construcción. Dentro de los tipos de parihuelas más comunes existen dos encontrados a nivel mundial, el pallet universal o americano de 1000 mm por 1200 mm, y el europeo de 800 mm por 1200 mm, ambos con una altura variable entre los 75 mm a los 150 mm, existe un segundo tipo de clasificación, la definida por el número de entradas, aberturas que facilitan su movilidad permitiendo el uso de maquinaria, dividiéndose en parihuelas de una entrada, doble entrada o cuatro entradas, otra clasificación se basa en el número de bases, de base única o doble base, estas últimas reversibles, pues encontramos parihuelas que pueden ser idénticas en ambos

lados. Se optó por utilizar las más comunes, de modelo americano o universal, de 1200 mm de largo, 1000 mm de ancho y 150 mm de alto, de maderas tornillo o pino, con doble base y doble entrada.

Imagen 52. Parihuela modelo americano, de doble base o reversible y doble entrada, dimensiones comunes.

**PARIHUELA O PALLET**



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a producción de parihuelas, encontramos una mayor cantidad de empresas en la ciudad de Arequipa que en la producción de otros materiales, y, en caso de no encontrarse suficientes parihuelas reciclables en nuestro medio, una opción viable consistiría en adquirir parihuelas nuevas con las características necesarias, así mismo, considerando que para la producción de estas parihuelas, se utilizan métodos de producción industrial mecanizado, se podría asegurar la uniformidad de las parihuelas, uniformidad necesaria para una adecuada compatibilidad de piezas en la construcción, las principales empresas que distribuyen parihuelas de madera en Arequipa son:

Tabla 17. Cuadro de principales empresas de fabricación de parihuelas con distribución en Arequipa.

EMPRESA	UBICACIÓN	PRODUCTOS DISPONIBLES
WGHOLZ	Empresa distribuidora en Arequipa	Fabricación de productos de madera como pallets y cajas de fruta

Factoría Grupo Pinto	Empresa distribuidora en Arequipa	Fabricación de pallets o parihuelas al por mayor, de diferentes modelos según requerimiento
Estela en el Cielo Corp.	Empresa distribuidora en Arequipa	Fabricación de parihuelas de madera de diversas medidas
Madercoi E.I.R.L	Empresa distribuidora en Arequipa	Fabricación de parihuelas o pallets de madera.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 33. Parihuelas fabricadas por la empresa Factoría Grupo Pinto.



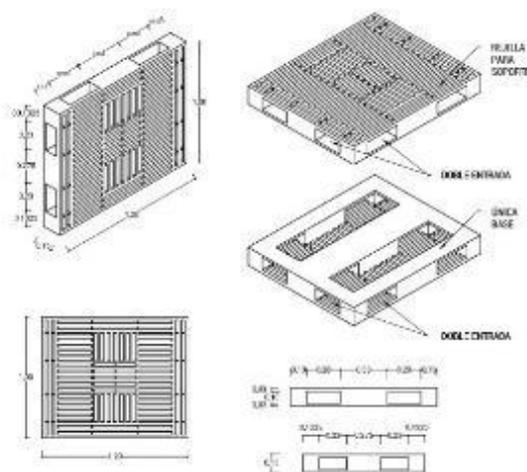
Fuente: Factoría Grupo Pinto (2020).

## PARIHUELAS DE PLÁSTICO

Se encuentran en menor medida que las parihuelas de madera, al no ser tan comunes, su adquisición al por mayor puede ser más complicada, pero su resistencia al estar fabricada a base de polietileno de alta densidad virgen, y los procesos de manufactura de carácter industrial, otorgan al material una uniformidad que no es común en las parihuelas de madera.

Imagen 53. Parihuela de polietileno de alta densidad, dimensiones comunes.

### PARIHUELA DE PLÁSTICO



PARIHUELA DE PLÁSTICO (PEAD) CON UNA BASE Y DOBLE ENTRADA  
Medidas: 1,20 X 1,10 X 0,15

Fuente: Elaboración propia.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Las parihuelas de plástico son más resistentes a cambios de temperatura y a la influencia de humedad, lo que permiten que permanezcan invariables incluso al ser expuestas a una variedad de condiciones, además, al ser elementos a base de plástico de mayor densidad, presentan resistencia a golpes o raspones, e incluso con ralladuras superficiales, la integridad del material no se ve afectada de manera considerable. Se pueden encontrar principalmente en un formato americano, con medidas de 1200 mm de largo, 1000 mm de ancho y 150 mm de alto, pesan aproximadamente 16,5 kilogramos con una desviación del 3 por ciento, y soportan cargas estáticas de 4 toneladas métricas y cargas de 600 kilogramos por su lado más corto, las más comunes de este tipo son las parihuelas de doble entrada y de una sola base, su comercialización no es muy común en el medio local, pero si se encuentran distintos puntos de producción y distribución a nivel nacional.

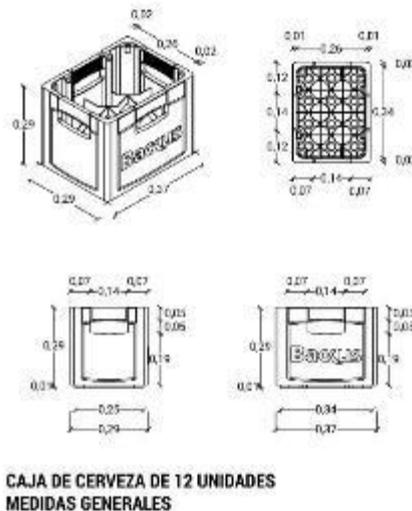
### CAJAS DE CERVEZA

Las cajas de cerveza han sido utilizadas tanto en la construcción temporal como en la manufactura de muebles variados, en nuestro medio, la mayoría de cajas de cerveza son

producidas a partir de polietileno, material que en concentraciones adecuadas es capaz de soportar grandes pesos en relación a un área limitada.

Imagen 54. Dimensiones de una caja de cerveza de la empresa Cervecerías Peruanas Backus S.A.

### CAJA DE CERVEZA



Fuente: Elaboración propia.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Dentro del medio nacional, encontramos algunas empresas que producen y comercializan estas cajas, empresas que, aunque conforman un número reducido, abarcan la mayor parte de cuota del mercado, siendo una de las principales la empresa de Cervecerías Peruanas Backus S.A., que conforma el grupo AB Inbev, primera corporación cervecera más grande a nivel mundial, empresa que comercializa una variedad de marcas de cervezas a nivel nacional, cuenta con un alto volumen de producción y una estandarización en la producción de cajas de cerveza, factores que han sido determinantes para considerar este modelo y sus dimensiones al adaptar este tipo de material.

### CAJAS DE FRUTAS O VERDURAS

Dentro de los contenedores a base de materiales orgánicos como la madera, encontramos una prevalencia en nuestro medio, de cajas de madera para almacenamiento de frutas o verduras, en ocasiones en mercados locales llegan a ser desechadas y permanecen en calles y pistas sin

dársele ningún uso, es por esto que se considera que a pesar de haber servido su vida útil original, se le puede encontrar una segunda vida útil en la fabricación de cajones, estantes y repisas dentro del diseño arquitectónico.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Al no ser elementos que requieran soportar cargas excesivas, estos pueden utilizarse como parte del mobiliario interno o externo de una vivienda, por esta misma razón, sus dimensiones pueden variar en mayor o menor medida, se debe tener en cuenta siempre que se encuentren en buen estado, no presentar corrosión, humedad excesiva o plagas, pues estas pueden disminuir la calidad del elemento o propagar el daño a otros materiales de la vivienda. Se han analizado diferentes modelos con promedios que rondan los 400 mm de largo, 380 mm de ancho y 190 mm de alto, fabricadas a partir de maderas de todo tipo de calidad incluso algunas de maderas recicladas.

Imagen 55. Dimensiones de una caja de frutas o verduras común.



Fuente: Elaboración propia.

## TELAS Y SACOS DE POLIPROPILENO

Las telas de polipropileno se manufacturan de dos formas, la primera y más común en nuestro medio por medio de tejidos, usualmente perpendiculares entre sí, por medio de máquinas tejedoras, usadas principalmente en las industrias de la construcción, agricultura y otras

variadas, por sus propiedades resistentes, impermeabilizantes y variedad de formas, colores y presentaciones incluidas la confección de sacos a base de este material, la segunda forma, no presenta un tejido, para esto se realiza su manufactura a través de procesos mecánicos y químicos, generando distintos acabados, y utilizado principalmente en industrias de alimentos o médicas, pues tiene propiedades anti fúngicas, repeliendo el moho y poseen una mayor impermeabilización, pero su proceso de confección es más costoso que la primera, si bien es cierto que el uso preferente para ser utilizado en arquitectura temporal es el de las telas no tejidas, ambas telas pueden llegar a presentar capacidades impermeabilizantes y por sus propiedades térmicas, constituyen un buen aislante.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Las principales presentaciones de estas telas son en rollos de tela o en sacos, al ser recicladas, se debe cuidar que no hayan estado demasiado expuestas a la intemperie por periodos de tiempo excesivos, pues las fibras de la tela pueden debilitarse y presentarse raspones y orificios, en el caso de telas de polipropileno, usualmente encontramos presentaciones de 1 a 6 metros de ancho en rollos con un largo que va hasta los 200 metros, así mismo encontramos sacos planos en una variedad de medidas entre 15 pulgadas y 130 cm de ancho y largos entre 70 cm y 180 cm de largo, por otro lado encontramos sacos para minería o agricultura en formatos de tres dimensiones, con bases de 90 cm de ancho por 90 cm de largo y alturas de 1 metro, siendo este, el formato más utilizado aunque es común encontrar otras presentaciones. Los sacos para agricultura o minería son más resistentes, pues están preparados para soportar cargas mayores, podemos encontrar empresas que comercializan tanto telas como sacos de polipropileno en cantidades industriales y al por menor en el medio local como nacional con precios bastante económicos.

## CONTENEDORES DE PLÁSTICO

Existe una variedad de contenedores en forma de bidones o galoneras, envases que pueden utilizarse para almacenar agua u otros líquidos de uso diario, la capacidad de tener acceso a agua en un estado de emergencia es uno de los pilares principales mencionados en el proyecto esfera para proveer una adecuada calidad de vida a los afectados, dentro de estos contenedores encontramos desde bidones cilíndricos o cúbicos de varios tamaños, usados específicamente para almacenar agua, así como otros productos de la industria alimenticia, así como también, contenedores de menor tamaño en su mayoría portables, en ambos casos, el material utilizado principalmente es el plástico, específicamente polietileno de alta densidad, este es un material aprobado para entrar en contacto con alimentos, y adicionalmente, posee la rigidez necesaria para ser apilable con facilidad, esta rigidez le otorga además una resistencia a golpes o ralladuras.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Existe una gran variedad de fuentes de donde es posible reciclar estos contenedores, es importante evitar fuentes fuera de la industria alimenticia como la petrolera o de productos de limpieza, pues a pesar de que se les aplique una limpieza exhaustiva, existe la posibilidad de aún contengan estas sustancias en cantidades perjudiciales para la salud, por otro lado, si los contenedores presentan abolladuras predominantes o perforaciones deberán ser descartados pues podrían existir fugas en su interior, se recomienda utilizar las presentaciones de mayor tamaño para exteriores, tanto para cocinar, como para aseo personal y de alimentos, para regar plantas o lavar ropa, y las presentaciones de menor tamaño, al ser portátiles, se recomienda para espacios interiores y como reserva para cada núcleo familiar, encontramos una gran cantidad de empresas que comercializan ambos contenedores de plástico en el medio local y nacional, dentro de la industria alimenticia, pudiendo encontrar grandes cantidades en almacenes, fábricas, centros comerciales o mercados.

Imagen 56. Dimensiones comunes de bidones y galoneras de PEAD.



Fuente: Elaboración propia.

## LLANTAS O NEUMÁTICOS

Los neumáticos han sido utilizados en la construcción temporal durante varias décadas, existen casos en que se utiliza el material para la construcción de cimientos, muros, o elementos menos permanentes como contenedores de plantas pequeñas o árboles para conformar huertos temporales y transportables, este material es uno de los que más tiempo tardan en descomponerse, y al encontrarse en grandes cantidades, son uno de los mayores problemas al medio ambiente, encontrándose en botaderos, o aún peor, su quema indiscriminada, práctica perjudicial para la salud y causante de una gran contaminación del aire, están hechas principalmente de caucho, compuesto de una gran cantidad de elementos químicos, algunos de ellos nocivos para la salud, y se encuentra en abundancia pues su presencia es proporcional al número de vehículos en el mercado.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Las llantas pueden ser reutilizadas incluso al presentar marcas de desgaste o agujeros, siempre que no sean demasiado grandes o se encuentren partidas o en pedazos, son muy resistentes y aunque no puedan utilizarse en vehículos, pueden ser destinadas a otros usos, como la construcción de huertos, aplicando previamente un recubrimiento por dentro y considerando que no se utilizaran de forma permanente, pues algunos componentes de los neumáticos pueden

descomponerse y filtrarse en elementos cercanos, como la tierra de cultivo que estas llantas contengan, esto no supone que se deba descartar su uso, pues esta primera descomposición sucede principalmente durante su primer uso, en una constante fricción con el asfalto, y una segunda descomposición suele tardar de 5 años a más en condiciones normales.

Las llantas más comunes son las de vehículos medianos o pequeños, con aros de diámetros entre las 15 a 17 pulgadas, un ancho de 195 a 235 mm y, un grosor entre el aro y el borde de dimensión variable, con rangos entre el 55 a 70 por ciento del ancho de la llanta. Estas especificaciones, dan lugar a llantas de diferentes diámetros totales, incluso si estas tienen el mismo diámetro de aro, por lo que no existen medidas que se puedan considerar estándar. Estas se pueden encontrar en botaderos, basurales, depósitos, etc., usualmente presentando agujeros u otras marcas de antigüedad, y, al no poder ser utilizadas en vehículos, su precio es mínimo o inexistente, pues suelen estar apiladas y es más costoso su almacenamiento que su desecho.

Imagen 57. Dimensiones comunes de llantas o neumáticos de caucho.



Fuente: Elaboración propia.

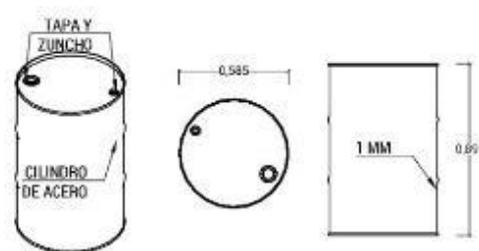
## CILINDROS, TAMBORES O BARRILES DE METAL

Cilindros o barriles de metal suelen ser utilizados para contener líquidos y en menor medida elementos sólidos, pueden encontrarse en una gran cantidad de industrias al ser elementos muy resistentes, esta resistencia ha sido aprovechada en su reutilización para la fabricación de

muebles y aparatos sanitarios durante varios años, de encontrarse vacíos resulta sencillo apilarlos de manera vertical ocupando menos espacio en depósitos o almacenes, con las herramientas necesarias, se pueden cortar o moldear para conseguir formas diferentes o implementar aditamentos adicionales, están contruidos a partir de láminas de acero u otros metales de 1 mm de espesor.

Imagen 58. Dimensiones de un cilindro metálico de 55 galones con tapa y zuncho.

### CILINDROS METÁLICOS



CILINDRO DE METAL DE 55 GALONES CON TAPA Y ZUNCHO, DE ACERO DE 1 MM DE ESPESOR.

Fuente: Elaboración propia.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Al seleccionar cilindros de metal aptos para reutilizar es necesario inspeccionarlos en búsqueda de golpes o perforaciones tanto en sus laterales como en su base, pues estos podrían perjudicar su integridad, en el caso de la parte superior, existen dos variantes, una con tapas pequeñas y otra con toda la parte superior removible, la primera es más adaptable y más resistente que la segunda, los cilindros con capacidad de 55 galones son los más comunes pero existen variaciones usualmente con alturas que llegan a un metro y diámetros entre 50 y 70 cm aproximadamente, se utilizan en la mayoría de industrias, incluidas las industrias químicas, agropecuarias, alimenticias, etc. y se encuentran almacenadas en depósitos y almacenes.

### **7.3. MATERIALES CONVENCIONALES COMPUESTOS DE MATERIAL RECICLADO**

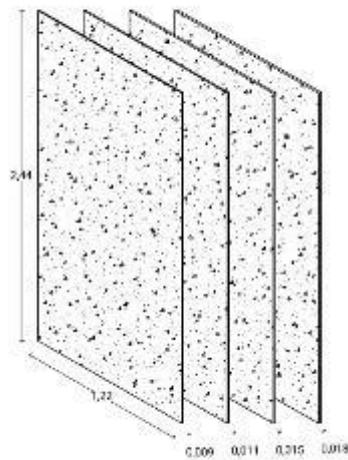
Estos elementos se caracterizan por la aglomeración de fragmentos reciclados de un material principal, presente en mayor cantidad, en conjunto con otros secundarios, mayormente sintéticos, para conseguir un nuevo componente de características comparables al material original o totalmente diferentes.

#### **PLANCHAS O TABLEROS DE OSB**

Estos elementos de madera, se denominan así por ser tableros elaborados a partir de virutas orientadas (Oriented Strand Board), lo que supone utilizar madera principalmente reciclada, estas virutas se deben orientar a distintas direcciones para brindar mayor resistencia al tablero, y se utilizan en combinación con cola para formar una mezcla a la que se le aplica la presión necesaria para adaptar esta forma de planchas o tableros, se utilizan principalmente maderas coníferas y en menor medida especies frondosas, las virutas suelen tener anchos entre 5 mm y 2 centímetros y largos entre los 6 y 10 centímetros con espesores menores a 1 milímetro, tiene resistencias apropiadas para ser conformar estructuras y son un gran sustituto de maderas contrachapadas, su acabado es llamativo utilizado ampliamente como elemento decorativo.

Imagen 59. Dimensiones de tableros OSB comercialmente disponibles.

### **TABLEROS OSB (Oriented Strand Board)**



Tablero de virutas de madera orientadas de 2.44 M de largo y 1.22 M de ancho y grosor variable de 9, 11, 15 o 18 MM de espesor

Fuente: Elaboración propia.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Al ser elementos fabricados de materiales ya reciclados, se recomienda que no sean reciclados, tanto de otras construcciones o decoraciones, pues pueden no tener la resistencia necesaria al haber sido perforadas o cortadas en dimensiones específicas diferentes a las necesitadas, en su mayoría los tableros de OSB se comercializan con dimensiones de 122 cm de ancho por 244 cm de alto y 9, 11, 15 o 18 mm de espesor, se pueden encontrar en centros comerciales especializados en materiales de construcción y algunas madereras en el medio local y nacional.

### **LANA DE VIDRIO**

La lana de vidrio es un material fabricado a partir de la mezcla de arena y vidrio reciclado, materiales fundidos a altas temperaturas creando fibras que componen un elemento utilizado en la construcción principalmente como aislante térmico y acústico en viviendas y en variadas edificaciones, son elementos sostenibles pues se componen de materiales reciclados y sostenibles, no suponen un daño a la salud pues no son cancerígenos, no retienen humedad, al ser buenos aislantes suponen un ahorro energético, tienen resistencia al fuego y son muy versátiles y duraderos.

- Calidad, estandarización y disponibilidad.

Por su composición, no se recomienda reutilizar este material o extraerlo de otra construcción, pues puede presentar marcas de deterioro que disminuyan sus capacidades, al no estar diseñados para ser utilizados múltiples veces, encontramos este material en formatos de rollos con grosores de 50 mm de espesor, anchos de 120 cm y largos variados de 12 o 24 metros, se pueden encontrar rollos de lana de vidrio en centros especializados de materiales de construcción al por mayor o por unidad.





**CAPITULO VII**  
**SÍNTESIS Y PROPUESTA**  
**ARQUITECTÓNICA**

## 1. PROGRAMACIÓN

### 1.1. PROGRAMA CUALITATIVO

Este programa describe las actividades y necesidades básicas de un núcleo familiar y las distintas cualidades requeridas para realizar estas acciones. Para esto se realizó un análisis de las cualidades esenciales en cada espacio de una vivienda convencional, y su relación con la actividad a desarrollarse, para efectos prácticos se toman algunos requerimientos específicos por estar presentes en la mayoría de ambientes en relación a otros menos comunes, estos requerimientos son: iluminación, ventilación y aislamiento térmico y acústico.

De la misma forma, se han contemplado factores como la frecuencia de uso de un determinado espacio para poder establecer su cercanía a ingresos o circulaciones. El grado de privacidad de cada una de estas actividades proporciona también información importante sobre la posición preferible de estas dentro de un espacio y de estos espacios entre sí, permitiendo establecer relaciones entre estos elementos, de tipo directa, indirecta o nula.

Estos análisis han permitido clasificar el tipo de actividad y la ubicación y propósito que cumplen dentro de un conjunto mayor, en donde varios refugios interactúan entre sí, como también con servicios complementarios, permitiendo otorgar a estas actividades un rol comunitario externo o uno incluido dentro del núcleo familiar.

Tabla 18. Cuadro de necesidades, actividades, frecuencia de uso, requerimientos espaciales esenciales y su posible ubicación.

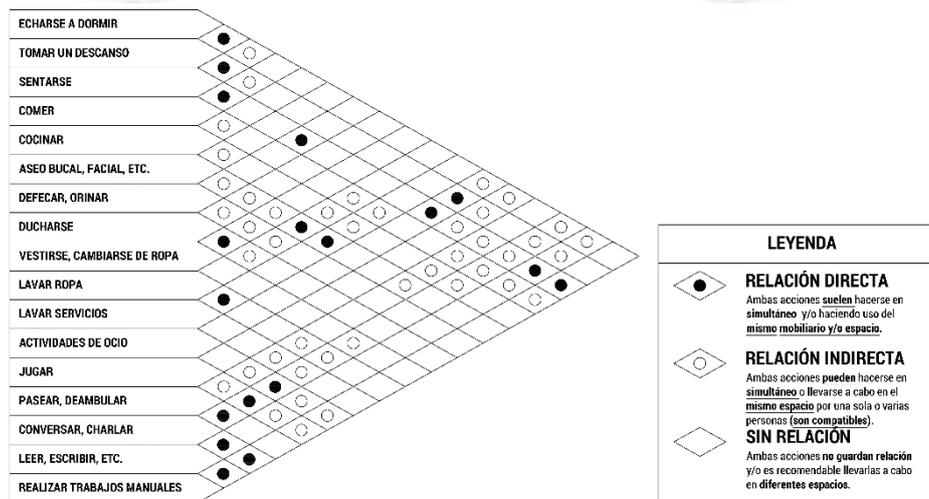
NECESIDADES	ACTIVIDADES	FREC. DE USO	PRIVACIDAD	REQUERIMIENTOS ESPACIALES ESENCIALES				UBICACIÓN POSIBLE	
				ILUMIN.	VENTIL.	AISLAM. TÉRMICO	AISLAM. ACÚSTICO	DENTRO DEL HOGAR	EXTERNO / ESPACIO COMUNIT.
Descansar	Dormir	Diaria	Privado		X	X	X	X	
	Recostarse	Relativa	Semiprivado	X	X	X	X	X	
	Sentarse	Relativa	Público	X	X	X	X	X	X
Alimentarse	Comer	Constante	Semipúblico	X	X			X	X
	Cocinar	Constante	Semipúblico	X	X			X	X
Limpieza y uso de servicios higiénicos	Aseo bucal, facial, etc.	Constante	Semipúblico	X	X			X	X
	Defecar, orinar	Constante	Privado	X	X		X	X	X
	Ducharse	Diaria	Privado	X	X	X		X	X
	Vestirse, cambiarse.	Relativa	Privado	X	X	X		X	X
	Lavar ropa	Mínima	Semipúblico	X				X	X
	Lavar servicios	Relativa	Público	X				X	X
Recreación	Ocio	Relativa	Público/Privado	X	X		X	X	X
	Jugar	Mínima	Público/Privado	X	X			X	X
	Pasear, deambular	Relativa	Público/Sem. Pub.	X	X				X
	Conversar, charlar	Constante	Público/Privado	X	X		X	X	X
Trabajar /Estudiar	Leer, escribir, etc.	Relativa	Semiprivado	X	X	X	X	X	X
	Trabajos manuales	Mínima	Semiprivado	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

## COMPATIBILIDAD DE ACTIVIDADES

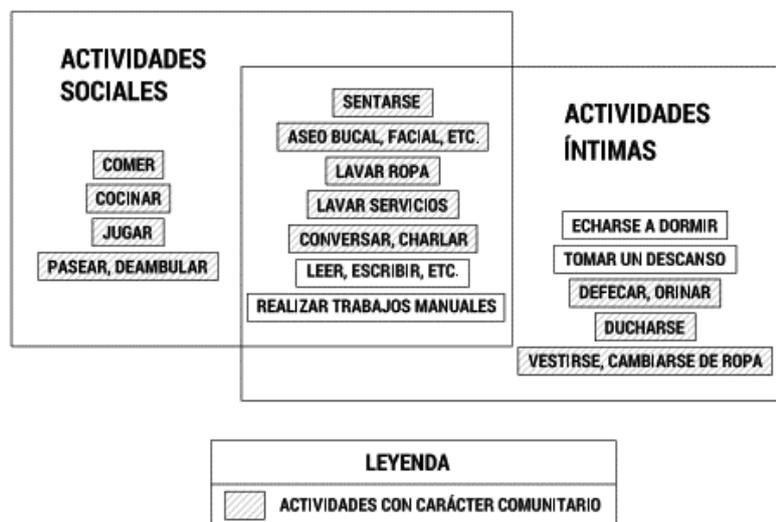
A partir de la definición de las actividades esenciales, se han establecido relaciones entre ellas para encontrar compatibilidades o la ausencia de ellas, ya que las viviendas de emergencia suelen contar con áreas reducidas y es preferible la presencia de espacios multifuncionales y adaptables a diferentes situaciones.

Gráfico 22. Cuadro de relaciones entre actividades.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 23 Cuadro de relaciones de privacidad según cada actividad.



Fuente: Elaboración propia.

## **ACTIVIDADES DENTRO DEL NÚCLEO FAMILIAR**

Al considerar las relaciones producidas entre los espacios, es pertinente evidenciar que actividades de carácter social, recreativas, de trabajo, estudio y la ingesta de alimentos, poseen requerimientos espaciales muy similares y, por ende, pueden estar incluidas en un solo espacio de carácter semipúblico, mientras que otras de carácter íntimo como dormir, descansar y vestirse, requieren un grado mayor de privacidad, y por lo tanto estarían concentradas en otro espacio.

A raíz de estas diferencias, actividades como dormir o descansar, requieren de un mayor aislamiento acústico ya sea por medio de barreras permanentes o elementos de carácter temporal, por lo que la capacidad de dividir un mismo espacio a partir de cerramientos o elementos móviles, es útil para controlar el nivel de privacidad de los espacios resultantes de estas divisiones.

Al trabajar en espacios reducidos como el de un refugio de emergencia, subdivisiones como las ya mencionadas, son necesarias para aprovechar al máximo un área determinada, permitiendo que mobiliario que en cierto momento del día es utilizado para acciones como dormir o tomar un descanso, pueda ser utilizado en otro momento para sentarse o viceversa, evitando la necesidad de mobiliario especializado para cada actividad.

## **ACTIVIDADES DE CARÁCTER COMUNITARIO O EXTERNAS A LA VIVIENDA**

Estas actividades son aquellas que puedan realizar varias personas en simultáneo, incluidas miembros de otras familias como preparar alimentos o lavar ropa, estas se podrán realizar en espacios comunes entre varios módulos de vivienda formando zonas de carácter comunitario, para delimitar estos espacios, se debe recurrir a algún tipo de control físico o visual del espacio en común, otorgándole así el grado de privacidad necesaria, a su vez, actividades de cuidado personal como el aseo de rostro, manos, ducharse, etc., así como actividades de carácter fisiológico que implican la eliminación de desechos, como orinar o defecar, al ser actividades

con afinidad entre sí, podrán ser nuclearizadas y estar contenidas en un módulo de servicios higiénicos, distribuyendo los espacios interiores según su grado de privacidad, este módulo deberá encontrarse en entornos más públicos, y en donde el tránsito constante de personas o la cercanía a otros servicios permita un control visual o auditivo para salvaguardar la seguridad e integridad de las personas de diferentes rangos de edades y multitud de géneros.

Por otro lado, aunque es recomendable la agrupación de varios refugios de emergencia y sus respectivas zonas de servicios comunitarios en zonas libres como parques, áreas deportivas o terrenos disponibles, existe la posibilidad de que no se cuente con ninguno de estos lugares ya sea porque el área disponible en estos terrenos es insuficiente para albergar a la cantidad de viviendas planteadas, porque estas zonas libres hayan sufrido algún impacto derivado del desastre y no sean habitables, o que simplemente no se encuentren áreas libres en un radio cercano a las viviendas afectadas; en caso de encontrarse con este escenario, es conveniente plantear refugios totalmente independientes entre sí, ubicados en áreas libres disponibles en los terrenos afectados, y cuya propiedad sea de los mismos damnificados, siempre y cuando se haya limpiado este terreno de posibles escombros, y sean considerados aptos por las autoridades competentes, estos refugios podrán contar con módulos de servicios en donde se concentren todas las actividades ya mencionadas de preparación de alimentos, servicios higiénicos y lavanderías, las dimensiones de este módulo serán proporcionales a la cantidad de personas en la vivienda y estarán separadas del refugio para evitar la propagación de incendios y la acumulación de olores tanto de cocinas como de servicios higiénicos.

Tabla 19. Ambientes, su ubicación y actividades que contiene.

UBICACIÓN	AMBIENTE	ACTIVIDAD
DENTRO DE LA VIVIENDA	Social	Comer
		Sentarse
		Actividades de ocio, jugar, etc.
		Socializar, conversar

	Intimo	Trabajar, escribir, dibujar, etc.
		Dormir , recostarse
		Sentarse
		Vestirse, cambiarse, etc.
		Leer, estudiar
COMUNITARIO O FUERA DE LA VIVIENDA	Cocina	Aseo manos y alimentos
		Cocinar
		Comer
		Lavar servicio
	Lavandería	Lavar ropa
	Lavatorios	Aseo bucal, facial, manos
	SS.HH.	Ducharse
Defecar, orinar		

Fuente: Elaboración propia.

- Consideraciones de salubridad y control de enfermedades.

Al analizar el rol de la arquitectura en el desarrollo de nuevas conductas sociales, se debe tomar en cuenta el impacto que supone una catástrofe en cuestiones de salubridad, como la pandemia producida a nivel mundial por el COVID-19, y los estragos que este fenómeno ha causado en el Perú durante la mayor parte del año 2020. Para esto es necesario analizar el enfoque convencional de la arquitectura de emergencia, pues suele ser común la construcción de refugios en áreas libres designadas, a una densidad mayor de la que se tenía previamente al desastre, incrementando así el número de personas en un área determinada, este tipo de estrategia supone la implementación de refugios compuestos de núcleos familiares y áreas comunes complementarias, mecanismo mencionado ampliamente en la presente investigación, estas estrategias con anterioridad han resultado útiles para brindar un mejor alcance a toda la población afectada, pues, al agrupar en una misma zona de intervención tanto a las viviendas temporales como a la infraestructura de servicios complementaria a estas, se disminuyen los tiempos de alcance para la distribución de bienes de primera necesidad, asistencia social,

atención médica, implementación de puntos de distribución de agua potable, etc., formando redes de servicio que hacen provecho de una sola infraestructura de vías de comunicación y rutas viales.

A pesar de todas estas ventajas mencionadas, al afrontar una crisis de salubridad originada por enfermedades contagiosas de la magnitud del COVID-19, en donde se ponen en práctica restricciones que en su mayor parte limitan el contacto entre personas, se hace evidente que las estrategias de aglomeración de damnificados post-desastre utilizadas convencionalmente deben ser cuestionadas, pues estas suponen un riesgo mayor de contagio para la salud de los afectados, a una población que de por sí, ya se encuentra en un estado vulnerable, es por esto, que en caso de presentarse una convergencia entre estos dos fenómenos, un desastre y una crisis de salubridad por enfermedades contagiosas, es recomendable utilizar estrategias de dispersión entre refugios, estas deberán ser aplicadas en procesos previos a la ubicación de refugios de emergencia, así como también para los servicios complementarios a estas, para esto se puede recurrir a la reducción en la densidad de viviendas por área libre, en zonas libres como parques o áreas deportivas, dotando a cada una de ellas de servicios higiénicos propios, así como espacios de preparación de alimentos y lavado de ropa por unidad de vivienda, tal y como se sugiere en la modalidad de aplicación de viviendas independientes, evitando así contacto innecesario entre diferentes núcleos familiares; esto supone una reducción en la densidad total de habitantes en una determinada área y minimizan el contacto, al encontrarse estos refugios en zonas libres, se puede lograr una adecuada gestión en cuanto a una adecuada cobertura para la repartición de alimentos, ropa, así como la implementación de servicios básicos de agua, evacuación de aguas residuales, luz, eliminación de desechos, si bien no a la misma eficiencia que se lograba con la modalidad de agrupaciones de viviendas y servicios comunitarios, si con un mayor alcance que la modalidad de viviendas independientes cuya implantación se de en

los terrenos afectados propios de los damnificados, pues permite hacer uso de una sola red de abastecimiento.

## 1.2. PROGRAMA CUANTITATIVO

### CUADROS DE ÁREAS Y VOLÚMENES PRELIMINARES

- Dimensionamiento preliminar para módulos de vivienda.

El área techada mínima de una vivienda con posibilidad de ser ampliada a futuro en nuestro país es de 25 m<sup>2</sup>, sin embargo, la normativa peruana, no contempla arquitectura de carácter temporal abarcando únicamente normas para la construcción permanente, debido a esto, el cálculo de áreas mínimas internas se regirá por estándares internacionales como el de la carta humanitaria, elaborada en el marco del proyecto esfera, en donde se establece un área a razón de 3.5 m<sup>2</sup>/hab. por habitante, por lo que considerando el promedio de integrantes por núcleo familiar en el Perú es de 4 personas, resultaría en un área de ocupación de 14 m<sup>2</sup> como mínimo por vivienda o refugio. Se han calculado áreas mínimas por ambiente, en concordancia en concordancia a estos estándares, separando dos espacios por su grado de privacidad, uno de carácter social, y otro de carácter íntimo.

Tabla 20. Cálculo de Ambientes, dimensiones mínimas y áreas preliminares para refugios de vivienda o núcleo básico familiar.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	CALCULO DE ÁREA POR PERSONA (ancho total x largo)					CALCULO DE USUARIOS			ÁREA PARCIAL POR ACTIVIDAD (área por persona x cantidad usuarios)	ÁREA POR AMBIENTE	ÁREA PRELIMINAR POR MÓDULO VIVIENDA
					Ancho mobiliario (m)	Ancho circulación. (m)	Ancho total (m)	Largo actividad (m)	Área por persona (m <sup>2</sup> )	Cantidad usuarios (general)	Dotación usuarios por área	Cantidad usuarios (real)			
MÓDULO DE VIVIENDA (NÚCLEO FAMILIAR)	SOCIAL	Estar / sala / comedor	Sentarse, comer, trabajar, escribir, jugar, conversar, etc.	Silla y mesa	0.90	0.80	1.7	0.75	1.275	4	1	4	5.10	8.31 m <sup>2</sup>	21.30 m <sup>2</sup>
		Almacenaje	Almacenar alimentos y/o bienes comunes	Dispensa y/o estantes	0.60	0.80	1.40	0.75	1.05	4	4	1	1.05		
		Hall	Circular entre ambientes	-	-	-	0.90	1.20	1.08	4	2	2	2.16		
	INTIMO	Dormitorio	Sentarse, dormir, recostarse, leer, estudiar, etc.	Cama	0.90	0.40	1.30	1.90	2.47	4	1	4	9.88	12.99 m <sup>2</sup>	
		Cambiador	Vestirse, cambiarse, arreglarse.	Panel divisorio o cortina	0.90	-	0.9	0.9	0.81	4	4	1	0.81		
		Almacenaje	Almacenar ropa, objetos personales.	Cajones o estantes	0.45	0.7	1.15	0.5	0.575	4	1	4	2.30		

Fuente: Elaboración propia.

En este cálculo de áreas están presentes las circulaciones correspondientes por cada actividad, áreas que, dependiendo de su frecuencia de uso permiten que exista una superposición de actividades en el mismo espacio, esto sumado a la capacidad de apilar verticalmente varias instancias del mismo mobiliario, como estantes uno encima del otro o el uso de camarotes en lugar de camas, permitirían reducir el área por módulo de núcleo familiar de un  $21.30 \text{ m}^2$  a un área menor similar al área mínima propuesta por el proyecto esfera, de  $14 \text{ m}^2$ .

Este dimensionamiento, no contempla áreas de servicios, como la preparación de alimentos, servicios higiénicos, o lavanderías, y representa las medidas mínimas que se podrían lograr en casos extremos en donde se cuente con espacio limitado, lamentablemente la especialización de estas medidas mínimas resulta en espacios que a largo plazo podrían derivar en un confinamiento poco confortable y derivar en problemas de ventilación, asoleamiento o salubridad en general. En cuanto a los servicios complementarios a la vivienda al encontrarse dos opciones viables, la primera totalmente independiente de cada vivienda y la segunda de carácter comunitario, permite suponer que las áreas definitivas de un módulo de refugio junto a un módulo de servicio independiente, resultaría en un área total mucho más cercana a los  $25 \text{ m}^2$  que sugiere como mínimo la norma en el Perú.

- Dimensionamiento preliminar para módulos de servicios.

Los espacios de servicio deben ubicarse fuera de la vivienda, para esto, se aplican cualquiera de las dos estrategias ya mencionadas anteriormente, la primera en donde la densificación de viviendas es viable, implica áreas de carácter comunitario anexadas a grupos de 5 viviendas, estas zonas comunitarias contienen cocinas, servicios higiénicos y lavanderías, en este caso se hará uso de baños secos en conjunto con un sistema de evacuación de desechos para los aparatos sanitarios anexo a la red de alcantarillado o compuesto por un biodigestor. La segunda estrategia, en donde cada refugio es independiente, supone un módulo de servicios junto a cada módulo de vivienda que cumpla las funciones de preparación de alimentos, zonas

húmedas de lavandería y servicios higiénicos, en este segundo caso, también se utilizarán baños secos, para lo que se realizarán las conexiones necesarias entre los aparatos sanitarios y la red de alcantarillado existente en el terreno afectado o se instalara un biodigestor, ubicando en ambos casos las zonas de lavandería en lugares abiertos parcialmente techados.

a) Dimensionamiento preliminar de módulos de servicios con carácter comunitario.

En el primer caso, a partir de agrupaciones entre refugios formados por núcleos de 5 familias, se busca distribuir equitativamente las zonas de servicios en espacios funcionales comunes a partir de las siguientes pautas:

Las actividades como cocinar requerirán de espacios específicos previstos para preparar alimentos, en donde se estima el uso de 4 personas en simultáneo, pero se recomienda un máximo de 3 personas para no entorpecer el flujo de trabajo en la cocina, en este espacio se incluirá al área de una mesada, lavatorios y cocinas junto al espacio contiguo necesario para maniobrar, permitiendo realizar acciones como cortar, picar, el manejo de una estufa, el uso de pozas para lavar alimentos y utensilios de cocina, la estufa propuesta será una cocina de 4 hornillas a gas, pues su costo es significativamente menor a cocinas eléctricas que requieren de la instalación de algún generador o paneles solares en caso de no contar con una instalación eléctrica fija, así mismo se calcula un espacio o mesada en la zona de lavandería capaz de albergar 3 personas en simultáneo, contando con dos lavatorios y una mesada.

Para el cálculo de aparatos sanitarios se tomó en cuenta lo estipulado por la norma IS.010 en cuanto al número requerido de aparatos sanitarios para viviendas colectivas, basado en el siguiente cuadro:

Tabla 21. Número de aparatos sanitarios, vivienda.

<b>Nº DE CAMAS</b>	<b>INOD.</b>	<b>LAV.</b>	<b>DUCH.</b>	<b>URIN.</b>
Por cada 10 camas	2	1	2	1

Fuente: Norma IS.010.

Por lo que, considerando un total de 4 personas por módulo en agrupaciones de 5 viviendas, resultaría un aproximado de 20 camas por agrupación, siendo necesario un aproximado de 4 inodoros, 2 lavatorios, 4 duchas y 2 urinarios.

El uso de urinarios en este escenario ha sido descartado, pues se plantea el uso de baños secos, estos contarán con una separación entre residuos, con un conducto específicamente para residuos sólidos, como excrementos, que serán neutralizados y almacenados temporalmente para luego ser utilizado como abono, y otro conducto para residuos líquidos como la orina, estos serán dirigidos al sistema de alcantarillado provisional propuesto, permitiendo reducir considerablemente la necesidad de urinarios convencionales, esta medida en conjunto con campañas de sensibilización, y capacitación de este tipo de baños tanto para hombres como mujeres, permitirá una reducción de la cantidad de agua utilizada por inodoros y urinarios convencionales.

Tabla 22. Cálculo de ambientes, Dimensiones mínimas y áreas preliminares para zonas de servicio comunitarias entre 5 refugios.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	CÁLCULO DE ÁREA POR ACTIVIDAD (realizada por una persona a la vez)					CÁLCULO DE PÁREA PARCIAL (área utilizada por sub-ambiente)				ÁREA POR AMBIENTE	ÁREA ESPACIO COMUNITARIO POR AGRUPACIÓN FAMILIAR DE 5 NÚCLEOS FAMILIARES
					Ancho mobiliario (m)	Ancho circulación(m)	Ancho total (m)	Largo actividad (m)	Área por persona (m2)	Cantidad usuarios (grupo familiar)	Dotación de mobiliario por grupo familiar	Cantidad usuarios servidos	Área parcial por sub-ambiente (m2)		
ÁREA DE COCINA Y LAVANDERÍA COMUNITARIOS (5 NÚCLEOS FAMILIARES)	COCINA	Preparación	Cortar, mezclar, almacenar utensilios.	MESADA Y ESTANTES	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	20	10	2	1.80	5.14	8.14
		Cocina	Cocinar	COCINA	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	20	20	1	0.90		
		Lavatorio	Lavar manos, utensilios y alimentos	POZA	0.60	0.90	1.50	0.80	1.20	20	20	1	1.20		
		Almacén / Refrigeración	Conservar alimentos	NEVERA	0.65	0.90	1.55	0.80	1.24	20	20	1	1.24		
	LAVANDERÍA	Lavadero	Lavar ropa	POZA	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	20	10	2	1.80	3.00	
		Doblado	Estirar, doblar o planchar ropa	MESADA	0.6	0.90	1.50	0.80	1.20	20	20	1	1.20		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Áreas Preliminares para Servicios Higiénicos comunitarios entre 5 refugios.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	CALCULO DE ÁREA POR PERSONA (Se calcula multiplicando el ancho total por el largo)					CALCULO DE USUARIOS (dotación varía según cantidad de personas para una sola área)			ÁREA PARCIAL (ÁREA POR PERSONA X CANTIDAD USUARIOS)	ÁREA POR AMBIENTE	ÁREA POR MÓDULO DE SS.HH.
					Ancho actividad (m)	Ancho circulación (m)	Ancho total (m)	Largo actividad (m)	Área por persona (m2)	Cantidad usuarios (grupo familiar)	Dotación de usuarios por mobiliario	Cantidad usuarios servidos			
ÁREA DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS (5 NÚCLEOS FAMILIARES)	LAVATORIO	Zona de Lavatorios	Aseo bucal, facial, manos	MESADA CON LAVATORIO	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	20	10	2	1.80	1.80	16.08
	SS.HH. Y DUCHAS	Cubículo de ducha y cambiador	Ducharse	CUBÍCULO DUCHA	1.20	0.90	2.10	0.90	1.89	20	5	4	7.56	14.28	
		Cubículo de inodoro	Defecar, orinar	CUBÍCULO INODORO SECO	1.20	0.90	2.10	0.80	1.68	20	5	4	6.72		

Fuente: Elaboración propia.

b) Dimensionamiento preliminar de módulos de servicio independientes.

El segundo caso, implica que la construcción de módulos de servicios complementarios, que incluyan cocinas, lavanderías y servicios higiénicos, respondan a las necesidades de una sola vivienda y sean en consecuencia, independientes, para esto, el dimensionamiento de áreas, toma en cuenta la dotación de ambientes y sub-ambientes necesaria para un núcleo familiar de 4 personas.

En este cálculo también se prescinde del uso de urinarios, al no ser necesarios a esta escala, así mismo, algunas actividades, como las presentes en servicios higiénicos, al no requerir de separaciones por cubículos, permiten una reducción tanto en el dimensionamiento de áreas de circulación como de mobiliario. Este cálculo de áreas preliminares para servicios independientes se detalla en el siguiente cuadro:

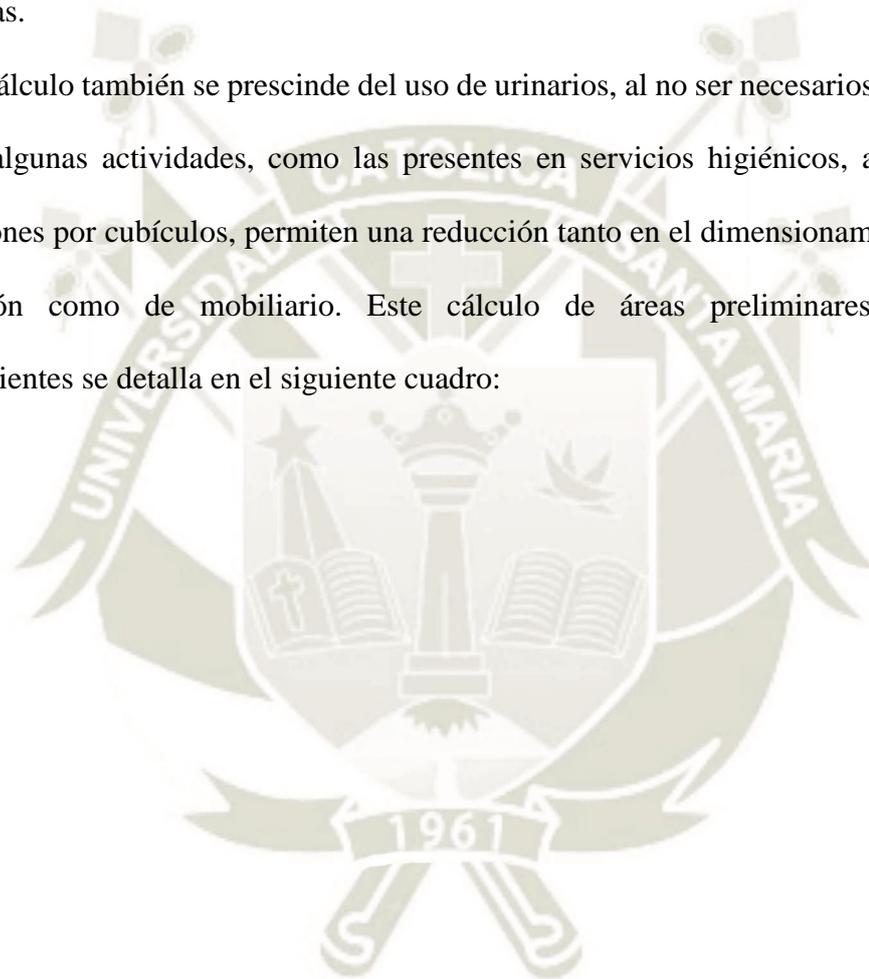


Tabla 24. Cálculo de ambientes, dimensiones mínimas y áreas preliminares para servicios higiénicos independientes.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	CÁLCULO DE ÁREA POR ACTIVIDAD					CÁLCULO DE PÁREA PARCIAL		ÁREA POR AMBIENTE
					Ancho de actividad o mobiliario (m)	Ancho circulación de actividad (m)	Ancho total (m)	Largo actividad (m)	Área por persona (m2)	Cantidad usuarios	Área parcial por sub-ambiente (m2)	
ÁREA DE COCINA INDEPENDIENTE	COCINA	Preparación	Cortar, mezclar, almacenar utensilios.	MESADA Y ESTANTES	0.60	0.90	1.50	0.55	0.825	2	1.65	4.275
		Cocina	Cocinar	COCINA	0.60	0.90	1.50	0.55	0.825	1	0.825	
		Lavatorio	Lavar manos, utensilios y alimentos	POZA	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	1	0.90	
		Almacén / Refrigeración	Conservar alimentos	NEVERA	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	1	0.90	
ÁREA DE SERVICIOS HIGIÉNICOS INDEPENDIENTE	SS.HH.	Lavatorio	Aseo bucal, facial, manos	MESADA CON LAVATORIO	0.60	0.60	1.20	0.60	0.72	1	0.72	3.03
		Ducha	Ducharse	DUCHA	0.90	0.60	1.50	0.90	1.35	1	1.35	
		Inodoro	Defecar, orinar	INODORO SECO	0.60	0.60	1.20	0.80	0.96	1	0.96	
ÁREA DE LAVANDERÍA INDEPENDIENTE	LAVANDERÍA	Lavadero	Lavar ropa	POZA	0.60	0.90	1.50	0.60	0.90	1	0.90	2.10
		Doblado	Estirar, doblar o planchar ropa	MESADA	0.60	0.90	1.50	0.80	1.20	1	1.20	

Fuente: Elaboración propia.

## 2. PROGRAMA DEFINITIVO DE MÓDULOS

### 2.1. CUADRO DE ÁREAS DEFINITIVAS PARA MÓDULOS DE VIVIENDA

Este cuadro es la culminación de la intersección de áreas de circulación entre diferentes actividades con la finalidad de reducir el área del módulo, pero a su vez, supone el incremento algunas áreas en camas, dormitorios, y la zona social, con la finalidad de mejorar el confort interno, y evitar la sensación de confinamiento producida en espacios muy reducidos. En este se detalla el uso de espacios de almacenaje como son despensas o estantes tanto bajo como sobre la mesa multiusos ubicada en el área central del módulo, y se amplían considerablemente las zonas donde se ubican las camas y camarotes, la zona social central ha sido ampliada con el fin de albergar una mayor cantidad de actividades, así como el hall de ingreso, ampliado para permitir una mejor circulación a los espacios contiguos.

Tabla 25. Cuadro definitivo de áreas Internas útiles por refugio de Vivienda.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	ÁREA DE SUB-AMBIENTE	ÁREA DE AMBIENTE	ÁREA POR MÓDULO
MÓDULO DE VIVIENDA (NÚCLEO FAMILIAR)	SOCIAL	Estar / sala / comedor	Sentarse, comer, trabajar, escribir, jugar, conversar, etc.	Sillas y mesa (desplegada)	6.66	9.97	17.40
		Almacenaje	Almacenar alimentos y/o bienes comunes	Despensa y/o estantes	1.20 (Incluidos bajo y sobre la mesa)		
		Hall	Circular entre ambientes	-	3.31		
	INTIMO	Dormitorio	Sentarse, dormir, recostarse, leer, estudiar, etc.	Cama	4.44	7.43	
		Cambiador	Vestirse, cambiarse, arreglarse.	Panel divisorio o cortina	1.94		
		Almacenaje	Almacenar ropa, objetos personales.	Cajones o estantes	1.05		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. CUADRO DE ÁREAS DEFINITIVO PARA MÓDULOS DE SERVICIOS DE CARÁCTER COMUNITARIO

Tabla 26. Cuadro Definitivo de áreas para módulos comunitarios de cocina y lavandería.

MODULO	AMBIENTE	SUBAMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	Área parcial por sub-ambiente (m2)	Área de ambiente	Área total
ÁREA DE COCINA Y LAVANDERÍA COMUNITARIOS (5 NÚCLEOS FAMILIARES)	COCINA	Circulación de ingreso	Transitar	-	1.67	8.70	13.65
		Almacén de gas	-	BALÓN DE GAS DE 45KG	0.77		
		Preparación	Cortar, mezclar, almacenar utensilios.	MESADA Y ESTANTES	2.63		
		Cocina	Cocinar	COCINA	0.96		
		Lavatorio	Lavar manos, utensilios y alimentos	POZA	1.23		
		Almacén / Refrigeración	Conservar alimentos	NEVERA	1.45		
	LAVANDERÍA	Lavadero	Lavar ropa	POZA	1.98	4.95	
		Depósito de agua	Almacenar agua pluvial	Cilindro	0.83		
		Doblado	Estirar, doblar o planchar ropa	MESADA	2.15		

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la programación definitiva de módulos sanitarios, se han dividido estos en dos módulos por género, cada uno dotado con inodoros duchas y lavatorios, en el caso de las duchas se optó por el uso de dos cubículos, uno regular y otro orientado al uso de personas con discapacidad, respondiendo también a necesidades espaciales que pueda requerir un adulto

mayor o un niño para su aseo personal en compañía de otra persona para su asistencia, contiguo a estos cubículos se encuentra un área de cambiado acompañado por una banca en forma de barra, esta zona no se incluye dentro del cubículo para asegurar un constante flujo a las duchas, aunque la dotación de lavatorios bastaría con uno sólo por módulo, se optó por incluir dos en cada módulo de servicios, para los inodoros se consideraron también dos cubículos, uno regular y otro con la amplitud necesaria para permitir la movilización de personas con discapacidad, el uso de baños secos, como ya se mencionó previamente, disminuye la necesidad de urinarios, pues estos baños poseen una separación de excretas sólidas y líquidas, de las cuales sólo las líquidas se conectan a la red de alcantarillado provisional que brindan los biodigestores, a partir de estas consideraciones en cuanto a aparatos sanitarios se obtuvo como resultado módulos que no presentan diferencias en cuanto a instalaciones. Las áreas que definen los módulos de servicios se detallan a continuación.

Tabla 27. Cuadro definitivo de módulo de servicios higiénicos y duchas comunitarias.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	ÁREA PARCIAL (ÁREA POR PERSONA X CANTIDAD USUARIOS)	ÁREA POR AMBIENTE	ÁREA POR MÓDULO DE SS.HH.
ÁREA DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS (5 NÚCLEOS FAMIL.)	LAVATORIO	Hall de ingreso	Transitar entre ambientes	-	2.26	4.34	17.40
		Zona de Lavatorios	Aseo bucal, facial, manos	LAVATORIO	2.08		
	SS.HH.	Circulación a cubículos de inodoro	Transitar	-	2.97	6.22	
		Cubículo de inodoro	Defecar, orinar	INODORO SECO	3.25		

	DUCHAS	Circulación a cubículos de duchas	Transitar	-	2.51	6.83
		Cambiador	Vestirse, cambiar de ropa	BANCA	1.72	
		Cubículo de ducha	Ducharse	DUCHA	2.60	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. CUADRO DE ÁREAS PARA MÓDULOS DE SERVICIO INDEPENDIENTES

Se concentran las actividades de cocina y servicios higiénicos en un módulo pequeño techado y se ubica la lavandería a un costado del módulo como un espacio externo techado parcialmente. Para la zona de cocina se incluye un espacio para albergar un balón de gas licuado de 10 kilos, este se ubica bajo la mesada por lo que no ocupa área adicional, la refrigeración de alimentos se obtiene por medio de un sistema sin electricidad denominado “pot-in pot” que expulsa el calor de un recipiente por medio de la evaporación de alguna fuente de agua contenida en el recipiente, sistema ideal en climas secos como Arequipa, y cuyas dimensiones con comparables a las de un lavatorio o cocina pequeña. Este cuadro de áreas se detalla a continuación:

Tabla 28. Cuadro definitivo de módulo de servicios independientes.

MÓDULO	AMBIENTE	SUB-AMBIENTE	ACTIVIDAD	MOBILIARIO	Área parcial por sub-ambiente (m <sup>2</sup> )	ÁREA POR AMBIENTE	ÁREA INTERNA Y EXTERNA
ÁREA DE COCINA INDEPENDIENTE INTERNA	COCINA	Preparación	Cortar, mezclar, almacenar utensilios.	MESADA Y ESTANTES	1.92	4.85	8.35
		Cocina	Cocinar	COCINA	0.92		
		Lavatorio	Lavar manos, utensilios y alimentos	POZA	1.05		

		Almacén / Refrigeración	Conservar alimentos	NEVERA	0.96		
ÁREA DE SERVICIOS HIGIÉNICOS INDEPENDIENTE INTERNA	SS.HH.	Puerta de ingreso	Transitar	-	0.87	3.5	
		Lavatorio	Aseo bucal, facial, manos	MESADA CON LAVATORIO	0.81		
		Ducha	Ducharse	DUCHA	0.97		
		Inodoro	Defecar, orinar	INODORO SECO	0.85		
ÁREA DE LAVANDERÍA INDEPENDIENTE EXTERNA	LAVANDERÍA	Lavadero	Lavar ropa	POZA	0.60	1.43	1.43
		Depósito de agua	Almacenar agua pluvial	Cilindro	0.53		
		Doblado	Estirar, doblar o planchar ropa	MESADA	1.30		

Fuente: Elaboración propia.

### 3. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

#### 3.1. FUNCIÓN Y DISTRIBUCIÓN INTERNA DE MÓDULOS

- Los módulos de refugios tendrán un área por persona, de una cantidad mayor a 3.50 m<sup>2</sup> para brindar confort interno.
- Los módulos de refugios contarán con las etapas adecuadas para brindar una respuesta rápida, un refugio temporal y una vivienda permanente a la población vulnerable.
- Los módulos tendrán una construcción basada en elementos modulares repetitivos y ejes ortogonales en tramas regulares a lo largo y ancho del módulo, para asegurar su estabilidad.
- El módulo deberá optimizar la configuración de su espacio interior a través de la convergencia actividades en un mismo espacio y la superposición de áreas de circulación entre actividades que no ocurran simultáneamente.

- Los módulos tendrán elementos que modifiquen el espacio, a través de mobiliario o divisiones, con el fin de garantizar privacidad, y una adecuada función en espacios reducidos.

### **3.2. PATRONES DE EMPLAZAMIENTO ENTRE MÓDULOS**

- El módulo podrá agruparse con otros módulos a modo de clúster para albergar a más de un núcleo familiar, de ser posible estos deberán estar acompañadas de zonas de servicios de carácter comunitario.
- Los refugios, en caso de no poder establecer zonas de servicio de carácter comunitario, podrá construirse separado de otros módulos de refugio y contará con sus propios servicios complementarios para asegurar su correcto funcionamiento y permitir su autosuficiencia.
- Las agrupaciones formadas por varios núcleos familiares deberán repetirse a modo de trama para optimizar la ubicación de circulaciones y asegurar su conectividad.
- El refugio podrá agruparse con un módulo de servicios independiente en caso de emplazarse en el terreno afectado o en la etapa de construcción permanente para asegurar su correcto funcionamiento.

### **3.3. SELECCIÓN DE TERRENOS APTOS PARA IMPLANTACIÓN DE MÓDULOS**

- Los terrenos se elegirán considerando necesidades de tamaño, condición e inclinación del suelo y la topografía, la accesibilidad y la presencia de servicios básicos adaptables al modelo planteado.
- Se deberán hacer los preparativos necesarios para la disponibilidad de terrenos seguros y aptos para la implantación del modelo, de manera rápida y eficiente.
- Se acondicionará el terreno y se considerará factores que afecten la seguridad, las condiciones climáticas, facilidad de acceso y vías de comunicación dentro y hacia el terreno para el posicionamiento y funcionamiento adecuado de los módulos.

### **3.4. SOSTENIBILIDAD DEL MODELO PLANTEADO**

- Los módulos deberán ser contruidos de materiales sostenibles, pudiendo ser reciclados o reciclables para facilitar su recolección, bajo costo y disminuir su impacto ambiental, y a su vez, este nuevo sistema deberá aplicarse en el proyecto sin que esto genere un detrimento en la calidad espacial y el confort interno.
- El proceso constructivo permitirá la reutilización, venta o reciclado de sus materiales posterior a su tiempo de vida como beneficio de los afectados, y reduciendo la huella de carbono de los módulos.
- Se implementarán sistemas de servicio en caso de que no se cuente con acceso a las redes públicas de servicios básicos, ya sea por tanques elevados, cisternas, biodigestores o paneles solares, permitiendo a la vivienda su autosuficiente.

### **3.5. INTEGRACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL DE LOS AFECTADOS**

- En caso de plantear un modelo a base de clústeres, se planificarán áreas de carácter comunitario, fomentando la integración, y el encuentro de personas en lugares específicos y/o de circulación, para actividades recreativas, productivas o sociales comunes.
- Se brindará el espacio suficiente dentro de los refugios para el desarrollo de actividades productivas terciarias o la posibilidad de desarrollar huertos externos de carácter productivo para su propio sustento o beneficio económico.
- Se incluirá a la población en la construcción de los módulos, al definir procesos constructivos específicos de carácter modular que fomenten la prefabricación y la especialización de estos procesos para el desarrollo de nuevas capacidades y competencias en el ámbito de la construcción.

### **3.6. GESTIÓN DEL PROYECTO**

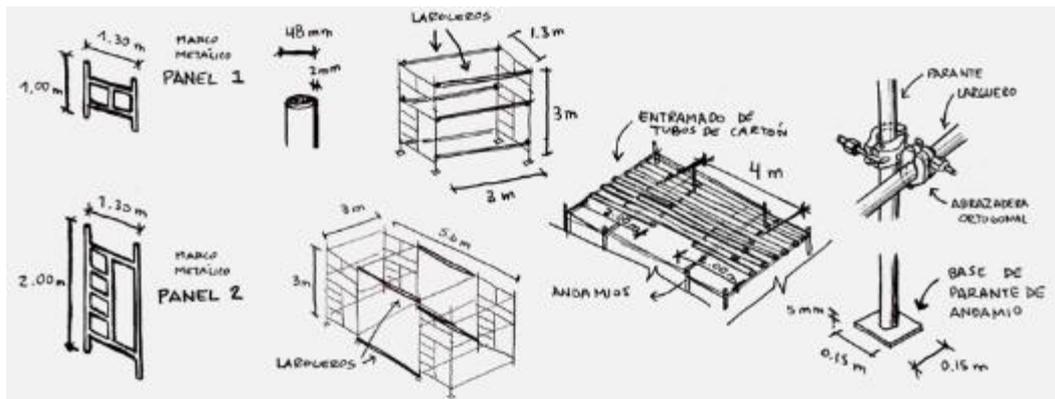
- En materia de prevención, se definirán los modelos posibles para la intervención mediante módulos emergentes y su ámbito de aplicación para facilitar la respuesta ante futuros desastres.
- En caso de poder realizar obras de mitigación de desastres en el territorio afectado, se implementarán este tipo de obras como etapa previa a la construcción de los refugios permanentes, para permitir la reubicación segura de los damnificados en sus hogares de origen y evitar un desplazamiento de esta población.
- Se gestionará el abastecimiento de recursos básicos, materiales de construcción y dotación de agua potable mediante instalaciones fijas o el uso de camiones cisterna, así como sistemas para la recolección de desechos, de manera constante para satisfacer a la población afectada.
- Se asegurarán las fuentes de ingreso para el financiamiento de todo el proceso transitorio, por medio de una intervención del estado, la participación de organizaciones humanitarias, ayuda internacional o donativos.

## **4. DESARROLLO DEL PROTOTIPO**

### **4.1. EXPERIMENTACIÓN CON MATERIALES SOSTENIBLES NO CONVENCIONALES Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

Entre los materiales explorados inicialmente resaltaron los andamios, pues su resistencia elevada y flexibilidad permitían no solo conformar todo el esqueleto de la vivienda, sino también ser el principal soporte sobre el cual se apoye un techo o cielo raso y otros elementos como camarotes a alturas deseadas.

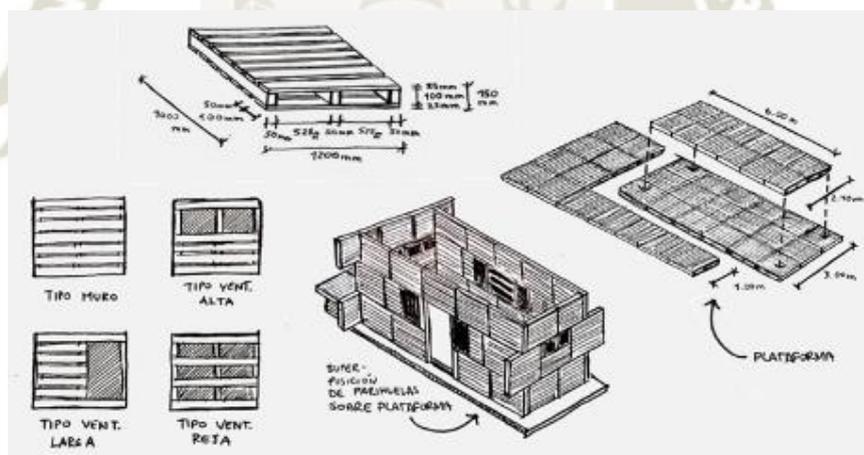
Imagen 60. Apuntes de adaptabilidad de andamios metálicos en el desarrollo de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

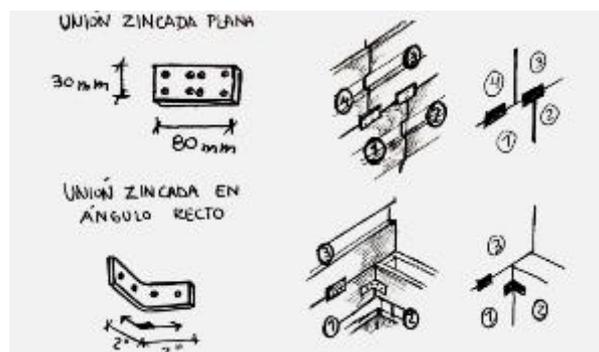
El segundo material importante a considerar fueron las parihuelas, pues poseen una resistencia, forma y su producción estandarizada permitía considerar elementos modulares o prefabricados. Se ensayó su uso tanto en plataformas como en muros, siendo en estos últimos donde se mostró su mayor versatilidad para formar vanos o cerramientos de distintas características.

Imagen 61. Apunte de aplicaciones de parihuela en el desarrollo de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

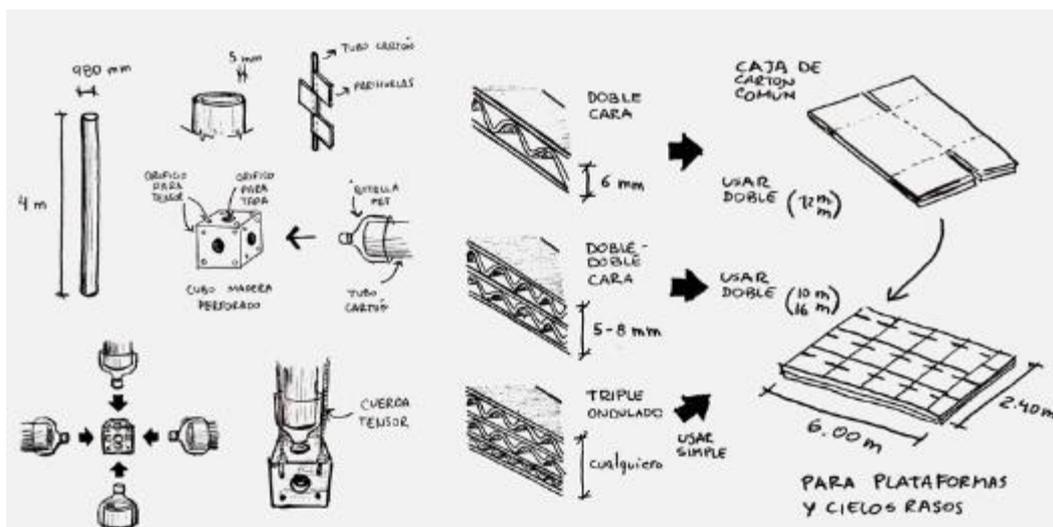
Imagen 62. Apunte de uniones entre parihuelas con placas metálicas zincadas.



Fuente: elaboración propia.

Otro material bastante versátil estudiado fue el cartón, tanto en tubos como en planchas cuyo origen sea nuevo o reciclado proveniente de cajas u otros elementos, el cartón en forma de tubo otorga mucha resistencia y ligereza mientras que las planchas de cartón permitían cerramientos o la creación de plataformas planas de carácter temporal, pero de gran resistencia para su peso.

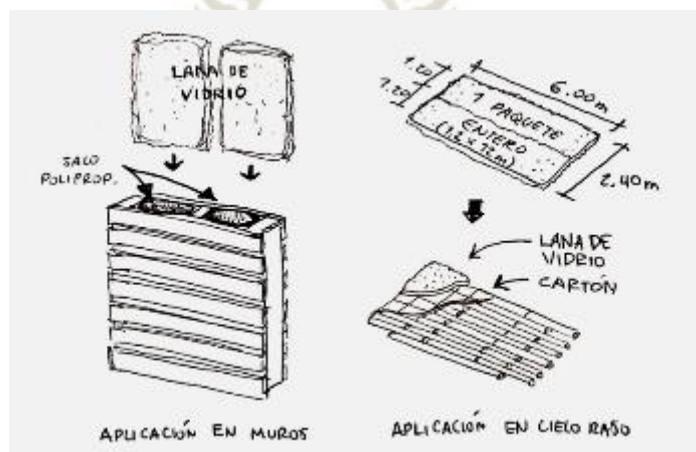
Imagen 63. Apuntes de adaptabilidad del cartón en el desarrollo de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Se planteó la lana de vidrio como aislante, este material no es reciclado en sí, pero si está compuesto de vidrio reciclado, se utiliza como un buen aislante y permite incluirse en muros suelos o cielos rasos fácilmente por lo que no requiere de mano de obra especializada, y con un mínimo de capacitación se puede proponer la instalación a la misma población afectada.

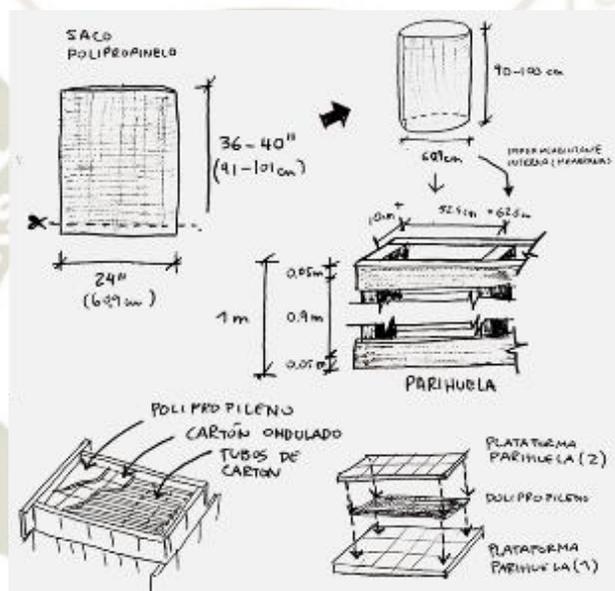
Imagen 64. Apunte de aplicaciones de lana de vidrio en el desarrollo de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Si bien la madera puede impermeabilizarse con químicos, aceites o barnices de varios tipos, para evitar el ingreso de humedad tanto del suelo como del aire, se pensó en materiales basados en compuestos plásticos que permitan sellar ranuras o cubran materiales que no pudieran impermeabilizarse como la lana de vidrio y otros, entre los materiales estudiados se encontró al polipropileno, que por su facilidad de adquisición al encontrarse en sacos y telas de distintas dimensiones, resultaban en materiales muy asequibles.

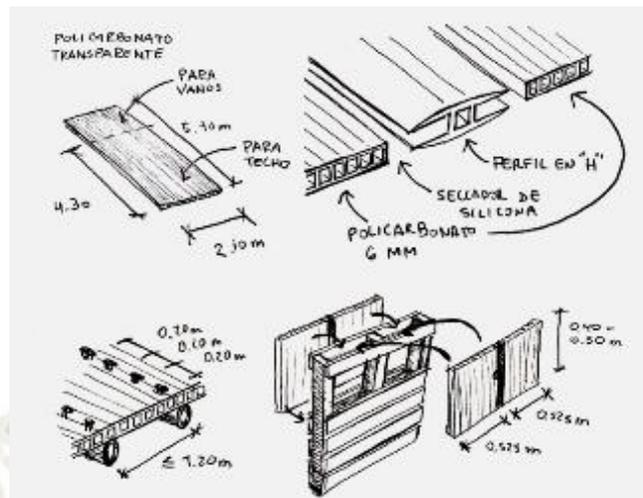
Imagen 65. Apunte de aplicaciones de polipropileno en la propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Se consideró el uso de policarbonato para cerramientos de vanos fijos como ventanas, por su facilidad para ser transportado sin riesgo de romperse a diferencia del vidrio, su facilidad de ser cortado sin capacitación previa, su resistencia y variedad de colores y presentaciones, se eligió un policarbonato semitransparente blanco por permitir el ingreso de luz e iluminar el espacio interno gracias a su color claro, también se pensó este material para el techo, para esto se utilizaron uniones de perfiles convencionales pues permiten sellar las uniones entre paneles adecuadamente.

Imagen 66. Apunte de aplicaciones de policarbonato en el desarrollo de la propuesta.

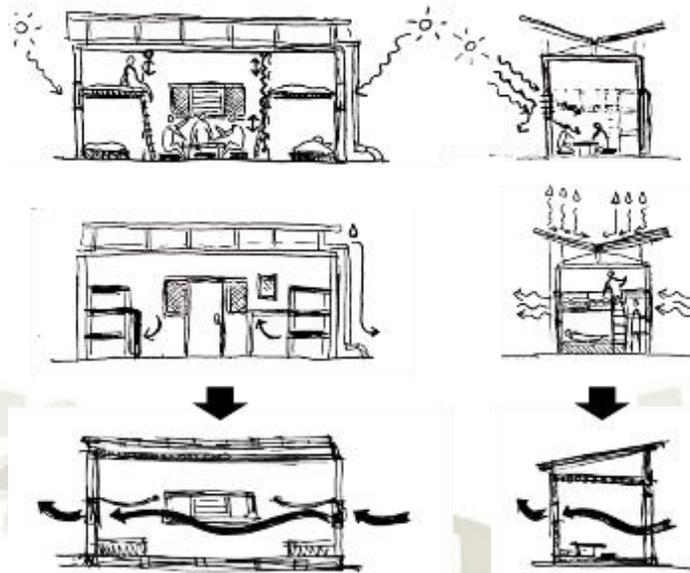


Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. PRIMERA PROPUESTA

En base a las premisas de diseño, la primera propuesta consistía de un módulo básico de vivienda para 4 personas, con dimensiones internas de 5,85 metros y un ancho de 2,40 metros, resultando en un área útil interna de 14,04 metros cuadrados, se organizaba espacialmente por el mobiliario interno, del cual resaltan 4 camas orientadas a los extremos del módulo a modo de dos camarotes, constituyendo dos espacios íntimos a ambos lados y que se encuentran acompañados de una zona social central, cuyo único mobiliario consistía de una mesa a baja altura, se incluían dos escaleras fijas para acceso a los camarotes y ventanas a los 4 lados del módulo, así como repisas y mesas laterales junto a las camas para almacenamiento y zona a modo de cambiador. Se consideró un primer techo a dos aguas invertido, que permitía recolectar fácilmente el agua de lluvias, pero suponía una gran pérdida del calor acumulado por la vivienda y un segundo techo a una sola agua cuyo propósito también fue facilitar la recolección de agua de lluvia.

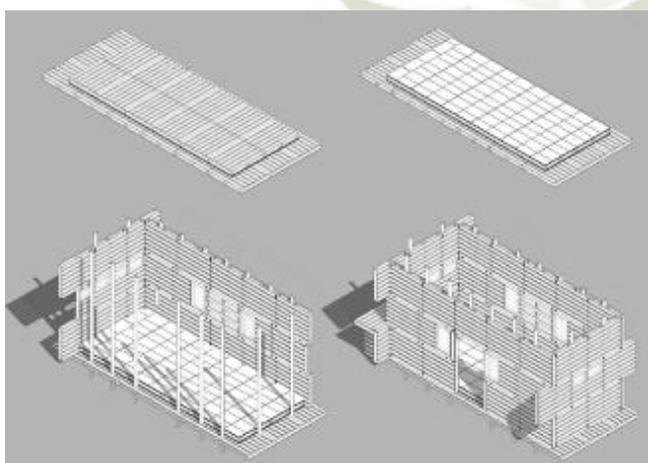
Imagen 67. Apuntes de distribución interna del módulo y experimentación con inclinación de techo.



Fuente: Elaboración propia.

El sistema constructivo consistía de un entramado de parihuelas que conformaban el suelo y estaban recubiertas por encima con cartón, se encuentran unidas entre sí por uniones metálicas zincadas, sobre estas se posaban muros formados a partir de un entramado de parihuelas que para ofrecer estabilidad estaban amarradas internamente mediante tubos de cartón de 10 centímetros de diámetro, dentro de estas se colocaba un aislante de lana de vidrio impermeabilizado mediante telas de polipropileno extraídas de sacos reciclados o rollos de tela.

Imagen 68. Construcción de plataformas y muros de parihuela, primera propuesta.

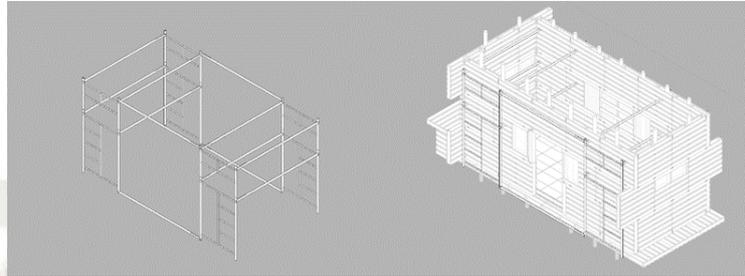


Fuente: Elaboración propia.

Para ofrecer mayor rigidez se planteó una estructura formada por andamios unidas por largueros a 3 metros a lo largo y ancho del módulo, esta estructura formaba un esqueleto

externo que atravesaba los muros y la plataforma del suelo y servía de soporte a las camas elevadas.

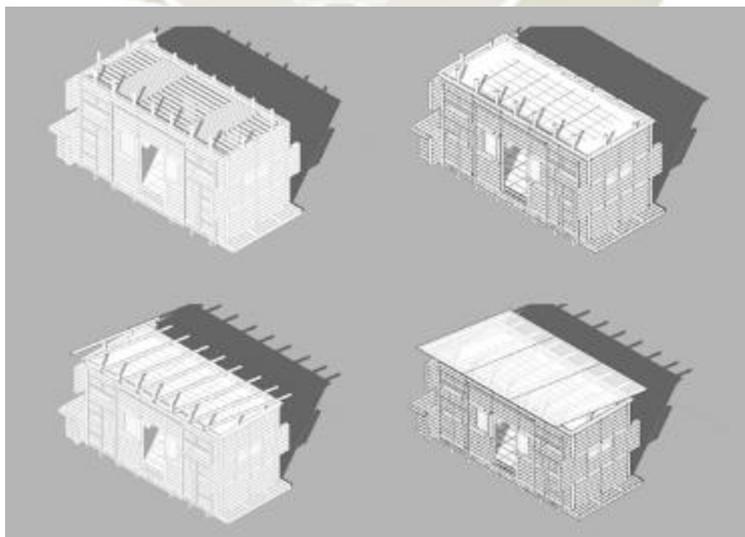
Imagen 69. Implementación de andamios como esqueleto externo, primera propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Para delimitar el área cenital se implementó un cielo raso formado por tubos de cartón de 3 metros de largo cubiertos con aislante de lana de vidrio, planchas de cartón reciclado y una tela de polipropileno para impermeabilizar los materiales internos de la humedad exterior. Para el techo, se utilizaban tubos de cartón que se unían a los tubos que conformaban la estructura de los muros dando una inclinación a una sola agua, sobre estos tubos se acoplaban paneles de policarbonato blanco semitransparente.

Imagen 70. Instalación de cielo raso y techo, primera propuesta.

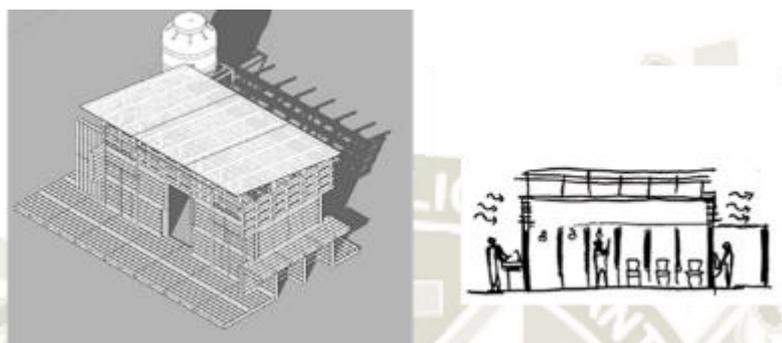


Fuente: Elaboración propia.

Se vio por conveniente usar la misma estructura del módulo de vivienda para el módulo de servicio higiénicos, estos contendrían duchas, lavatorios e inodoros y debería agruparse de dos

en dos, para una correcta separación de servicios por género, las diferencias entre el módulo de vivienda y el de baños era la exclusión de aislamiento, menor cerramiento en la parte superior para asegurar mayor ventilación y una capa de impermeabilización mayor a la de las viviendas para zonas en contacto con humedad constante.

Imagen 71. Organización y construcción del módulo de servicios higiénicos, primera propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 72. Organización y construcción de cocinas comunitarias, primera propuesta.



Fuente: elaboración propia.

La cocina se planteó como un espacio semi-abierto, que resulte del espacio intermedio entre tres viviendas, este espacio contaba con mesadas que se acoplaban a los muros de las viviendas cercanas, y un techo de lona que se sostenía gracias a los muros de las viviendas contiguas, este espacio estaba elevado por una plataforma de parihuelas y contaba con compartimientos para almacenar utensilios de cocina bajo las mesadas. La cocina estaba implementada con una estufa portátil de 4 hornillas que función a base de gas licuado y de ser necesario podía ser guardada fácilmente.

Se planteó la instalación de sistemas de almacenamiento de agua separados de la red pública mediante tanques elevados uno por cada dos módulos de servicios higiénicos, un huerto

temporal elevado del suelo gracias a neumáticos y zonas de abastecimiento de agua para el llenado de tanques y el recojo de basura, hacia el exterior de la agrupación de 3 viviendas, se ubicó un área libre como espacio comunitario, esta agrupación fue la base para la consolidación de una unidad básica repetible, del cual derivaban agrupaciones mayores de 6 viviendas, 12 viviendas y así sucesivamente según se requiera.

Como separación mínima entre módulos se tomó 1.50 metros entre viviendas, siendo una única excepción la separación frente a la puerta de ingreso, de 3 metros entre uno y otro módulo.

Imagen 73. Vista Isométrica de grupo de 12 viviendas.

Ubicación de huertos, tanques elevados, zonas de clasificación de residuos, circulaciones peatonales, vehiculares y áreas de carga y descarga.

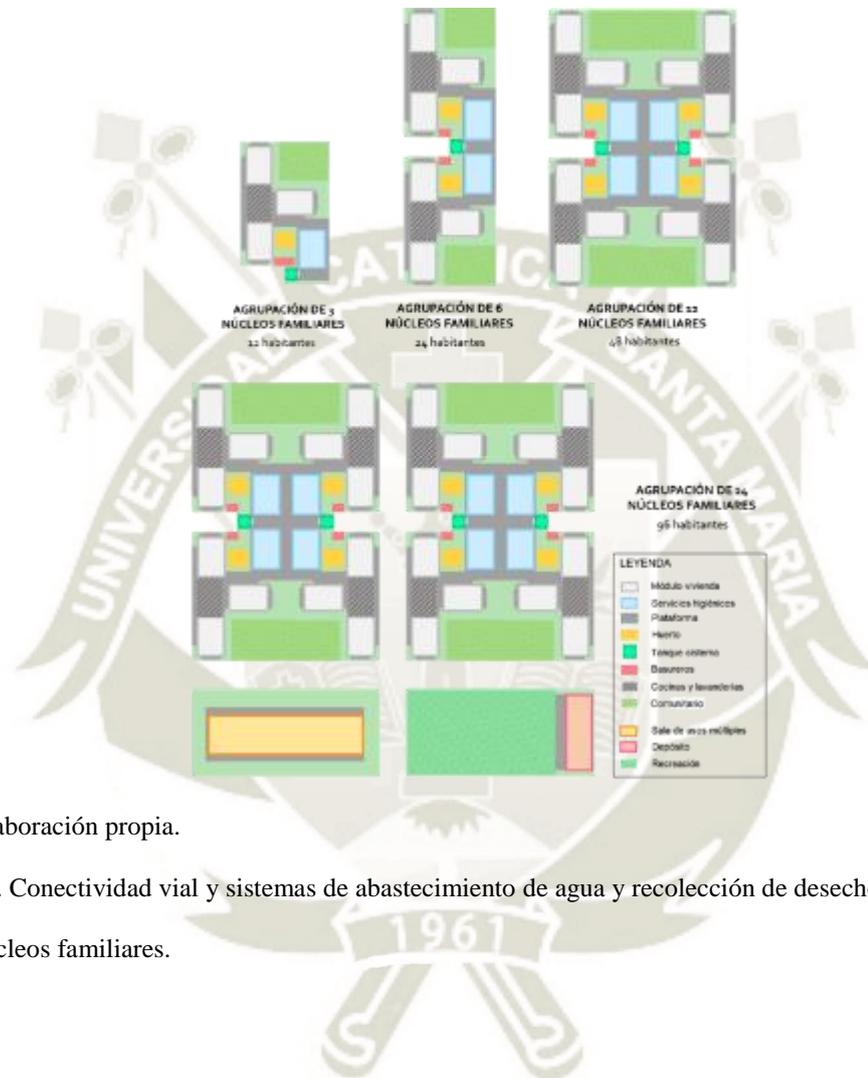


Fuente: Elaboración propia.

Al formar grupos de 24 viviendas se obtuvo una población que rondaba las 100 personas, debido a esto se consideró una zona de recreación que según se requiera pudiera funcionar como zona de descarga, así como un depósito junto a esta zona para almacenar víveres u otros bienes, para realizar actividades complementarias se planteó un módulo de usos múltiples, en donde se pudieran llevar a cabo talleres, un centro de reunión, clases y centros de atención de salud esporádicos según se requiera. Se consideraron circulaciones peatonales entre módulos de vivienda, cocinas y servicios higiénicos estas se elevaron mediante plataformas de parihuelas, para determinar la sección de las vías vehiculares entre grupos de módulos, se tomó

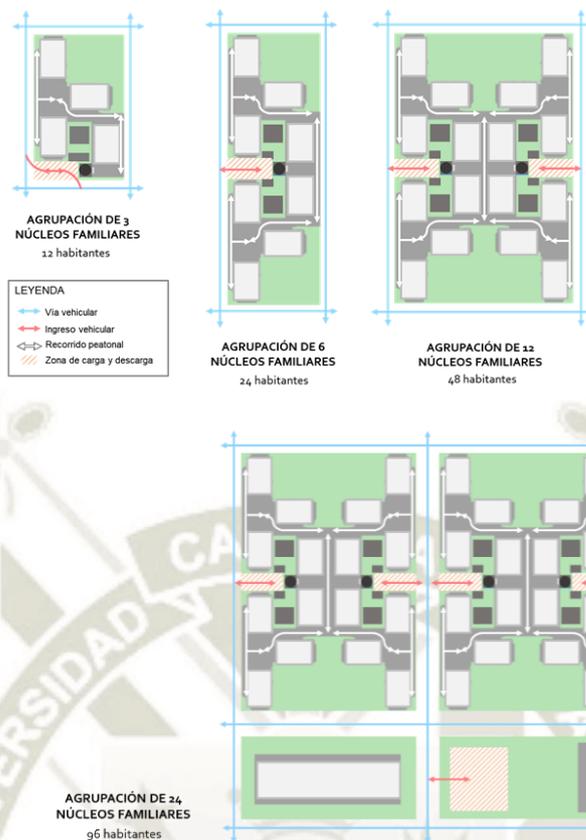
una distancia de 3 metros, suficiente para permitir el paso de vehículos y personas, esta sección de vía es esencial para asegurar el ingreso de un camión cisterna al tanque elevado y permitir a un camión de basura circular hasta las zonas de recojo designadas.

Imagen 74. Grupos de 3, 6, 12 y 24 viviendas, zonificación de actividades y servicios.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 75. Conectividad vial y sistemas de abastecimiento de agua y recolección de desechos en grupos de 3, 6, 12 y 24 núcleos familiares.



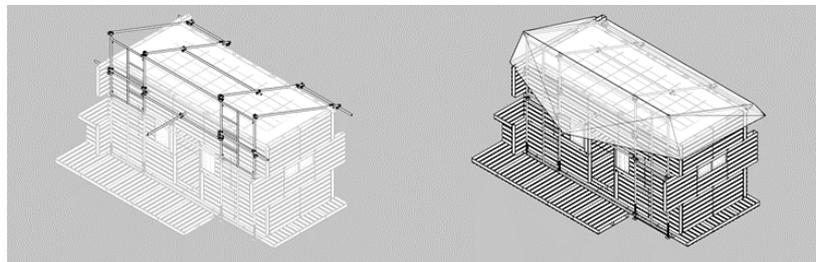
Fuente: Elaboración propia.

## CAMBIOS PANTEADOS E INCONVENIENTES ENCONTRADOS EN EL DESARROLLO DE LA PRIMERA PROPUESTA

Se observó que el entramado de parihuelas que conformaban los muros no era compatible con los tubos de cartón que contenían en el interior como soporte, su unión resultaba demasiado difícil de conseguir y por la poca superficie de contacto debido a su forma circular, esta se tornaba aún más débil, así mismo la unión entre tubos de cartón para el soporte del techo no era tan fácil de conseguir, pues se necesitaban uniones especiales de madera u otro material y el diseño propuesto no alcanzaba la rigidez necesaria, debido a esto se procedió a reemplazar la estructura de tubos de cartón de los muros por columnas de madera entre parihuelas y en lugar de contar con tubos de cartón para el techo, se utilizaron andamios y uniones de tubos metálicos por medio de abrazaderas o grapas para dar la inclinación deseada y ofrecer rigidez,

sobre esta estructura se cambió el techo de policarbonato por uno de lona impermeable que llegue a cubrir parcialmente la puerta de ingreso al módulo de vivienda.

Imagen 76. Estructura de andamios para el techo y aplicación de lona impermeable como recubrimiento.



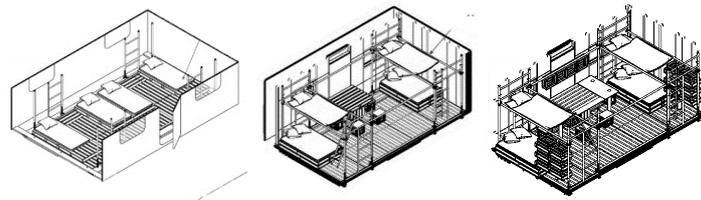
Fuente: Elaboración propia.

A pesar de estos cambios se hizo evidente que la estructura de andamios que servía de soporte, al contar con largueros y otros elementos conectores que atravesaban los muros conectándose entre sí, terminaba debilitando la integridad de los muros y plataformas, debido al contacto y fricción constante entre ambos elementos, por lo que era necesario incluir la estructura de los andamios en el interior del módulo y unirla a los muros o la base a través de métodos menos intrusivos.

### 4.3. SEGUNDA PROPUESTA

La segunda propuesta responde a un concepto de refugio transitorio, para esto se consideraron todos los materiales planteados previamente y se observó que, entre todos ellos, los andamios ofrecían una estructura muy similar a la utilizada en refugios de primera necesidad como carpas o toldos, por lo que podían servir como base para desarrollar un modelo progresivo que pueda culminar en una vivienda de carácter más permanente. Debido a esto, se planteó un enfoque en etapas que representen momentos en la construcción de la vivienda similares a las tres fases convencionales, carpas, refugios de emergencia y viviendas permanentes, con la diferencia de que estos momentos no tienen que seguir estrictamente la función de cada una de las tres fases, pudiendo ejecutarse según se tengan los recursos disponibles.

Imagen 77. Segunda propuesta, vista Isométrica interna del refugio en 3 etapas diferentes.



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se encontró una limitación en la modulación utilizada, por lo que se procedió a implementar una modulación espacial interna basada en dimensiones de parihuelas de 1.20 metros de largo por 1 metro de ancho, que apilando dos de ellas a lo largo y media parihuela a lo ancho resultaba en un ancho interno de 2,90 metros y al repetir 6 parihuelas a lo ancho se obtuvo un largo de 6.00 metros, resultando en un área interna de 17.40 metros cuadrados, estas dimensiones permitían un mejor confort interno y distribución de los espacios internos a comparación de la primera propuesta.

### **ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE REFUGIO TRANSITORIO**

- Primera etapa, esqueleto estructural temporal.

Esta etapa se aplana el terreno de implantación y se retiran elementos como escombros o basura, se marca el terreno para la correcta posición de los elementos que conformen la estructura, siendo uno de ellos patas telescópicas alineadas y ajustando previamente la altura de los pernos reguladores de las mismas

Se arma un marco de madera a base de tablas de madera similar a vigas soleras, unidas a través de tornillos y clavos, se marcarán zonas para realizar perforaciones capaces de albergar el diámetro de los tubos de andamios a utilizar, realizadas estas perforaciones se coloca el marco sobre las patas telescópicas y se regula la altura de todas ellas para que el marco de madera quede completamente alineado.

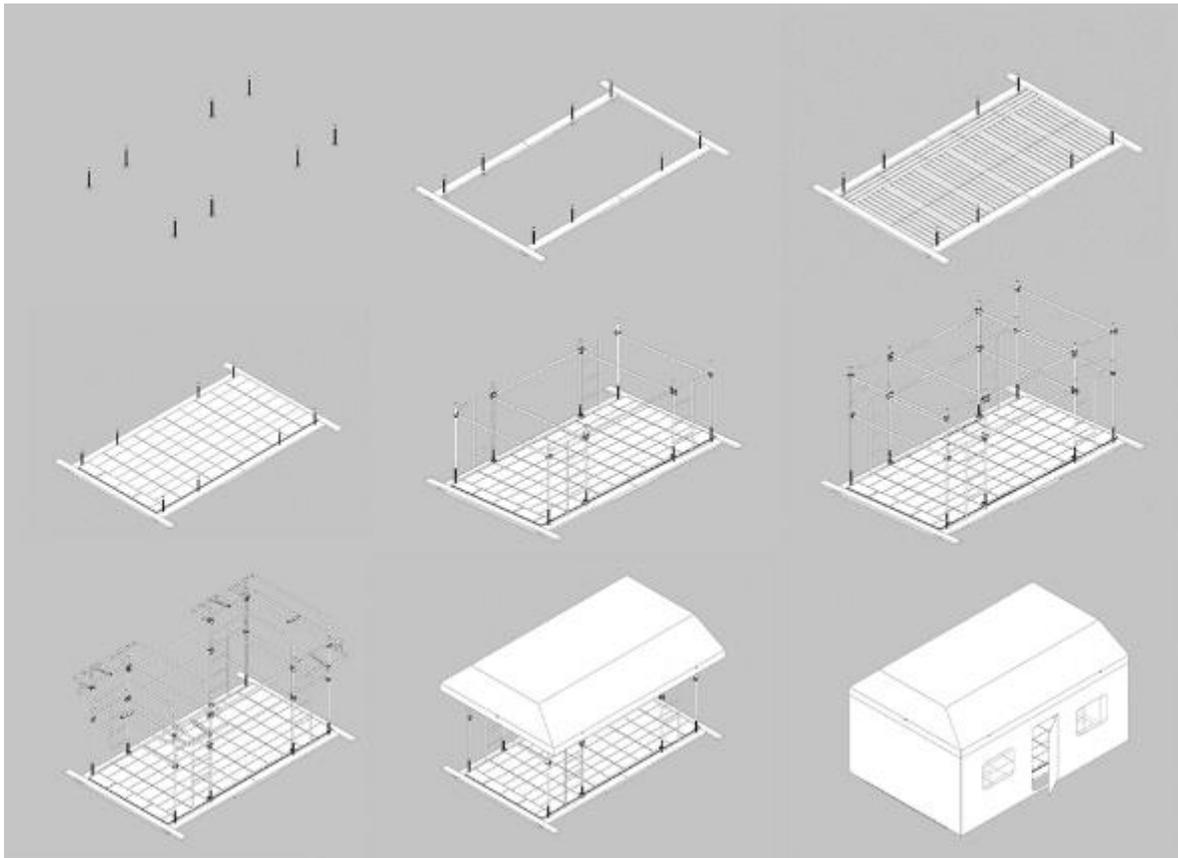
Sobre el marco de madera ya nivelado, se procederá a rellenar su interior con una hilera de parihuelas, de ser necesario, podrán utilizarse dos hileras de parihuelas, estas deberán estar impermeabilizadas con brea al estar en contacto con el terreno en caso de contar con parihuelas

de plástico podrán usarse estas al contar con las mismas dimensiones que las de madera, estas podrán prescindir de un recubrimiento al ser el plástico impermeable. Sobre esta superficie de parihuelas se colocará un piso a base de una capa de planchas de cartón corrugado de 7mm o dos capas de 5mm cada una, esta se fijará a las parihuelas por medio de tachuelas o clavos.

Sobre las patas telescópicas y entre los orificios del marco de madera se colocarán marcos de andamios estos se apoyarán sobre las patas telescópicas, para evitar la fricción se rellenará el espacio entre estos andamios y la madera con espuma expansible. Para asegurar estos marcos entre sí se utilizarán largueros y grapas o abrazaderas de fijación resultando en dos cuerpos de andamios unidos entre sí, sobre esta base, se colocan marcos de andamios para pasamanos unidos mediante largueros.

Terminada la construcción del esqueleto estructural base, se procederá a construir una estructura de techo temporal, estructura construida con tubos y uniones de PVC, el grosor de estos tubos será de 1½” y serán tubos grado 10, estos se unirán mediante accesorios tipo “Tee”, “Yee”, codos a 45° y 90° que por el diámetro de los tubos también son compatibles con la estructura de andamios. Esta estructura será reforzada y asegurada por medio de flejes de materiales textiles o plásticos, cintas utilizadas para asegurar cargas previas a su transporte, que, por su fuerza, ligereza y elasticidad son materiales óptimos para la sujeción de elementos. Una vez asegurada la estabilidad del techo, se procederá a instalar una cubierta tipo carpa que podrá confeccionarse de lona o materiales plastificados o impermeables, esta contará con 4 ventanas semitransparentes y una puerta, ambos tipos de vanos se podrán cerrar por dentro y fuera por medio de cierres, cubierta que se asegurará a la base de la plataforma por medio de tachuelas.

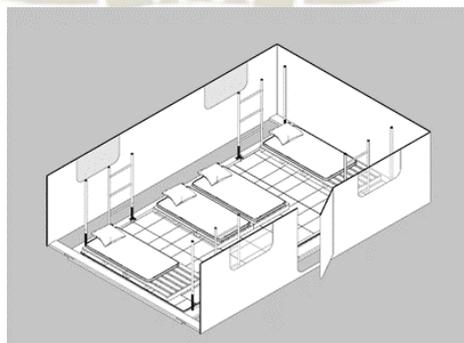
Imagen 78. Vista isométrica de procesos constructivo de primera etapa de refugio, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Esta primera etapa es la culminación de una primera construcción temporal y cuentan como único mobiliario a 4 camas de 1 metro de ancho, y largo de 1.825 metros, elevadas mediante parihuelas a 15 cm de la superficie del piso.

Imagen 79. Vista de interior del refugio en su primera etapa, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

- Segunda etapa, refugio temporal básico.

Esta etapa consiste en la creación de muros y un cielo raso, para esto se retiran temporalmente ambos elementos superiores, la cubierta tipo carpa y la estructura de soporte de PVC para el

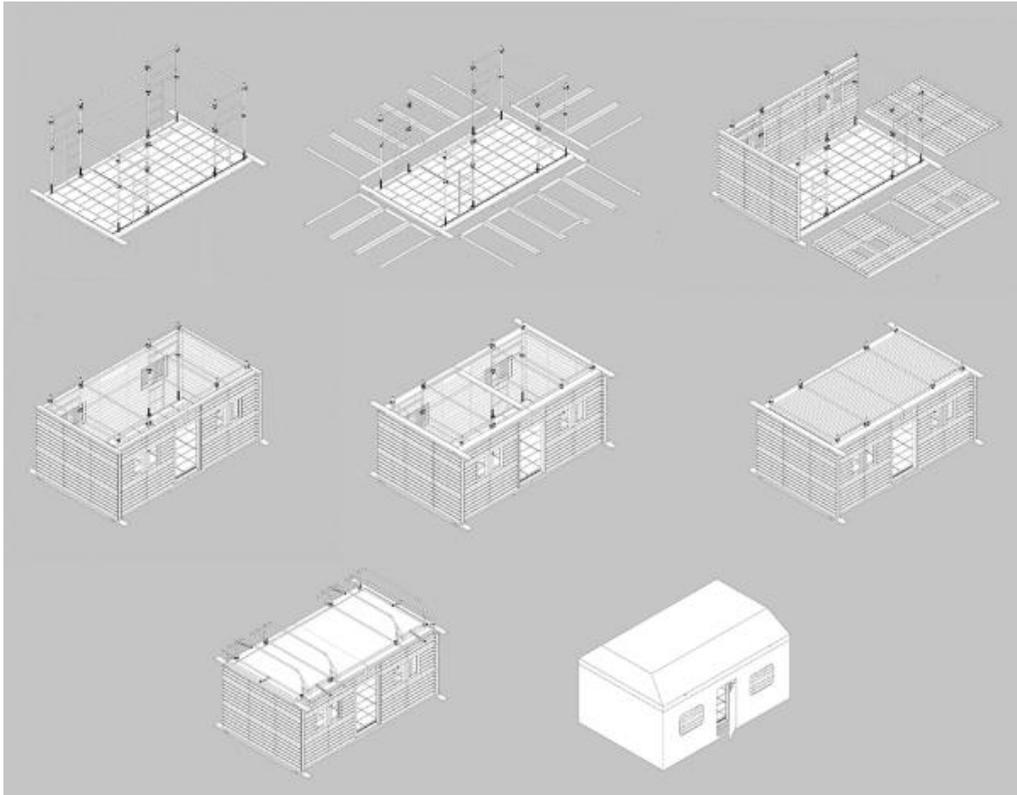
techo, una vez retirados estos elementos se procede a armar los muros, estos se componen de un sistema de construcción prefabricado, pues el armado de muros puede ser en el sitio o ensamblado previamente y transportados al sitio sólo para su instalación.

Para esto se construyen bastidores de madera estos marcos, permitirán contener parihuelas y medias parihuelas para lograr una altura de 2.50 metros, aseguradas las parihuelas al bastidor y ubicadas en el sitio, se colocan en su posición, se rellenan con lana de vidrio y se sella su cara interior con una tela de polipropileno, para unirse entre sí, estos paneles de muro cuentan con un sistema de sujeción extraíble de tornillos y tuercas de inserto, se aseguran los marcos a la base de la plataforma con tornillos y clavos lanceros.

Una vez asegurados los muros, se procede colocar un marco de madera superior formado de vigas soleras, adosadas a estas vigas se colocan vigas interiores para el soporte de un cielo raso conformado por una tela de polipropileno como base y una capa de tubos de cartón de 10 centímetros de diámetro, que será recubierto con un preservante de madera.

Sobre los tubos de cartón se instala una cobertura superior de tela de polipropileno para protegerlos de la humedad en el ambiente. Una vez terminado el cielo raso, se procede a instalar la estructura de tubos de PVC retirada previamente, y sobre esta se procede a instalar la cubierta tipo carpa previamente extraída y asegurándola a la base de la plataforma.

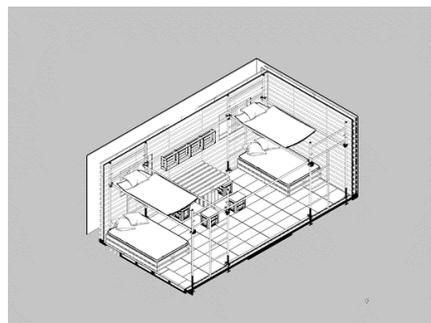
Imagen 80. Vista isométrica de procesos constructivo de segunda etapa de refugio, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

El refugio cuenta con dos camas de 1 metro de ancho y 1.825 metros de largo, sobre estas se ubican dos literas superiores, sostenidas mediante una malla asegurada a largueros que forman parte de la estructura de andamios, para acceder a ellas se cuenta con dos escaleras, así mismo, para consolidar el espacio central, se instala una mesa fijada al muro opuesto al ingreso, bajo esta mesa se incluye una zona de almacenaje. Esta etapa se podrá construir en un día o 2 días como máximo y se estima tendrá una duración máxima de 4 semanas, hasta adquirir los recursos necesarios para pasar a la siguiente etapa.

Imagen 81. Vista isométrica interna del refugio amoblado, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

- Tercera etapa, refugio temporal terminado.

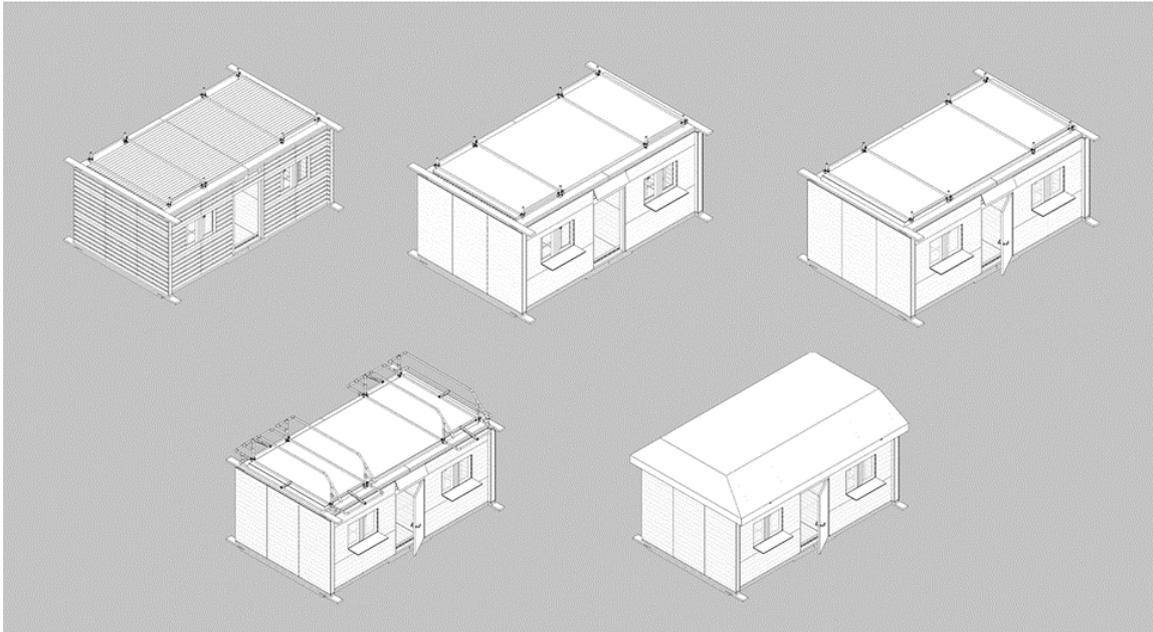
Esta etapa constituye la última fase correspondiente a una construcción temporal, para esto se procede a retirar la cubierta tipo carpa y la estructura de PVC que soporta el techo. Se instala un piso a base de tableros de OSB, retirando el piso de paneles de cartón corrugado. Adicionalmente se retira la cubierta de polipropileno sobre el cielo raso de tubos de cartón para instalar aislante en esta capa.

Se rellena la parte superior de la superficie de tubos de cartón con aislante de lana de vidrio y se coloca nuevamente la cobertura de polipropileno mejorando el aislamiento de la zona cenital. Para cubrir las ranuras en la parte exterior de los muros propias de las parihuelas se utilizan tableros de OSB con uniones alineadas a los soportes internos de cada muro, se instalarán bisagras y perfiles para permitir la abertura y cerramiento de algunos de estos paneles.

Para sellar los vanos en la segunda etapa, se sellan estos con ventanas fijas de policarbonato blanco semitransparente permitiendo el ingreso de luz, pero controlando la privacidad del refugio. Así mismo se instala una puerta de madera fija asegurada al marco de bastidor de muro.

Sellado el interior, se vuelve a colocar la estructura de techo de PVC, y la parte superior de la cubierta de lona impermeable que corresponde al techo.

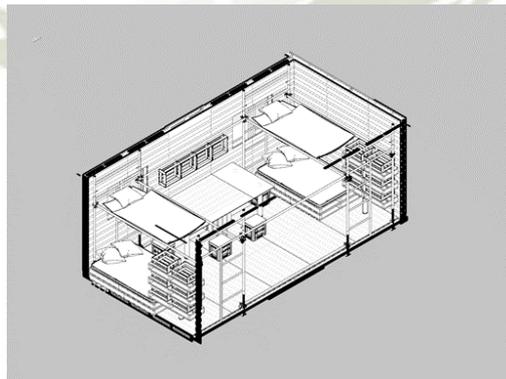
Imagen 82. Vista isométrica de procesos constructivo de tercera etapa de refugio, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

En el interior, se instalan repisas a base de parihuelas, sujetas a los muros y con soportes de tubos de cartón sujetos al piso, se cubre la superficie superior de la mesa con un tablero de OSB previamente dividido en tres partes y con bisagras para conformar una superficie transformable abatible. Esta etapa en uno o dos días como máximo y poseen una duración de 12 a 24 semanas, hasta la construcción del refugio permanente en el sitio designado.

Imagen 83. Vista isométrica del interior del refugio amoblado al finalizar la tercera etapa.



Fuente: Elaboración propia.

- Cuarta etapa, refugio permanente.

Esta etapa consiste en la implantación permanente del refugio, esta puede ser en el área donde se ubicaba la vivienda destruida, posterior a la limpieza del terreno, o en un área designada por

las autoridades para una reubicación permanente. Una vez asegurado el terreno de implantación, se procede a realizar un trazado y una nivelación del mismo y se construye una losa de concreto sobre el cual se construye una plataforma de madera a base de vigas, paralelo a eso se procede a desensamblar el refugio temporal y transportar los materiales necesarios al sitio de implantación, sobre la plataforma de madera se instalan los marcos extraídos del refugio temporal a modo de vigas soleras, se regulan las patas telescópicas y se fija el acabado de tableros de OSB permanentemente a la plataforma como acabado de piso.

Sobre la plataforma ya consolidada, se instalan los muros sujetándose entre sí por medio de tornillos como en la segunda etapa, los muros se recubren con tableros de OSB por el interior de la misma forma que fueron recubiertos en el exterior, se instala la puerta de madera retirada previamente para el transporte y se coloca el marco de madera superior con los soportes del cielo raso.

Para que los muros de mayor longitud mantengan su estabilidad y soportar la carga del techo en ausencia de los andamios, se instalan puntales regulables alineados y atravesados por las patas telescópicas.

Una vez regulada la altura de los puntales se procede a la instalación de ventanas tipo guillotina de madera con paneles de vidrio en reemplazo de las ventanas de policarbonato, estas permiten el ingreso de luz y ventilación regulable a ambos lados en sentido longitudinal al módulo, se proceden a sellar los paneles de OSB que formaban aberturas batientes, por ambos lados del muro y rellenando su interior con lana de vidrio.

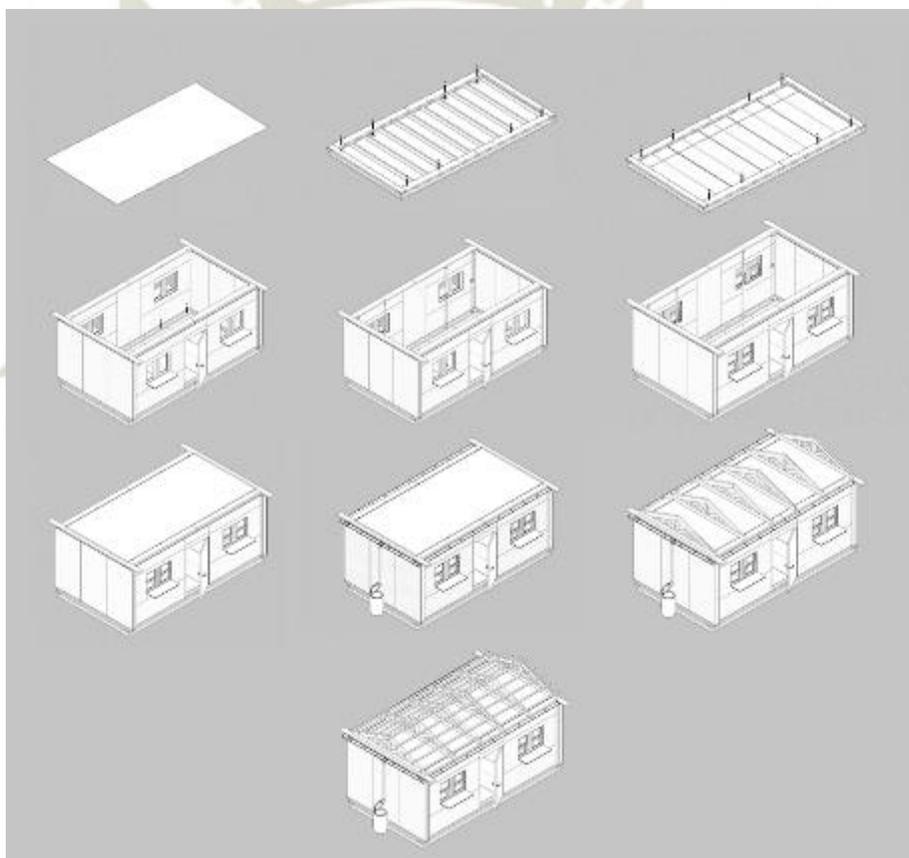
Se instala el cielo raso, compuesto de telas de polipropileno, tubos de cartón y aislante de lana de vidrio, la colocación de la lana de vidrio se realiza separando zonas libres para una posterior colocación de tijerales que formen parte del techo permanente.

Para dirigir el agua de lluvias y aprovechar al máximo su recolección, se procedió a la colocar unas canaletas de PVC sujetas por tramos de 60 centímetros entre ejes, estas

canaletas culminan en una tubería que desemboca en un recipiente preparado para almacenar este tipo de líquidos.

El techo se compone de una estructura de 6 tijerales de madera separados entre sí por distancias entre 1.05 a 1.30 metros entre ejes, alineándose principalmente a marcos de muros y columnas que conforman los paños de muros. Sobre esta estructura de tijerales se coloca una correa de palos de madera en sentido contrario a los tijerales, sobre las que se posará la cubierta superior.

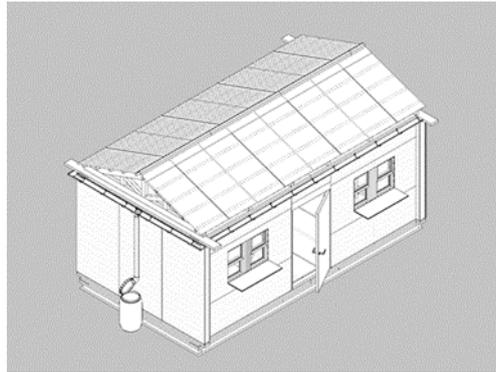
Imagen 84. Proceso constructivo cuarta etapa, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se instala un techo de calamina apoyada sobre el entramado de madera, internamente se puede contar con una distribución de mobiliario similar a la planteada previamente, o se puede proponer otra organización según se vea por conveniente.

Imagen 85. Vista de instalación de cubierta de techo y cumbreas, segunda propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Este refugio, permitía un mayor tiempo de vida mayor a 3 años y superior a 5 años si se le aplica mantenimiento temporalmente, diferenciándose de propuestas temporales a su vez, se puede acompañar de otras construcciones para permitir ampliaciones a la esta vivienda base.

### **INCONVENIENTES ENCONTRADOS EN EL DESARROLLO DE LA SEGUNDA PROPUESTA**

Se observaron debilidades estructurales y problemas en la integridad de algunos materiales, como son el uso de las 8 patas telescópicas al estar ubicadas a lo largo del eje longitudinal del refugio mas no en el perpendicular, dejando sin un soporte inferior a los paños de muros de menor longitud, por otro lado, al escoger parihuelas como elementos que conforman los muros, se tuvo que rellenar las ranuras que estas tenían de por sí, por lo que se utilizó tela de polipropileno en el interior y tableros de OSB representando un doble gasto, pues se contaba con dos elementos cuya función era la misma, las parihuelas y los tableros de OSB, estos además representaban un costo por metro lineal similar entre sí, por lo que implementar ambos elementos no era viable e incrementaba costos para la adquisición de materiales y su peso, dificultando su transporte.

## **5. PROTOTIPO DE MÓDULOS DE REFUGIOS TRANSITORIOS Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS**

### **5.1. REFUGIO TRANSITORIO O MÓDULO DE VIVIENDA**

Debido a las observaciones encontradas en la segunda propuesta, se procedió a analizar el diseño propuesto y a plantar cambios menores pero que repercutan ampliamente en la calidad del refugio, se revisó también la aplicación por etapas, que, al contar con elementos parcialmente independientes entre sí como muros o cielos rasos, permitía dividir la construcción del refugio en su fase temporal en sub-etapas.

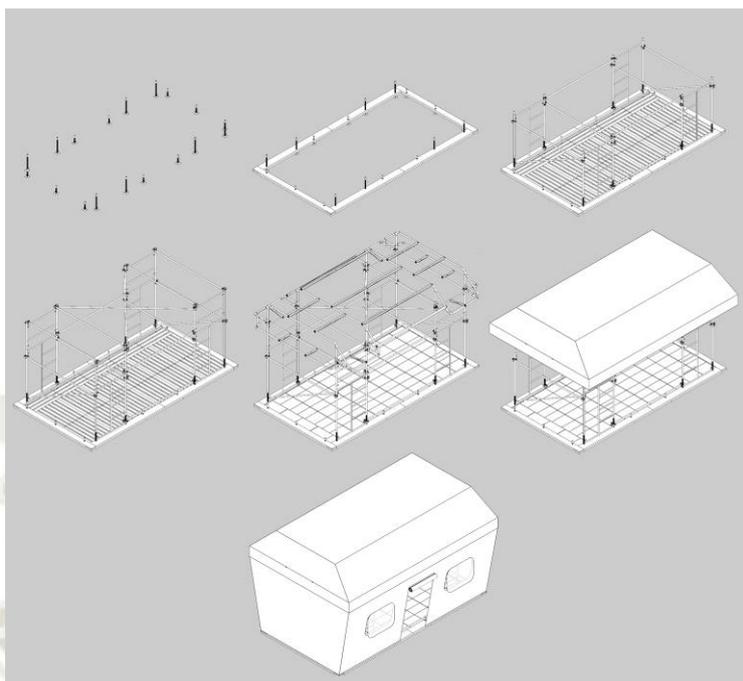
#### **ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE VIVIENDA**

Para evitar redundar en la descripción del proceso constructivo utilizado en la segunda propuesta, se detallará principalmente la duración recomendada para cada etapa y los cambios más notorios entre el prototipo planteado y la segunda propuesta.

- Primera etapa, esqueleto estructural.

Esta etapa se debe implementar durante la primera semana de ocurrido el desastre o catástrofe, su tiempo de construcción debe ser 1 día desde el transporte de materiales al sitio, requiriendo e 4 personas para su construcción y debe durar como máximo 8 semanas hasta la implementación de la siguiente etapa.

Imagen 86. Proceso constructivo de la primera etapa del prototipo de refugio.

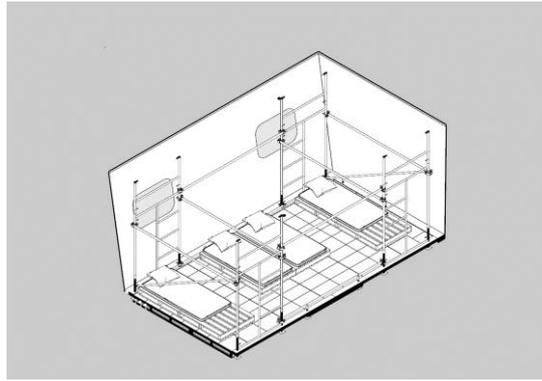


Fuente: elaboración propia.

Entre los cambios producidos entre esta y la segunda propuesta se incluyen la colocación de 8 a 10 patas telescópicas adicionales estas a diferencia de las anteriores no perforan el marco de madera inferior y solo sirven de soporte a este, estas se ubican tanto en el eje longitudinal como perpendicular bajo el marco de la plataforma, sirven de refuerzo al soporte planteado en la segunda propuesta, más allá de este cambio, el resto de la construcción del refugio, sigue el mismo proceso constructivo que en la segunda propuesta y culmina en un módulo con una estructura de andamios, tubos de PVC, una cubierta tipo carpa y una plataforma de marcos de madera y parihuelas cubiertas por planchas de cartón corrugado.

Esta etapa también cuenta con un mobiliario básico compuesto de 4 camas con colchones simples de 10 a 15 centímetros de alto cuyo único soporte para elevarlas del suelo son parihuelas a 15 cm de altura.

Imagen 87. Vista interna del prototipo de refugio en la primera etapa de construcción.



Fuente: Elaboración propia.

- Segunda etapa, refugio temporal básico.

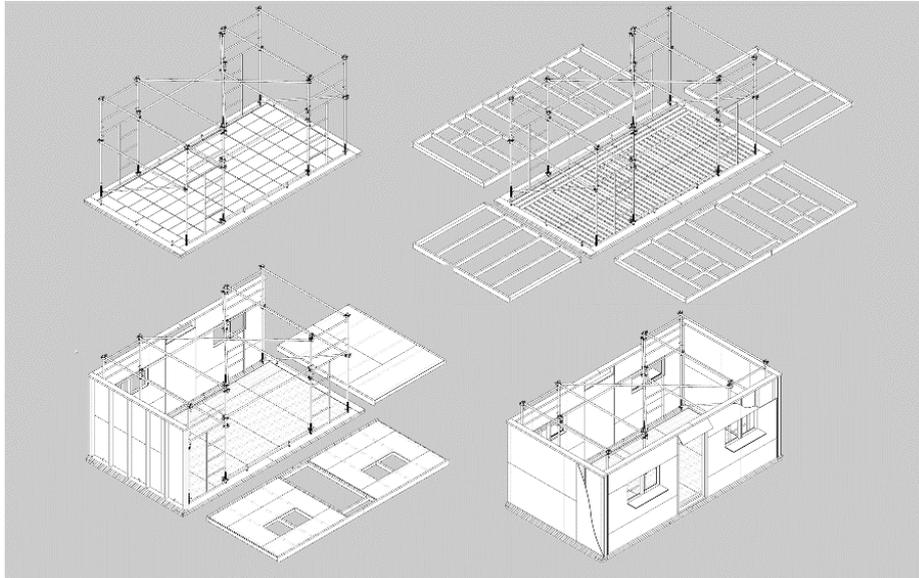
Esta etapa puede construirse en un solo día por un mínimo de 4 personas pudiendo construirse en 2 días como máximo, el refugio en esta etapa debe durar un máximo de 4 semanas hasta la siguiente etapa, su construcción se puede dividir en dos partes, estas pueden construirse en un solo momento o en dos momentos separados según se cuenten con los recursos y materiales necesarios:

- a) Construcción de muros e instalación de piso.

Se retiran la cubierta de lona y la estructura del techo de PVC, se construyen los bastidores de madera para los muros, se rellenan con lana de vidrio y se recubren con tableros de OSB, estos se acoplan a marcos de madera resultando en un sistema más industrializado al hacer uso de métodos de construcción prefabricados más sencillos que en la segunda propuesta, por último, al igual que en la segunda propuesta, estos muros se unen entre sí mediante tuercas de inserto y tornillos tipo rosca para madera y se adhieren mediante clavos a la base de la plataforma y al marco superior que soporta el cielo raso, se dejan aberturas necesarias para una futura instalación de ventanas fijas y se instalan soportes y bisagras para la instalación de paneles abatibles estos controlarán aberturas de ventilación en la parte superior de muros y aberturas en general permitiendo controlar la cantidad de iluminación de vanos y el aislamiento acústico logrado en diferentes momentos del día. En esta etapa también se retira el piso temporal de

planchas de cartón corrugado sobre las parihuelas para instalar tableros de OSB como acabado final del piso.

Imagen 88. Proceso constructivo de muros del prototipo de refugio.



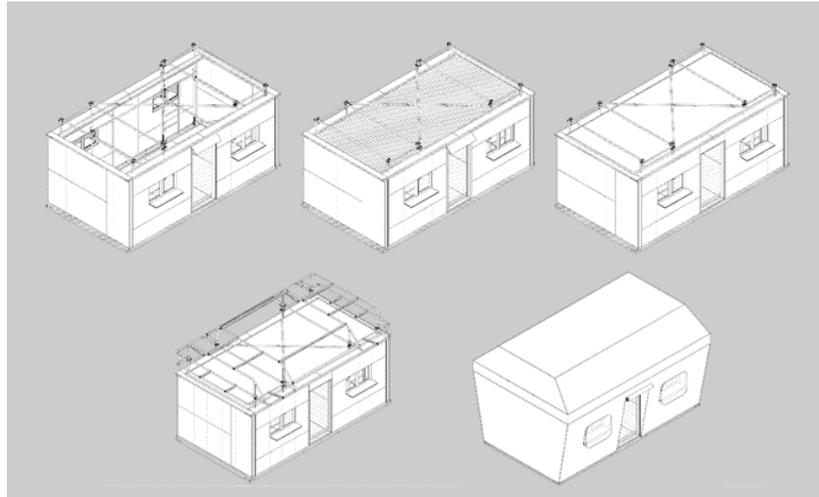
Fuente: Elaboración propia.

b) Construcción de cielo raso.

En esta etapa se procede a la construcción del cielo raso de la misma forma que en la segunda propuesta, se instalan vigas que soportarán a los tubos de cartón, recubriendo a este material con tela de polipropileno por la parte inferior y superior.

Por último, se procede a colocar la estructura del techo de PVC Y la cubierta de lona superior y alrededor de los muros, ya que no se cuenta con cerramientos de ventanas ni una puerta fija y es necesario aislar térmicamente el interior del exterior.

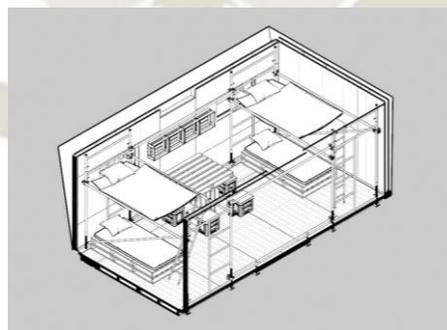
Imagen 89. Vista externa del refugio durante el proceso constructivo de su segunda etapa.



Fuente: Elaboración propia.

El mobiliario interno se compone de dos camarotes ambos que en la parte baja se conforman de una litera de 1 metro de ancho, 1.825 metros de largo y 30 centímetros de alto sin contar con un colchón, así como una mesa y repisas fijadas al muro opuesto al ingreso, esta mesa está compuesta por parihuelas y las repisas superiores se componen por cajas de frutas, acompañando a la mesa se ubican bancas formadas por cajas de cerveza recicladas y acondicionadas.

Imagen 90. Vista interna del prototipo de refugio en su segunda etapa.



Fuente: Elaboración propia.

- Tercera etapa, refugio temporal terminado.

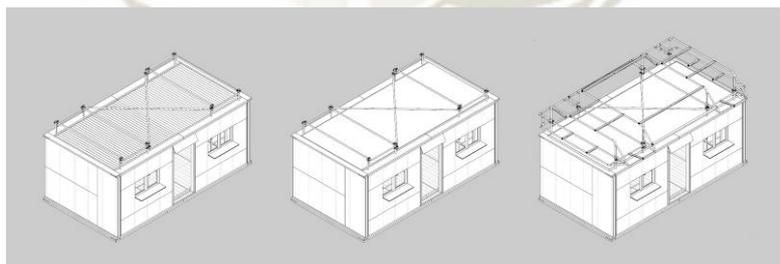
La construcción de esta etapa puede darse en un solo día o extenderse a un máximo de dos días, y la duración que debe tener hasta la aplicación de la siguiente etapa es de 12 a 24 semanas, este tiempo equivale a un aproximado de 3 a 6 meses, desde la etapa anterior o un total de 9 meses desde el inicio de la construcción del refugio transitorio, se busca limitar

esta etapa a un tiempo menor a un año, pues se corre el riesgo de que surjan contratiempos o problemas en la gestión de desastres que releguen las necesidades de los damnificados pasado un tiempo considerable, así mismo, este tiempo supone un plazo suficiente para encontrar un terreno apto para la construcción permanente o adecuar el terreno afectado para su implementación, de la misma forma que la segunda etapa, se puede dividir en dos partes, una dedicada a la instalación de un aislamiento del cielo raso y la segunda orientada a la instalación de vanos fijos para prescindir de la cubierta de lona para muros.

a) Aislamiento de cielo raso.

Esta etapa se retira permanentemente la cubierta de lona impermeable que acompañaba a los muros perimétricos para ser almacenada en caso de alguna eventualidad futura, se retira temporalmente la estructura del techo de PVC y la cubierta del techo de lona impermeable, una vez retirados estos elementos se levanta parcialmente la capa de tela de polipropileno sobre los tubos de cartón y se rellena este espacio con aislante de lana de vidrio, para volver a colocar por encima de este elemento la tela de polipropileno y los tubos de PVC que soportan el techo.

Imagen 91. Instalación de aislamiento de cielo raso en tercera etapa del prototipo de refugio.



Fuente: Elaboración propia.

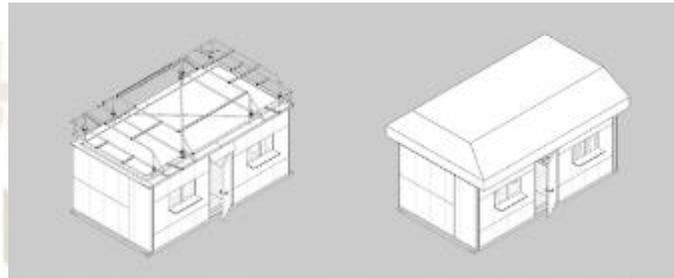
b) Instalación de vanos fijos.

Retirados los elementos del techo, se procede a implementar una puerta de madera de dimensiones comerciales y ventanas fijas formadas por policarbonato blanco semitransparente de la misma forma que en la segunda propuesta, estas rellenan las aberturas previamente planteadas en los paneles de muro más largos, ventanas que permiten al módulo controlar mejor

la privacidad, permiten el ingreso de luz al interior y aíslan acústicamente estos muros del exterior.

Terminada esta instalación, se coloca el recubrimiento de lona impermeable sobre la estructura de PVC, asegurándola por medio de cintas de velcro a los tubos.

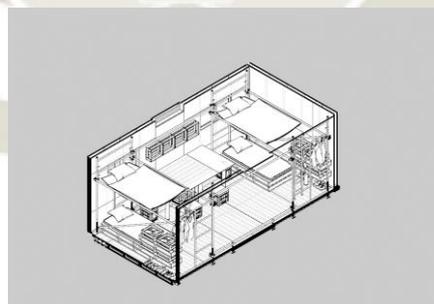
Imagen 92. Vista externa de colocación de vanos y culminación de tercera etapa.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en cuanto a mobiliario, se instalan unas repisas junto a las partes bajas de las literas inferiores, a base de parihuelas y tubos de cartón, y para otorgarle más superficie a la mesa central se la recubre con un tablero de OSB seccionado y con bisagras para permitir que este sea doblado y extendido cuando sea necesaria una mesa de mayor área.

Imagen 93. Vista interna del prototipo de refugio en su tercera etapa.



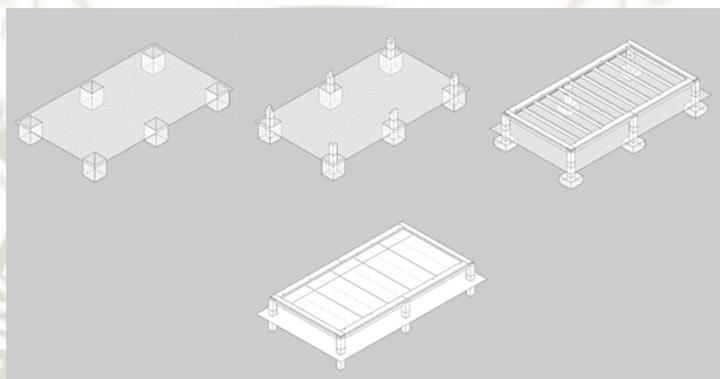
Fuente: Elaboración propia.

- Cuarta etapa, refugio permanente.

Esta etapa se desarrolla en gran parte de la misma forma que en la segunda propuesta, se desmantela por partes el refugio temporal una vez elegido el terreno y el área de destino, este terreno se limpia de escombros, basura o elementos que impidan la construcción, se realiza un trazado para delimitar ejes y límites de elementos constructivos, se realiza una excavación para

la colocación de pilotes de madera previamente recubiertos con preservantes y con brea para la parte en contacto directo con la tierra, estos serán fijados al suelo por medio de un vaciado de piedra y hormigón formando zapatas que serán recubiertas con la tierra extraída en la excavación, estos pilotes serán la base para colocar una plataforma de vigas de madera, sobre el que se posará un marco de vigas soleras y la superficie de tableros de OSB del refugio temporal.

Imagen 94. Construcción de plataforma de prototipo de refugio permanente.



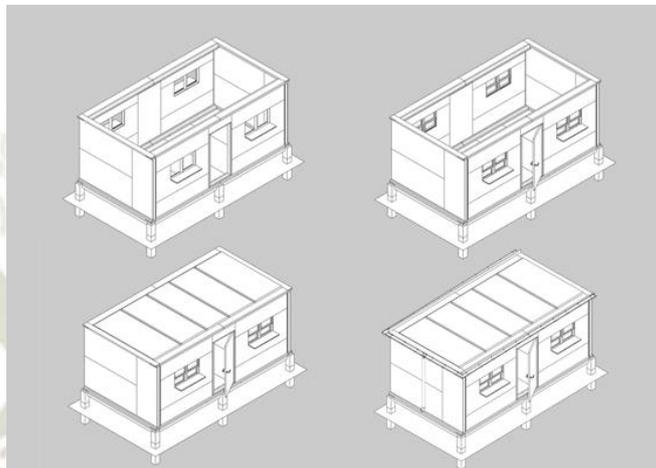
Fuente: Elaboración propia.

Consolidada la plataforma y el marco inferior, se instalan los paños de muros y se atornillan entre sí por medio del mismo sistema utilizado en el refugio temporal, a estos muros se les retira las ventanas fijas de policarbonato y se sellan las aberturas abatibles que servían de vanos de ventilación superior, instalados correctamente los muros, se procede a colocar el marco superior y se aseguran todos estos elementos entre sí por medio de clavos lanceros y tornillos. Se procede a instalar ventanas tipo guillotina, estas poseen marcos de madera y paneles de vidrio en su interior de la misma forma que en la segunda propuesta. En caso de haber retirado la puerta para su transporte, se procede a asegurar la misma en el marco del muro correspondiente.

Se instala el cielo raso formado por telas de polipropileno, tubos de cartón y aislante de lana de vidrio, separando esta última considerando secciones donde se instalarán tijerales de madera para soporte del techo.

Culminada la instalación del cielo raso, se instalan canaletas de PVC para la evacuación de lluvias hacia ambos lados más largos del refugio, estas desembocan en una sola tubería que a su vez desemboca en un recipiente adaptado para la recolección de agua.

Imagen 95. Vista isométrica de construcción de muros, instalación de vanos, cielo raso y canaletas.

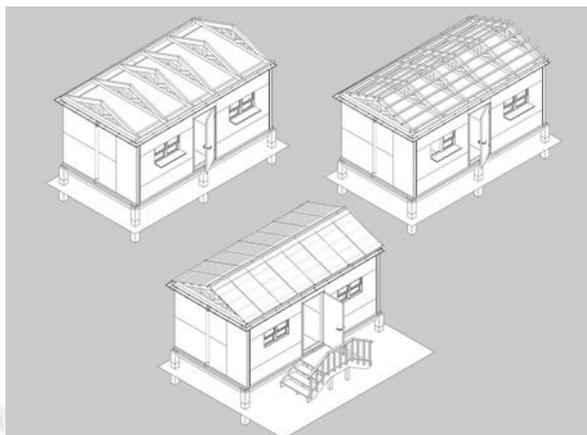


Fuente: Elaboración propia.

Sobre las vigas del marco de madera superior, se procede a asegurar 6 tijerales de madera alineándose a ejes de muros o columnas que conforman los marcos de muros para una adecuada distribución de cargas. Sobre estos tijerales se instala una rejilla de viguetas de madera que servirá de soporte para el techo definitivo.

El techo planteado puede estar conformado por una variedad de materiales, pero se recomienda el uso de calaminas de metal galvanizadas, de polipropileno o tejas, estos elementos son opciones validas ya que tienen un reducido costo, sobre estas se instalará una cumbrera en la parte central para dirigir y asegurar la caída de lluvias.

Imagen 96. Instalación de tijerales, correas, techo de calamina y cumbreras.



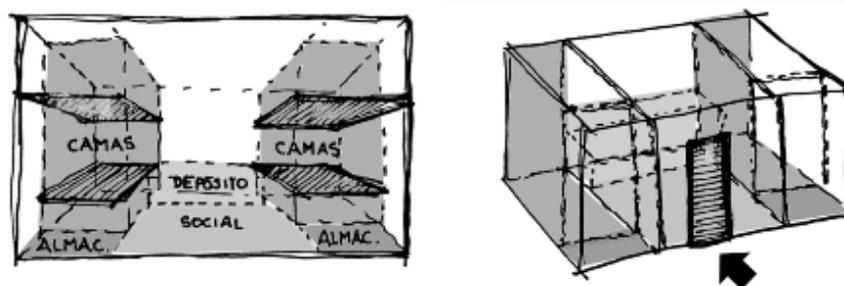
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en cuanto al mobiliario interno, al igual que en la segunda fase se puede utilizar la misma distribución espacial del refugio o se puede cambiar esta por un mobiliario más flexible, movable, se pueden utilizar parihuelas para la construcción de muebles temporales o incluso se pueden adosar otras construcciones al módulo para realizar ampliaciones de ser necesario.

### **ORGANIZACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO DE REFUGIO**

Exceptuando la primera etapa de construcción del refugio de vivienda, en donde no se cuenta con otro mobiliario que no sean camas al ras del piso, el resto de etapas se rige por una distribución de dos zonas íntimas hacia los extremos más alejados del módulo y una zona central social intermedia. Así mismo se cuentan con zonas de almacenamiento para objetos y prendas personales, así como una zona de cambiado orientado cerca a la parte baja las camas o camarotes y una zona de depósito o almacenaje bajo y sobre el mobiliario de la zona social, ubicado en el lado opuesto al ingreso.

Imagen 97. Esquema de zonificación del módulo de refugio.



Fuente: Elaboración propia.

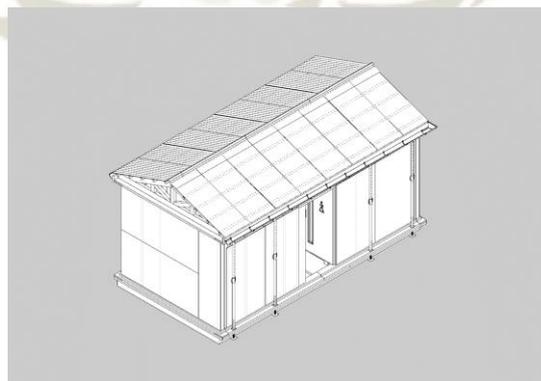
Las dimensiones del espacio internas finales son de 6 metros de largo por 2.90 metros de ancho y una altura de muros de 2.54 metros resultando en un área de 17.40 metros cuadrados y un volumen de 44.20 metros cúbicos aproximadamente, resultando en áreas de 4.35 metros cuadrados y volúmenes de 11.05 metros cúbicos por persona, estándares adecuados para refugios según el proyecto esfera.

## 5.2. MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS

### CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

Los módulos de servicios a diferencia de los refugios de vivienda no son transitorios, pues los costos principales en la instalación de estos servicios son los correspondientes a la instalación de aparatos sanitarios y los materiales necesarios para impermeabilizar estos espacios ante el contacto constante de la humedad o facilitar su limpieza, por esto, la construcción de estos módulos deberá ejecutarse en una sola etapa. Se calcula entre 2 a 4 semanas desde el desastre para empezar la construcción de los módulos de servicio comunitarios en un lapso de dos días de trabajo para 4 personas, pudiendo utilizarse baños portátiles provisionalmente previa a su implementación.

Imagen 98. Vista exterior del módulo de servicios higiénicos.



Fuente: Elaboración propia.

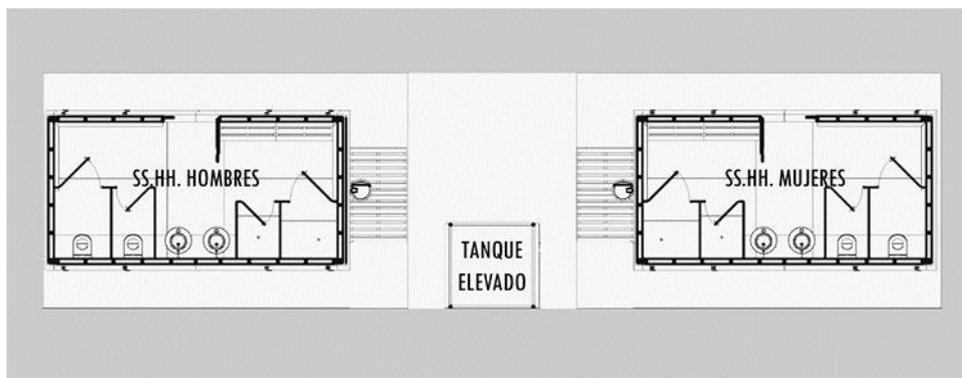
Para la construcción de estos módulos, se tomó como base el mismo proceso constructivo utilizado en el refugio permanente, con la diferencia de la colocación de la plataforma a base de vigas de madera sobre un terreno aplanado, se utilizan los mismos muros prefabricados de

marcos de madera y tableros de OSB, y se añaden puntales hacia el exterior de los muros unidos y asegurados al suelo mediante patas telescópicas cuyo fin es soportar mejor la carga de los tijerales y calaminas del techo, se realizaron cambios en el dimensionamiento y ubicación de ventanas para asegurar adecuada ventilación, así mismo, este módulo no cuenta con un cielo raso para facilitar esta ventilación. Se instalan puertas vaivén de mayores dimensiones a las de los refugios para permitir un mayor flujo de personas a los servicios, se instala también un recubrimiento de piso a base de planchas estriadas de aluminio antideslizante y planchas de aluminio liso en paredes en directo contacto con aparatos sanitarios para prevenir que la humedad del ambiente afecte a los muros de madera, así como un zócalo sanitario en todo el perímetro interno del módulo para facilitar su limpieza. Adicionalmente se utilizó una separación para cubículos de aparatos sanitarios a base de tableros de fenólico elevado del suelo, este módulo también cuenta con canaletas para el direccionamiento y recolección de agua de lluvia, de las mismas características que el refugio de vivienda.

### **ORGANIZACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO**

Para asegurar un flujo constante y la seguridad de personas vulnerables se optó por plantear dos módulos sanitarios comunitarios, uno para varones y uno para damas, estos se dividían en tres partes, una zona de lavatorios frente al ingreso en la parte central, una zona para cubículos de baños secos y una para cubículos de duchas, cada una con un cubículo adaptado para personas con discapacidad, frente a los cubículos de duchas se planteó una zona para vestirse o cambiarse, esta no se incluyó en los cubículos de duchas para asegurar el flujo constante de personas a los aparatos sanitarios, se cuenta con un total de 4 duchas, 4 inodoros y 4 lavatorios, estos últimos son un número mayor a los 2 lavatorios como mínimo según la norma peruana para viviendas colectivas, considerando 20 habitantes en una agrupación de 5 refugios de vivienda, se plantean con el fin de asegurar un flujo constante de personas a los lavamanos y salvaguardar la salubridad de los servicios.

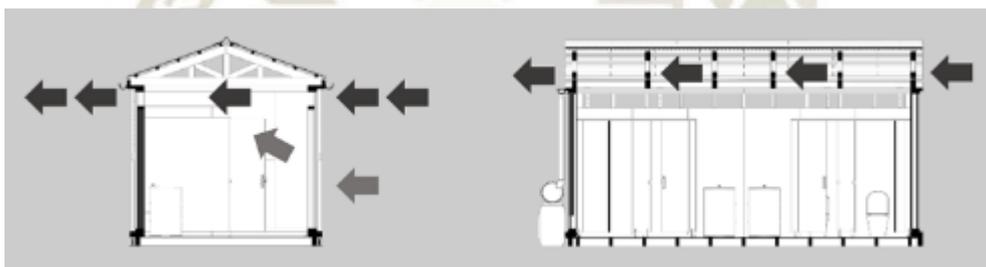
Imagen 99. Distribución interna de módulos de servicio higiénicos comunitarios.



Fuente: Elaboración propia.

La altura dentro del espacio, al no contar con un cielo raso, se incrementa notablemente lo que, junto a las aberturas entre el techo y los muros, asegura una ventilación constante.

Imagen 100. Disposición de vanos para ventilación del módulo de servicios higiénicos comunitarios.



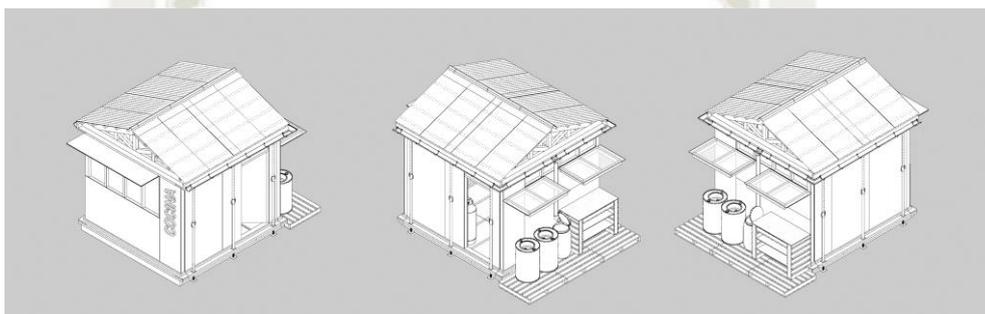
Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. MÓDULO DE SERVICIOS PARA COCINA Y LAVANDERÍA COMUNITARIA CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

Este módulo se construye en un solo día llevado a cabo por 4 personas pasado un plazo de 2 a 4 semanas como máximo de ocurrido el desastre, utilizando el mismo sistema constructivo que el módulo de servicios comunitarios, a una sola etapa, con la diferencia de contar con menores dimensiones, se compone de una plataforma de vigas de madera como base, muros compuestos de marcos de madera cubiertos con tableros de OSB, al igual que el módulo de servicios higiénicos comunitario, no posee cielo raso pero si un techo a base de tijerales de madera y calaminas metálicas, internamente se ubica la cocina con un piso de planchas de aluminio estriadas y muros parcialmente cubiertos por planchas de aluminio liso para facilitar su

limpieza, posee dos mesadas opuestas entre sí, a base de parihuelas y tableros de OSB, por la parte externa, se anexa una plataforma de parihuelas sobre la cual se ubica una mesada de parihuelas y un recipiente para recolectar agua de lluvias así como conexiones para dos lavatorios, esta zona externa se encuentra parcialmente techada por una estructura de madera y cubierta de policarbonato.

Imagen 101. Vistas isométricas externas del módulo comunitario de cocina y lavandería.



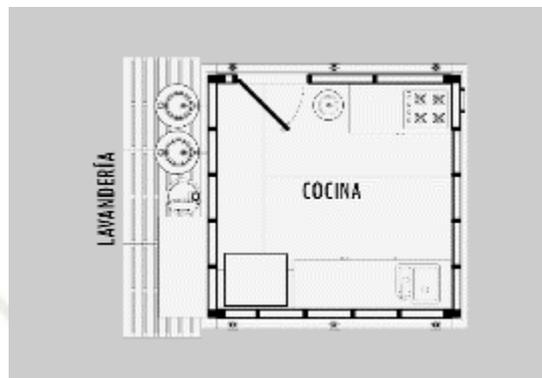
Fuente: Elaboración propia.

## ORGANIZACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MODULO

Para concentrar la mayor cantidad de servicios en un solo ambiente, y considerando las actividades que debían contener estos espacios, se optó por construir un módulo de dimensiones menores a los planteados en el refugio y los módulos de servicios comunitarios, reduciendo el área interna de 17.40 metros cuadrados a 8.70 metros cuadrados, cuyas dimensiones fueran un largo de 3 metros y un ancho de 2.90 metros, que resulta en la mitad de la modulación anteriormente planteada en refugios y servicios comunitarios. Al encontrarse por adentro el espacio de cocina, se planteó un ingreso orientado a una de sus esquinas, frente a este se ubicó un refrigerador de calidad industrial para almacenar alimentos perecibles, junto al ingreso se ubica un balón de gas de 45 kilos, adicionalmente se plantean dos mesadas opuesta una a la otra, cada una con zonas de preparación de alimentos propias, una de ellas con un lavatorio empotrado y la segunda con una cocina portátil de 4 hornillas, asegurando una zona de trabajo para 3 personas en simultáneo y un aforo de 4 personas como máximo en condiciones excepcionales. Externamente, se cuenta con dos lavatorios para el lavado de ropa, un

contenedor de agua para poder reutilizar el agua proveniente de lluvias y una mesada para doblar o estirar ropa permitiendo de 2 a 3 personas en este espacio en simultáneo.

Imagen 102. Distribución interna de módulos de cocina y lavandería comunitaria.



Fuente: Elaboración propia.

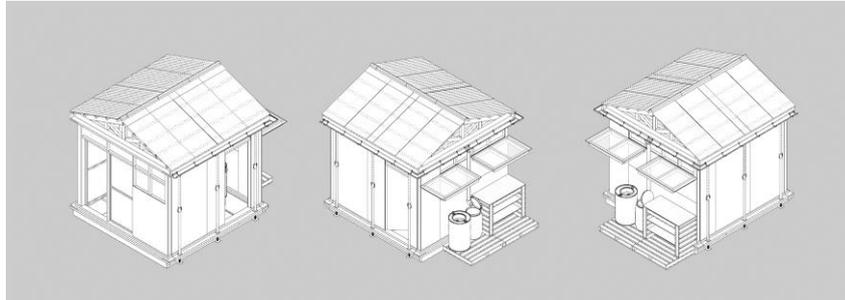
#### **5.4. MODULO DE SERVICIOS INDEPENDIENTE**

##### **CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO**

Para acompañar a refugios de vivienda que no cuenten con acceso a servicios o un módulo de servicios comunitarios, se plantea un módulo menor en donde se concentren todas las zonas de servicios, incluida la cocina, lavandería y servicios higiénicos, este módulo se construye en un solo día pasadas 4 a 6 semanas de ocurrido el desastre, previa a su instalación se pueden utilizar baños portátiles, o cocinas solares para la preparación de alimentos, su construcción debe realizarse entre la segunda y tercera etapa de construcción de refugios, en su fase temporal, utiliza la misma estructura base de los módulos de cocina y lavandería de carácter comunitario, con la diferencia de contar internamente con una separación que resulta en dos espacios, una cocina y un baño completo, en donde se utiliza un suelo de planchas de aluminio estriada y recubrimiento de muros de planchas de aluminio lisas alrededor de la ducha en el baño, se cuenta con un cielo raso en el baño y una ventana de grandes dimensiones orientado hacia el lado opuesto de la cocina para la evacuación de malos olores y la ventilación general del ambiente, así mismo las ventanas y vanos de la cocina y el baño están recubiertas solamente con mallas mosquiteras para permitir la circulación de aire pero evitar el ingreso de insectos u

otros animales. Exteriormente se cuenta con una plataforma y mesada de parihuelas y tableros de OSB y una cubierta parcial a base de marcos de madera y policarbonato.

Imagen 103. Vista isométrica externa del módulo de servicios independiente de cocina, baño y lavandería desde tres ángulos diferentes.



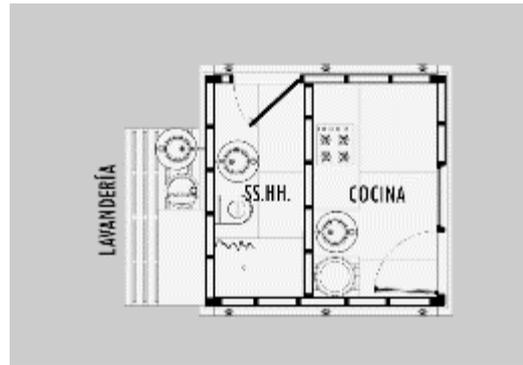
Fuente: Elaboración propia.

## **ORGANIZACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL MÓDULO**

Este módulo al contener en sí mismo tanto las áreas de servicios higiénicos, como las de lavandería y cocina, se ha dividido en tres ambientes, dos internos, el primero en donde los servicios higiénicos tengan la suficiente privacidad y cuya ventilación al contar con un cielo raso, fluya en dirección opuesta a la cocina, el segundo en donde la cocina tenga muros parcialmente abiertos para permitir el ingreso de aire y no cuenten con cielo raso para permitir ventilación cruzada entre la abertura del techo y los muros, y por último un espacio externo, parcialmente techado, en donde se ubica una lavandería al aire libre.

El baño cuenta con una puerta de ingreso, un lavatorio, un baño seco con división para excretas sólidas y líquidas, y una ducha, por otro lado, la cocina cuenta con un contenedor de refrigeración que no utiliza electricidad, ubicado frente al ingreso, junto a este contenedor se encuentra un lavatorio, una mesada con un balón de gas de 10 kilos bajo la mesada y una cocina portátil de 4 hornillas a gas. Por último, la lavandería cuenta con un lavatorio, una zona de recolección de agua de lluvias para uso variado y una mesada para doblar o estirar ropa.

Imagen 104. Distribución interna de módulo de servicios independiente.



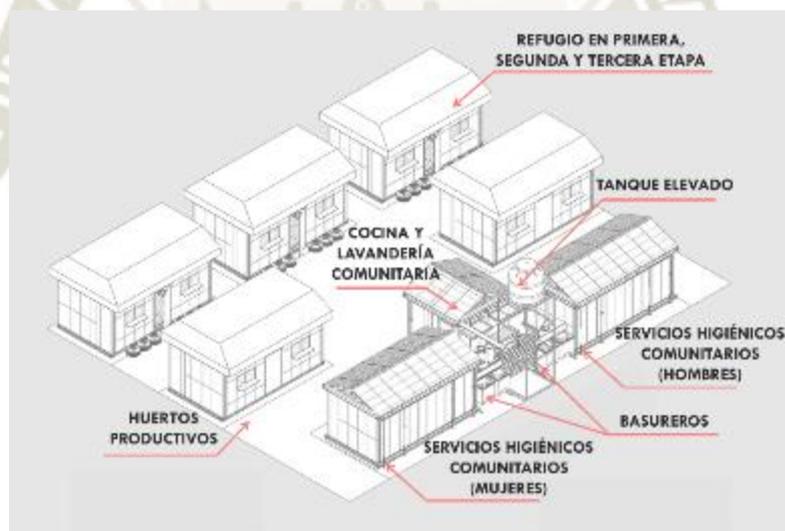
Fuente: Elaboración propia.

## 5.5. AGRUPACIONES ENTRE 5 REFUGIOS DE VIVIENDA, Y SERVICIOS COMPLEMENTARIOS COMUNITARIOS, CLÚSTERES

Al considerar el gasto que supone implementar servicios en zonas sin conexiones de agua o sistemas de alcantarillado, se llegó a la conclusión que era necesario agrupar viviendas y plantear servicios de carácter comunitario para reducir el esfuerzo logístico que supone brindar asistencia a una gran cantidad de personas, se analizaron las distancias recomendadas entre refugios y los modelos de organización planteados en situaciones o experiencias previas, entre las cuales destacaron las disposiciones de refugios en tramas ortogonales, tanto por permitir circulaciones constantes y regulares en áreas reducidas como por formar parte del constructo espacial en nuestro contexto social. En el caso de las distancias recomendadas entre refugios se tomó como referencia principal las separaciones entre refugios de 1.50 metros hacia el costado más corto considerando que no se cuenta con ingreso en esta dirección, y hacia zonas de ingreso alineadas al lado más largo, separaciones de 3 metros entre refugios, por otro lado se observó la necesidad de zonas de esparcimiento abiertas que puedan servir de áreas de reunión comunitarias, propias a un grupo familiar, considerando como longitud mínima para estas áreas en caso de ubicarse frente al ingreso de una vivienda una longitud de 8 metros, a partir de estas dimensiones se planteó una agrupación de 5 viviendas, orientadas en su eje más largo hacia el norte o sur para poder recibir mayor energía solar e iluminación durante el día, entre estos refugios se plantea un área libre, comunitaria o de esparcimiento consolidándose

una zona central de dimensiones de 8 metros de ancho y 10 metros de largo resultando en un área de 80 metros cuadrados incluidas las áreas de circulaciones contiguas, por otro lado, en dirección opuesta a estos refugios se concentraron todos los servicios, ubicando en la zona central el módulo de cocina y lavandería comunitario, la ubicación de este módulo en esta posición permite captar el flujo de aire producido en el espacio central libre y dirigirlo hacia la cocina, este módulo a su vez cuenta por la parte posterior con un tanque elevado y basureros para la clasificación y recolección de desechos, a ambos costados del tanque, se ubican dos módulos de servicios higiénicos comunitarios, uno para cada género, con ingresos orientados hacia la parte externa del grupo de viviendas, para evitar la aglomeración de personas hacia los ingresos de los servicios frente al espacio comunitario y las viviendas opuestas a estos módulos.

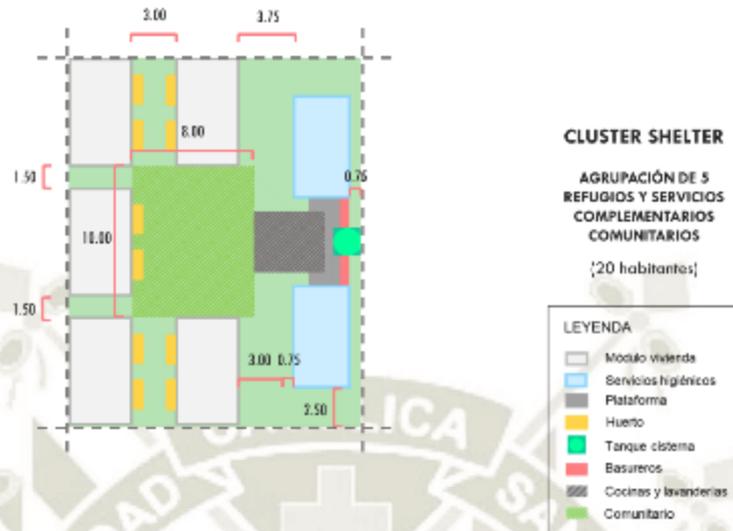
Imagen 105 Vista isométrica de una agrupación de 5 viviendas con servicios complementarios comunitarios.



Fuente: Elaboración propia.

A cada uno de estos grupos de refugios con sus servicios complementarios se le denomina comúnmente *cluster shelter*, de este anglicismo se deriva la palabra clúster en español, que significa agrupación o conjunto, y *shelter* que significa refugio, lo que significaría en sí una agrupación de refugios autosuficientes, ya que cada uno de estos clústeres puede aplicarse independientemente uno del otro y posee las instalaciones y servicios necesarios para su funcionamiento.

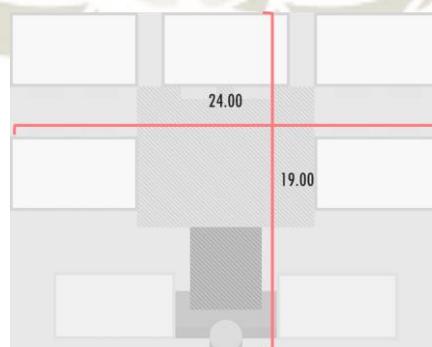
Imagen 106. Diagrama de distribución de un clúster o agrupación de 5 refugios con módulos de servicios complementarios y dimensionamiento entre módulos y áreas de libres.



Fuente: Elaboración propia.

El dimensionamiento de cada clúster ha sido planteado con la finalidad de poder repetirse múltiples veces en varias direcciones, es por esto que las dimensiones del mismo no incluyen circulaciones hacia los extremos del mismo, ya que estas circulaciones pueden variar en tipo y longitud según la posición y la cantidad de repeticiones de un clúster básico, siendo las dimensiones reales de cada clúster unos 19 metros de ancho y 24 metros de largo.

Imagen 107. Dimensiones totales de un clúster sin contar con circulaciones exteriores.

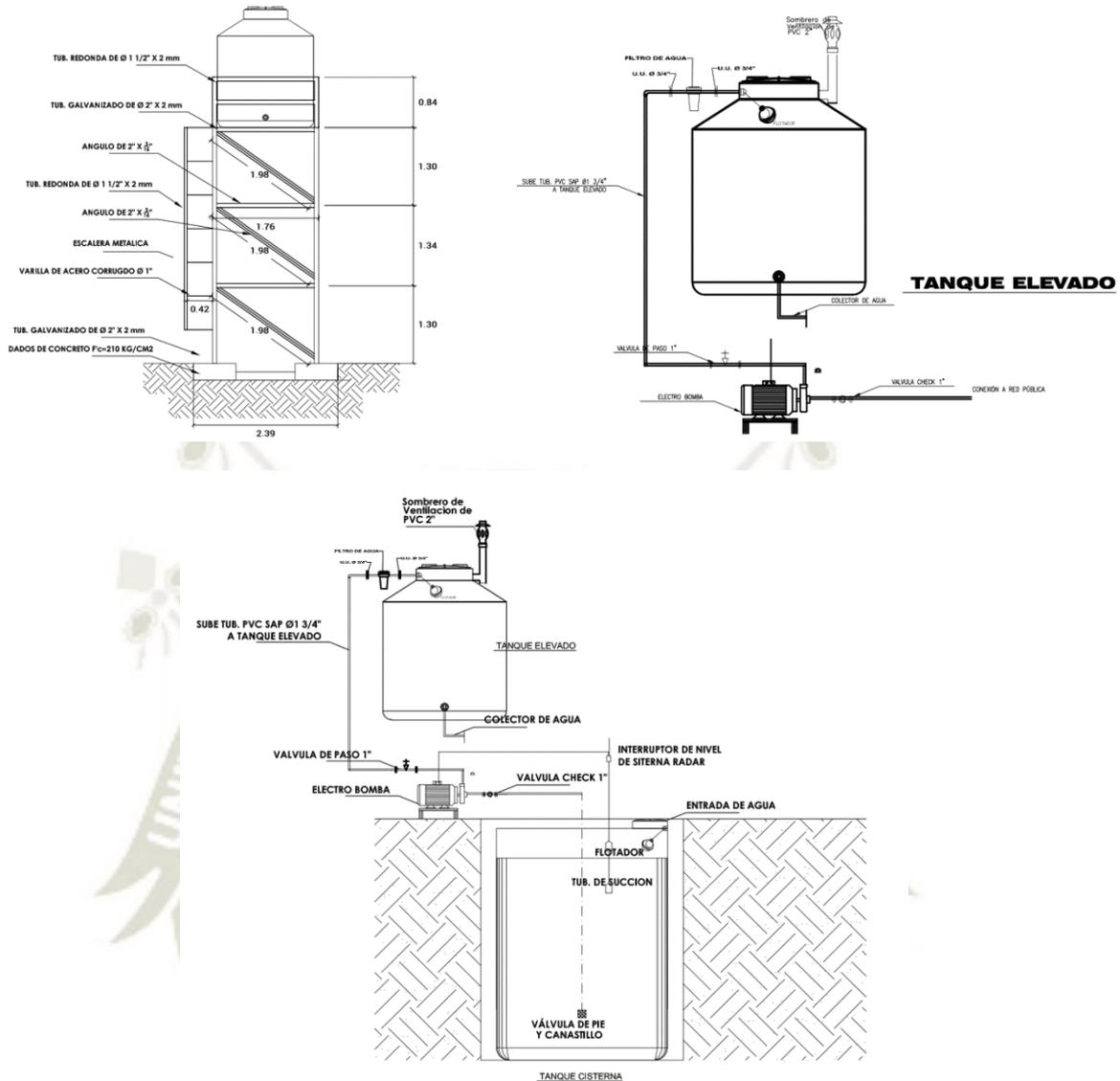


Fuente: Elaboración propia.

## 5.6. INSTALACIONES DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Existe la posibilidad de contar con conexiones para servicio de agua potable en la zona de implantación, estas requieren de trabajos de adaptación de las instalaciones presentes en el terreno elegido, estas se plantean considerando la demanda de cada clúster, para esto, en cualquiera de los casos se plantea la instalación de un tanque elevado de 2500 litros conectado a una bomba de agua eléctrica, bomba que deberá conectarse a la red pública de ser posible, y en caso de no contar con acceso a esta conexión, se plantea un sistema de abastecimiento de agua a base de tanques cisterna enterrados, tanque cisterna que deberá llenarse regularmente y estará conectado al sistema previamente mencionado de una bomba y un tanque elevado, la capacidad de los tanques cisterna propuestos son 10000 litros de capacidad industrial y tanques elevados de 2500 litros, planteados para abastecer a 20 personas, entre los aparatos conectados a este sistema se cuentan los incluidos en la cocina, equipada con un lavatorio, la lavandería, equipada con dos lavabos, así como dos módulos de servicios higiénicos, estos cuentan con 4 duchas, 4 lavatorios y 4 inodoros en total, pero estos últimos utilizan sistemas de baños secos, por lo que no requieren de conexiones de agua. La bomba utilizada para impulsar el agua del tanque cisterna o de la red pública al tanque elevado se encenderá según sea necesario para asegurar el llenado del tanque elevado al menos una vez por día, esta bomba de agua podrá ser alimentada mediante una conexión a la red eléctrica o a una batería conectada a un panel solar, en caso de contar con acceso a la red eléctrica.

Imagen 108. Esquemas de instalación de tanque elevado y tanque cisterna.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a servicios de energía eléctrica, cada refugio de vivienda posee un panel solar portátil, el cual deberá asegurarse al techo del refugio o a un área cercana expuesta a los rayos solares durante la gran parte del día, una batería, para almacenar la energía proveniente del panel solar, así como conexiones derivadas de esta batería a 3 bombillas LED, de las cuales 2 se instalarán dentro del refugio y una tercera se ubicará cerca al ingreso, esta batería deberá contar también con puertos para la conexión de enchufes o la carga de aparatos electrónicos como celulares, necesarias para salvaguardar vías de información en situaciones post-desastre, la adquisición e instalación de este kit se plantea entre la primera y segunda etapa de

construcción del refugio con precios que varían desde los 100 a 200 soles. En la etapa permanente de los refugios, se deberán instalar las conexiones necesarias hacia la red eléctrica, así como tableros de distribución, tuberías y accesorios necesarios para las conexiones, puesta a tierra, tomacorrientes, interruptores y tomas de luz según la distribución interna del refugio en su etapa final.

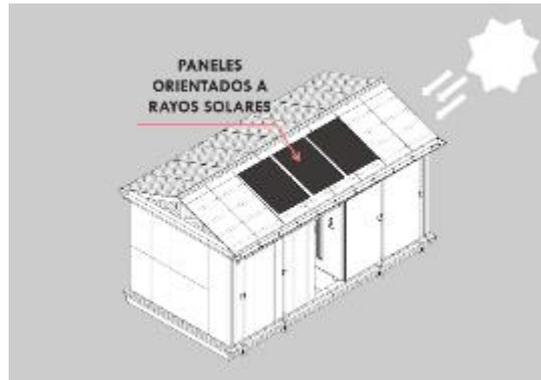
Imagen 109. Diagrama de instalación e batería y panel solar con conexiones de luz posibles.



Fuente: Elaboración propia.

Para clústeres de carácter temporal en donde no se cuente con acceso a la red eléctrica se plantea la instalación de un panel solar fijo de gran capacidad ubicado de preferencia sobre el techo de un módulo de servicios higiénicos por contar con mayor área disponible tomando como consideración para su ubicación, la presencia de elementos como tanque elevados que puedan afectar el rendimiento debido a la sombra que estos elementos produzcan, este panel contará con una batería y brindará electricidad a tomas de corriente y tomas de luz para la instalación de bombillas ubicadas en la cocina, lavandería y módulos sanitarios comunitarios, en la cocina esta instalación permitirá la energía necesaria para el funcionamiento de un refrigerador de capacidad industrial, así como también para la bomba que impulsará agua desde el tanque cisterna o la red eléctrica al tanque elevado, considerando el gasto diario de estos dos aparatos, se propone un panel de capacidad de 800W a 12 V capaz de producir 2000 W/hora por día o 3 paneles de 300W a 12 V de eficiencia similar.

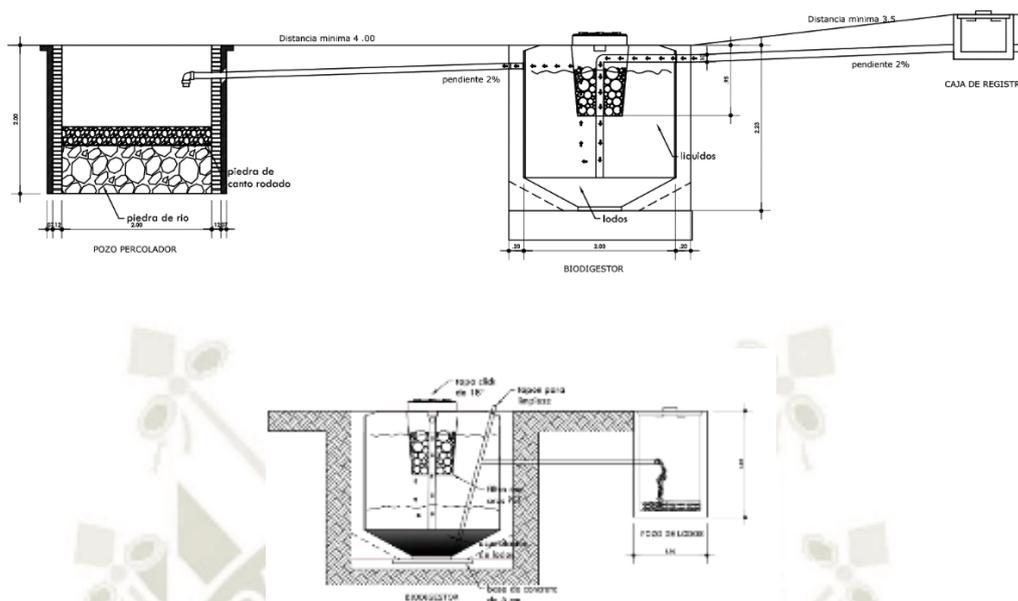
Imagen 110. Diagrama de instalación de panel solar orientado hacia rayos solares predominantes sobre techo de módulo de servicios higiénicos comunitarios.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en cuanto al sistema de alcantarillado para cada clúster, se recomienda hacer las conexiones necesarias hacia la red de desagüe siempre que sea posible, y lugares en donde no se pueda realizar estas conexiones, se plantea el uso de sistemas a base de biodigestores, estos cuentan con una trampa de grasas, un tanque biodigestor de 5000 litros, capaz de abastecer a un máximo de 49 personas, un pozo de lodos y un pozo de percolación, se recomienda el uso de uno de estos biodigestores por cada 2 clústeres o un aproximado de 40 personas, estos tanques al ser prefabricados son más fáciles de adquirir, pudiéndose conseguir por medio de donaciones, y por su ligereza son relativamente sencillos de transportar, para casos de un solo clúster o grupos de 20 personas o menos, es recomendable utilizar tanques de almacenamiento de excretas con capacidades variadas, entre este tipo de tanques destacan los tanques de la marca Polyjohn comercializados a nivel internacional los cuales almacenan todo tipo de flujos y permiten almacenar grandes volúmenes, pudiendo ser vaciados en rangos de 3, 6 y 12 meses variando según la capacidad del modelo.

Imagen 111. Diagrama de instalación de biodigestor.

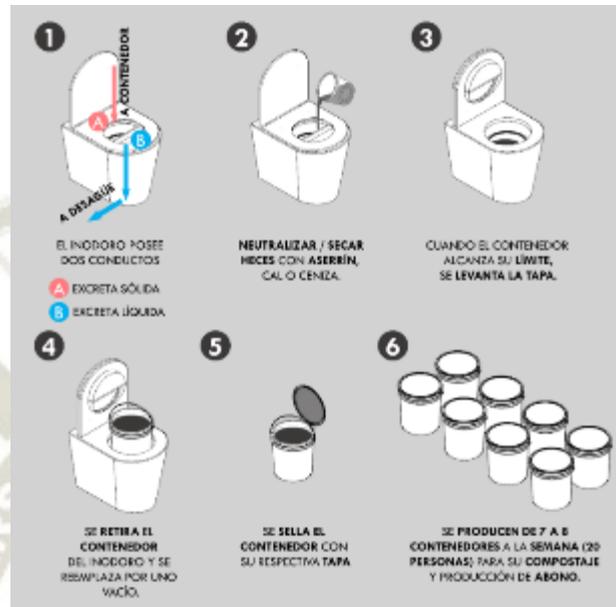


Fuente: Elaboración propia.

Los inodoros planteados hacen uso de un sistema de baños secos, estos inodoros no presentan tanque de agua, y poseen una separación para excretas sólidas y líquidas, el funcionamiento de estos baños requiere de la neutralización de los residuos sólidos por medio de aserrín, cal, ceniza u otros materiales que sequen las excretas para luego ser utilizadas como abono, para el caso de la orina se cuenta con un conducto dirigido al sistema de tratamiento de aguas grises planteado, ya sea la red de desagüe o un biodigestor. El recipiente donde se acumulan las excretas neutralizadas cuenta con una tapa para ser retirado una vez alcanzado su límite de capacidad, este se cambia por otro recipiente, estos recipientes pueden ser baldes de plástico industriales de 20 litros o contenedores cilíndricos de un máximo de 40 centímetros de alto y 29 centímetros de diámetro, capaces de instalarse dentro del inodoro, estos deberán contar con una tapa para sellarlos una vez alcanzado su límite, se calcula que uno de estos recipientes se llene cada semana considerando 4 inodoros por cada 20 personas a 1 litro de excreta al día por persona, resultando entre 7 a 8 contenedores por cada clúster en el lapso de una semana, estos podrán juntarse o recolectarse en un compostador o compostera y ser eventualmente utilizados

como abono en los huertos productivos de cada vivienda o ser vendidos para su compostaje fuera del sitio.

Imagen 112. Descripción de sistema de baños secos con conducto de orina independiente conectado a desagüe.



Fuente: Elaboración propia.

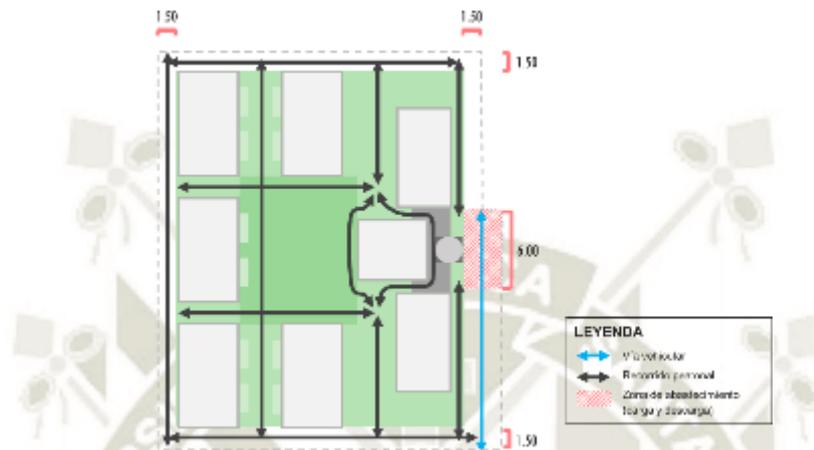
## 5.7. DIMENSIONAMIENTO DE CIRCULACIONES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RECOLECCIÓN DE DESECHOS

Debido a la separación designada entre refugios, áreas libres, espacios intermedios, así como la densificación de servicios hacia el extremo opuesto del grupo de viviendas, la organización de vías de circulación puede remarcarse en vías de carácter peatonal y vías vehiculares.

Existe la posibilidad de que el terreno disponible sea muy reducido para albergar una vía vehicular, posea un ingreso accidentado o de dimensiones reducidas impidiendo el ingreso de vehículos de ningún tipo, tanto para el abastecimiento de agua, recolección de desechos, como también para la carga y descarga de víveres o materiales de construcción, en estos casos, deberá designarse zonas fuera del clúster para la recolección de basura, se podrán utilizar mangueras de caucho para camiones cisterna que permitan impulsar el agua hasta los puntos de recolección, o zonas aptas fuera del terreno para la carga y descarga de víveres y materiales de construcción, para el resto de casos se plantean vías vehiculares, la primera en donde el ingreso

de vehículos es directo a la zona de abastecimiento designada, y debido a limitaciones espaciales, esta pasaría a ser la única vía de ingreso y salida.

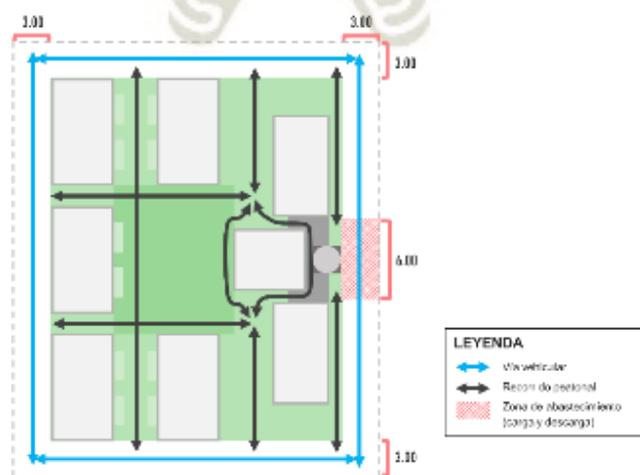
Imagen 113. Diagrama de dimensionamiento de circulaciones con vía vehicular directa y ubicación de zona de abastecimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Y una segunda opción en donde se plantean vías vehiculares perimetrales al clúster para permitir una circulación continua de vehículos a la zona de abastecimiento, para ambos casos el ancho de vías vehiculares es de 3.00 metros y para vías peatonales o para delimitar una separación entre el perímetro de los clústeres y límite del terreno o una edificación existente se tomará un ancho mínimo de 2.50 metros

Imagen 114. Diagrama de dimensionamiento de circulaciones con vía vehicular perimetral y ubicación de zona de abastecimiento.



Fuente: Elaboración propia.

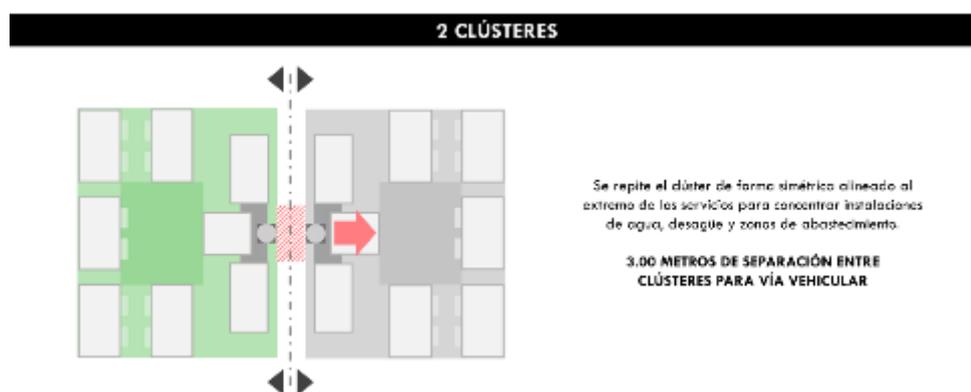
Dentro de estos sistemas complementarios a cada clúster es importante resaltar la importancia de una gestión adecuada en el transporte de agua, al utilizar camiones cisterna se debe considerar que estos estén acondicionados para el transporte de agua y no presenten daños o problemas técnicos de ningún tipo, así mismo, se analizará el estado de las pistas de acceso al terreno para asegurar que estos camiones puedan transitar sin problema al sitio, se dará mantenimiento a los camiones cisterna semanalmente y se revisará la calidad de agua antes de su transporte.

En cuanto a la recolección de residuos, estos serán clasificados en 4 contenedores diferenciados por colores según la norma técnica de gestión de residuos, entre los cuales el color blanco es para residuos plásticos, el color azul es para residuos derivados del papel o cartón, el color marrón es para residuos orgánicos y el color negro para residuos no aprovechables.

### 5.8. REPETICION DE CLÚSTERES Y CIRCULACIONES INTERMEDIAS

La organización interna de cada clúster permite su repetición en tramas ortogonales, siempre y cuando se dirijan las zonas de servicio hacia una misma vía de carácter vehicular con el objetivo de utilizar una sola zona de abastecimiento por cada dos clústeres, las circulaciones entre clústeres varían desde 1.50 metros en casos en donde no se necesite una vía vehicular y 3.00 metros en donde si sea necesaria, considerando también una distancia mínima de 1.50 metros entre un clúster, otra edificación o el límite del terreno.

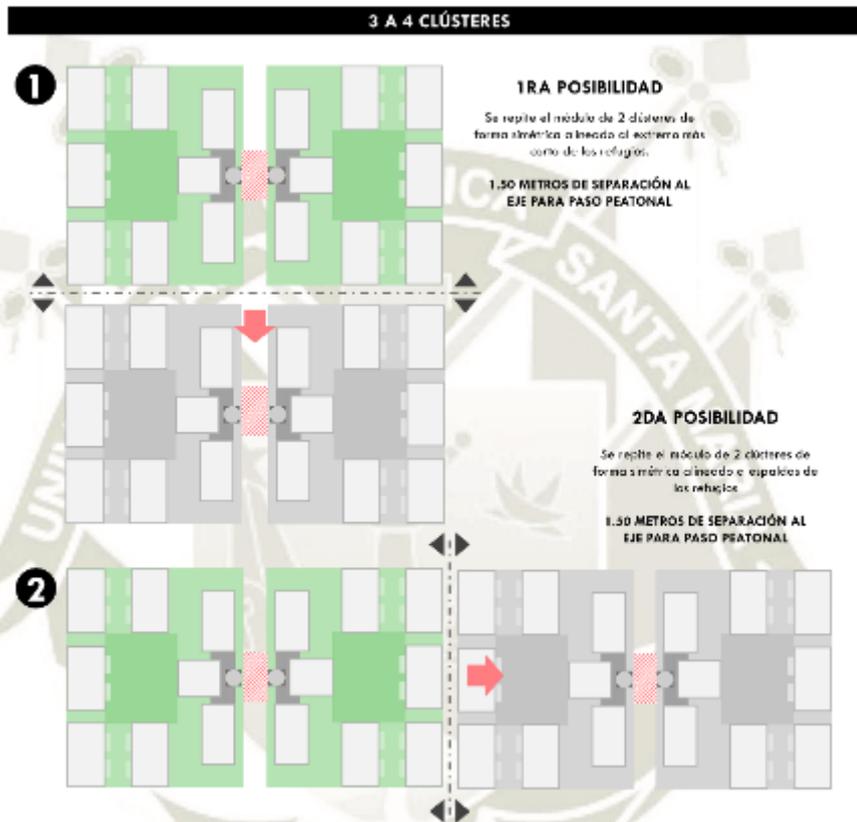
Imagen 115. Diagramación de repetición de 2 clústeres y separación entre ellos.



Fuente: Elaboración propia.

Tomando como base esta repetición de dos clústeres se pueden utilizar los mismos criterios para alcanzar grupos de 3 o 4 clústeres, siempre que se considere que las zonas de abastecimiento deben estar nuclearizadas para reducir costos de posibles instalaciones y maximizar la eficiencia de las vías vehiculares.

Imagen 116. Diagramación de repetición de 3 a 4 clústeres y separación entre ellos.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando las posibilidades de repetición que resultan de 3 y 4 clústeres, tanto en sentido longitudinal como perpendicular, se puede realizar esta misma repetición el número de veces que sea necesario y adaptándose a distintas dimensiones que pudieran tener los terrenos donde se implantarán los módulos.

Imagen 117. Diagramación de repetición de más de 4 clústeres y separación entre ellos.



Fuente: Elaboración propia.

El enfoque planteado para organizar clústeres en un territorio depende de las condiciones del terreno, tanto en su dimensión como en su dirección, esto puede resultar en variaciones de orientación tanto en módulos como clústeres para aprovechar la forma y área del terreno.

Imagen 118. Diagramación de variaciones en la orientación base de módulos y clústeres.

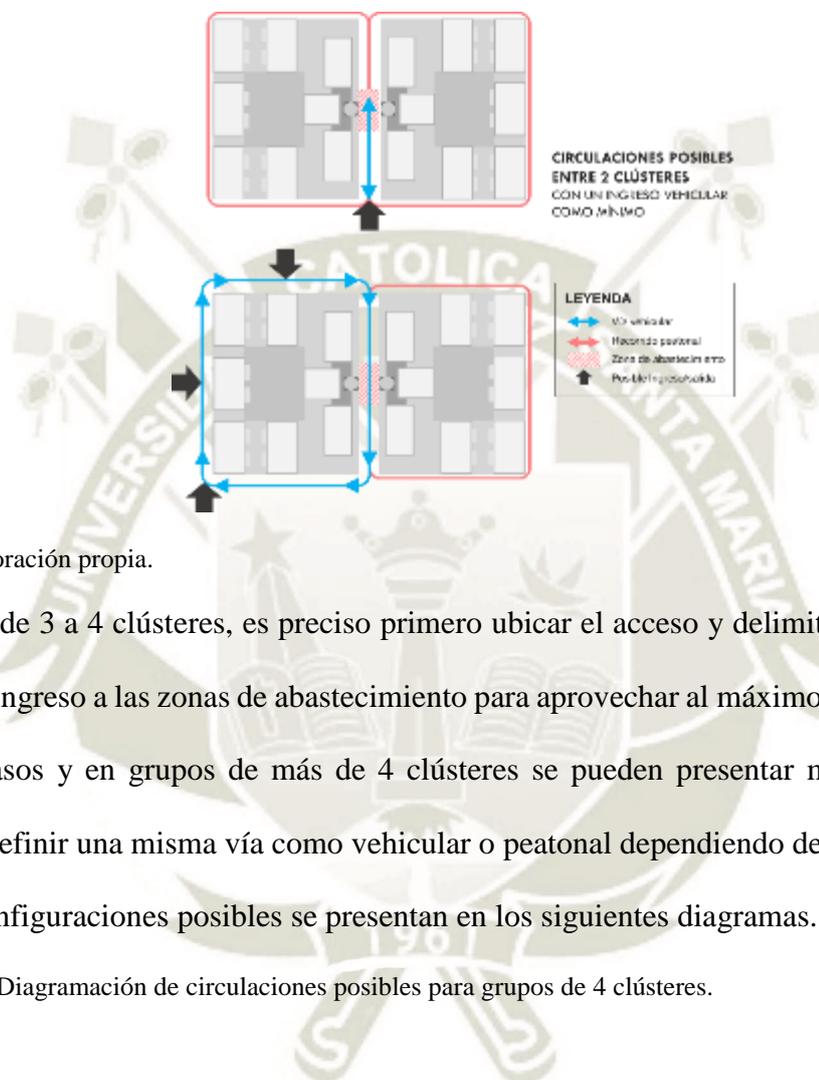


Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma que en el caso de la implantación de un solo clúster, existe la posibilidad de que las condiciones o dimensiones del terreno no permitan el ingreso de vehículos a las zonas de abastecimiento, para esto se pueden utilizar los mismos métodos utilizados en el caso anterior, designando zonas de clasificación de basura, y carga y descarga de víveres y materiales de construcción a un extremo o fuera del terreno de implantación, así como hacer uso de mangueras para camiones cisterna, con la excepción de que en este aspecto la mayoría

de mangueras tienen longitudes máximas de 40 metros, por lo que su uso se limitaría a grupos de un máximo de 2 clústeres, siendo recomendable para grupos de más clústeres delimitar vías y accesos para vehículos.

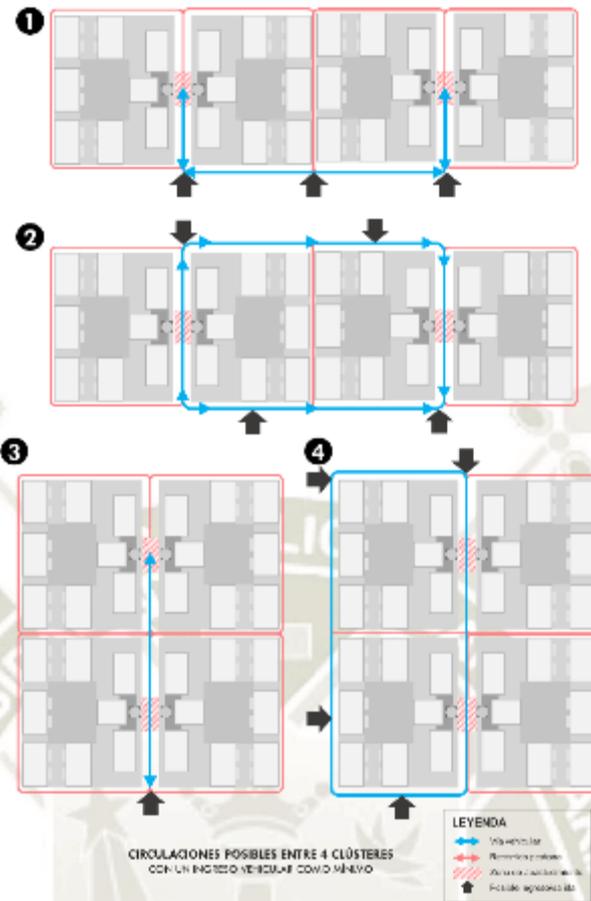
Imagen 119. Diagramación de circulaciones posibles para grupos de 2 clústeres.



Fuente: Elaboración propia.

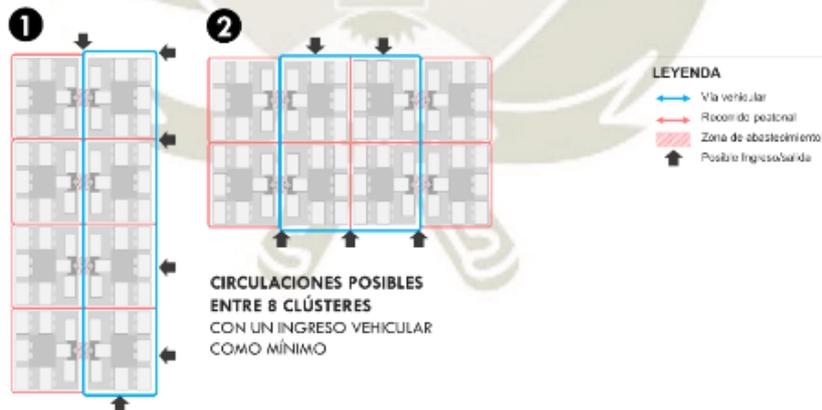
Para casos de 3 a 4 clústeres, es preciso primero ubicar el acceso y delimitar la vía más corta desde este ingreso a las zonas de abastecimiento para aprovechar al máximo el área del terreno, en estos casos y en grupos de más de 4 clústeres se pueden presentar muchas variaciones pudiendo definir una misma vía como vehicular o peatonal dependiendo del contexto, algunas de estas configuraciones posibles se presentan en los siguientes diagramas.

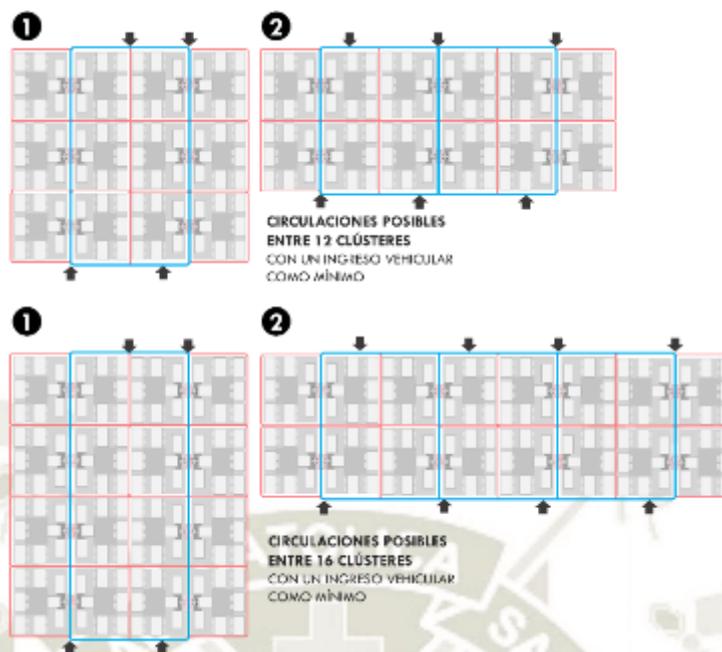
Imagen 120. Diagramación de circulaciones posibles para grupos de 4 clústeres.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 121. Diagramación de circulaciones posibles para grupos de más de 4 clústeres.

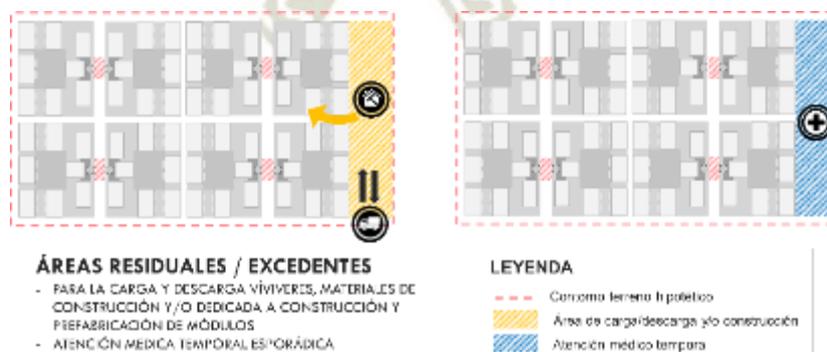




Fuente: Elaboración propia.

Por último, en caso de contar con áreas libres excedentes y/o que no sean aptas para la instalación de los refugios o módulos de servicios, estas podrán ser utilizadas como zonas esporádicas de carga y descarga de víveres o materiales de construcción, zonas especializadas para la prefabricación de elementos durante el proceso constructivo como muros, plataformas de madera, etc. elementos que podrán ser transportados luego a los refugios o módulos de servicio para su construcción, o por último, podrán ser utilizadas como zonas para la instalación de centros médicos de atención temporal.

Imagen 122. Diagramación usos posibles para áreas residuales en el terreno de implantación.

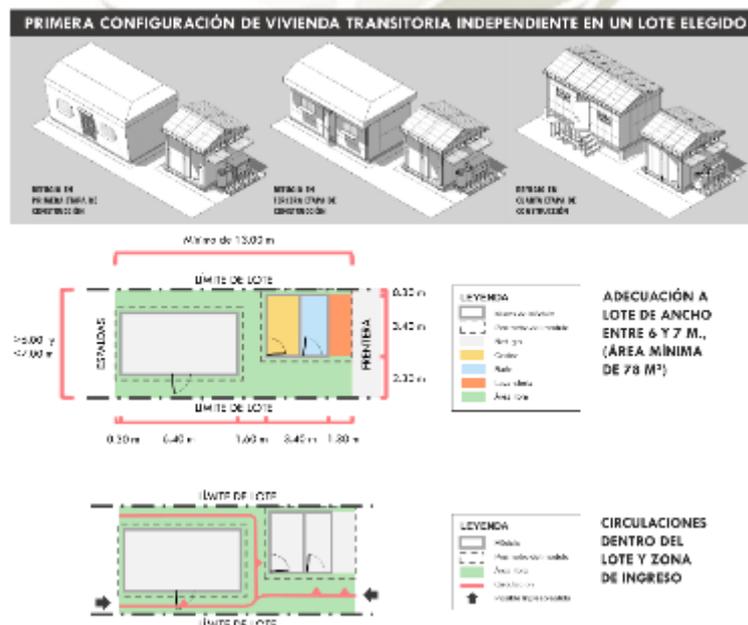


Fuente: Elaboración propia.

### 5.9. GRUPOS DE REFUGIO Y MÓDULO DE SERVICIO INDEPENDIENTE

Para viviendas independientes, los módulos de servicios deberán estar separados de los módulos de refugios con el fin de evitar la propagación de incendios, plagas, fugas de agua, etc. que puedan originarse en un módulo y afectar al otro, para esto se presentan dos configuraciones posibles, la primera de ellas en donde el módulo de vivienda y el módulo de servicios independiente se alinean a lo largo de un terreno angosto, esta configuración se plantea para un terreno entre 6 y 7 metros de ancho, ya que 6 metros es el frente mínimo para habilitaciones urbanas de lotes según la norma peruana, esta configuración tiene dos etapas, una temporal en donde se cuenta con una separación mínima de 1.30 metros desde la cara exterior de muros del refugio hacia ambos lados de su eje longitudinal, pues en estos muros se ubican la totalidad de vanos del refugio, esta separación crea dos pasillos uno frente al ingreso al refugio, pasillo que permitirá el acceso a la cocina, baño y lavandería, y un pasillo hacia el lado posterior del refugio cuya función principal es la de asegurar la ventilación cruzada e iluminación del refugio.

Imagen 123. Vistas isométricas y diagramas de la primera configuración de viviendas transitorias independientes.



Fuente: Elaboración propia.

Esta primera configuración se modifica en la etapa permanente, al requerir que los pozos de luz tengan un mínimo de 2.00 metros de lado, se recomienda alinear el módulo a un extremo del lote, sellar las ventanas ubicadas a este extremo y de ser necesario modificar los muros para instalar más vanos junto al área libre, paralelo a estas modificaciones, se pueden realizar también cambios en la distribución interna del módulo de refugio y dividirlo en dos ambientes. Esta modificación permite también la creación de huertos en este u otros espacios abiertos residuales siempre y cuando no se interrumpa las vías de circulación, así mismo, se hace viable la instalación de un tanque elevado de ser necesario.

Imagen 124. Diagramas de posibles ampliaciones a viviendas transitorias independientes.

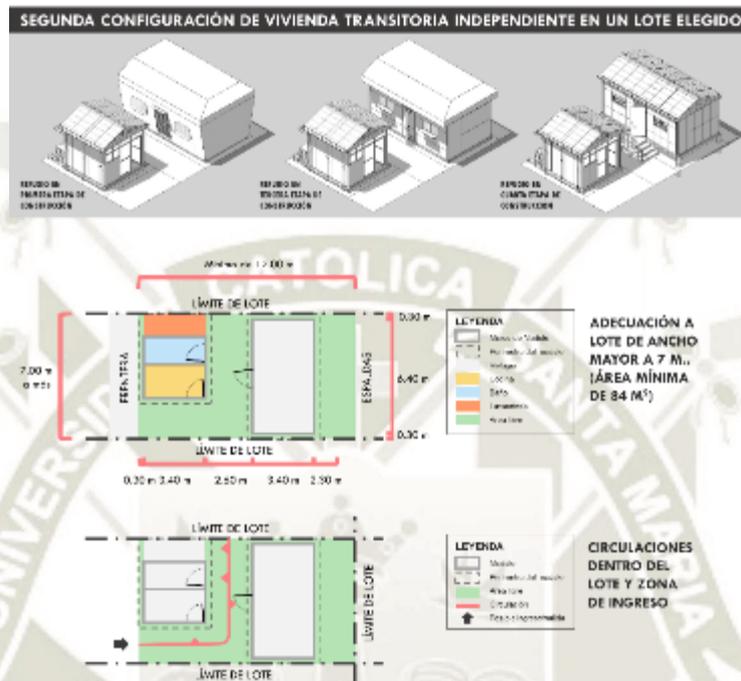


Fuente: Elaboración propia.

La segunda configuración se adapta a lotes de frentes mayores a 7 metros y su organización interna implica una separación mínima de 2 metros entre el refugio y el módulo de servicios, separación que se medirá entre las caras exteriores de los muros de ambos módulos, esta separación de 2 metros también será necesaria para la parte posterior del módulo de refugio y el límite del terreno y permitirá un pozo de luz o la instalación de un tanque elevado, los módulos de servicios se ubicarán de preferencia orientando el ingreso del baño y el ingreso al refugio a un pasillo común, resultando en una circulación fluida del refugio a cada uno de los tres ambientes del módulo de servicios. Esta configuración necesita un lote de dimensiones mayores que la primera, pero permite conservar la ventilación cruzada en el módulo de refugio,

en áreas residuales se puede aprovechar el espacio también para la instalación de huertos o mobiliario exterior siempre que se mantengan despejadas las vías de circulación.

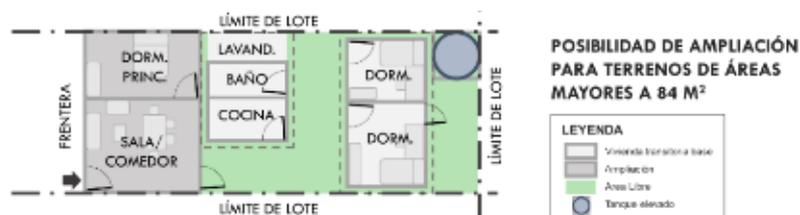
Imagen 125. Vistas isométricas y diagramas de la segunda configuración de viviendas transitorias independientes.



Fuente: Elaboración propia.

Existe la posibilidad de modificar el módulo de refugio y dividirlo en dos espacios al igual que la primera configuración, estas modificaciones pueden incluir también la creación de un ingreso al patio a espaldas del módulo de refugio, para la creación de huertos o para acceder a un posible tanque elevado.

Imagen 126. Diagrama de una posible ampliación a viviendas transitorias independientes en terrenos mayores a 84 m<sup>2</sup>.



Fuente: Elaboración propia.

Entre las dos configuraciones planteadas, la segunda es la más recomendada, pues posee un mejor acondicionamiento ambiental, a pesar de esto, es necesario en ambos casos considerar que la orientación del costado más largo del refugio este alineado o dirigido mayormente hacia el norte para aprovechar al máximo los rayos solares, este criterio puede ser el factor determinante entre elegir una u otra configuración.

En cuanto al servicio eléctrico, se recomienda realizar conexiones a la red eléctrica existente, estas estarán compuestas en su mayoría de tableros de distribución, tuberías y accesorios para las conexiones y cableado, puesta a tierra, tomacorrientes, interruptores y tomas de luz según sean necesarias para abastecer tanto al refugio como al módulo de servicios, en caso de no contar con esta conexión, se podrá utilizar un kit de batería, panel solar y 3 bombillas para el refugio de la misma forma que en los refugios temporales que forman parte de los clústeres, este kit se puede utilizar también para brindar iluminación a módulos de servicios de carácter independiente, ubicando bombillas a cada uno de los tres espacios que componen el módulo, en la cocina, en el baño y en la lavandería. Para el abastecimiento de servicio de agua potable y desagüe, también se recomienda realizar las conexiones necesarias a la red pública, en caso de no contar con acceso al servicio de agua potable, se podrán instalar tanques cisternas subterráneos de 1350 litros en conjunto con tanques elevados de 1100 litros por cada unidad de vivienda, existe la posibilidad de contar con acceso al servicio de agua potable de manera esporádica o a determinados momentos del día, en estos casos, solo se plantea un tanque elevado para dotar de servicio a la vivienda. Así mismo, en el caso de no contar con acceso a la red de desagüe, podrá instalarse un biodigestor de 700 litros con un pozo de lodos de 200 litros y un pozo de percolación de 1 metro de diámetro y 2 metros de profundidad.

Estos modelos presentan la culminación del proceso constructivo de vivienda transitoria por lo que este mismo proceso se utilizará en los refugios temporales al momento de ser transportados a su sitio de implantación permanente.

## 5.10. GRUPOS DE REFUGIOS CON MÓDULOS DE SERVICIOS INDEPENDIENTES EN AREAS LIBRES DESIGNADAS

Se plantea la posible ocurrencia de un tercer escenario en que se presenten dos desastres en simultáneo, uno que destruya parcial o totalmente las viviendas de un grupo de personas siendo inviable construir refugios en los terrenos afectados, y otro de carácter biológico que requiera la separación entre individuos y prevenga el contacto entre grupos de personas, tal como sucedió con la crisis de salubridad ocasionada por el COVID-19, en estos casos es recomendable no planificar viviendas con servicios comunitarios, por lo que se plantea como solución implantar varios refugios cada uno con un módulo de servicios independiente y disponerlos en zonas libres designadas como en el caso de clústeres de refugios.

Imagen 127. Agrupación de 4 refugios con servicios independientes alrededor de un tanque elevado y basureros con clasificación según tipo de desecho.

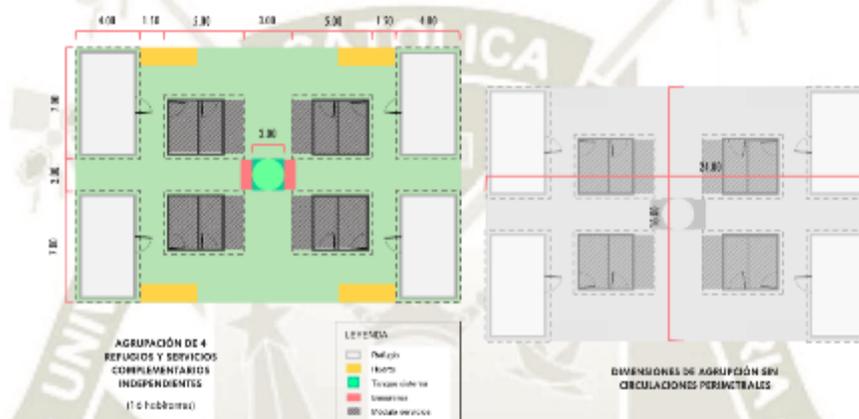


Fuente: Elaboración propia.

Este escenario, requeriría de un distanciamiento entre viviendas para evitar áreas de circulación muy concurridas, por otro lado la implementación de servicios de manera independiente a cada vivienda aumenta el costo de construcción para estos módulos de servicios tanto por la cantidad de instalaciones y aparatos necesarios, como de obras complementarias, para evitar un incremento elevado en la construcción de este modelo, se plantea que los módulos de servicios independientes compartan instalaciones de agua y desagüe, para esto se conectan los módulos

de servicio a un solo tanque elevado, lo mismo sucede en el sistema de alcantarillado planteado, para este se realizan las conexiones de desagüe necesarias hacia la red pública o a un solo biodigestor, este considerando el número reducido de núcleos familiares a los que sirva será de menores dimensiones que el planteado para los clústeres, aun así, al tener más aparatos sanitarios que el modelo de agrupación por clústeres y tener instalaciones más separadas entre sí, este modelo supone un gasto mayor.

Imagen 128. Distribución de agrupación de 4 refugios con servicios complementarios independientes.

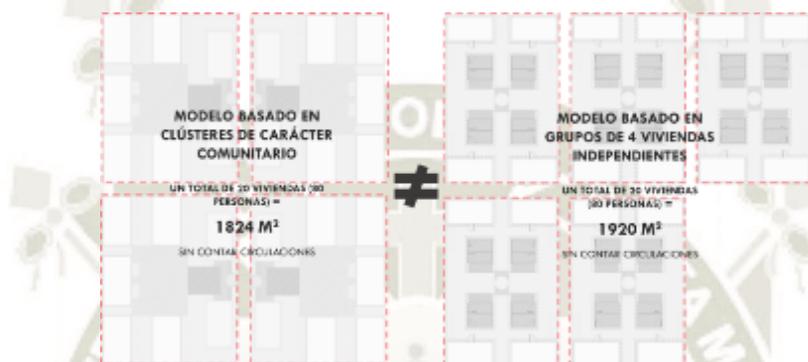


Fuente: Elaboración propia.

Este tipo de agrupación de viviendas independientes ha sido distribuida en un espacio de 16 metros de ancho y 24 metros de largo, resultando en un área de 384 metros cuadrados sin contar con circulaciones perimetrales, circulaciones que deberán ser de 3 metros de ancho para vías vehiculares y 1.50 metros para vías peatonales, esta área de 384 metros cuadrados supone un aproximado de 96 metros cuadrado por núcleo familiar, como punto de comparación, el espacio requerido para un clúster de 5 refugios de carácter comunitario tiene un ancho de 19 metros y un largo de 24 metros, resultando en un área de 456 metros cuadrados o que resulta en un aproximado de 91.20 metros cuadrados por núcleo familiar, con circulaciones perimetrales de 1.50 metros con excepción de accesos a zonas de abastecimiento que suponen vías vehiculares de 3.00 metros, al llevar esta comparación a una escala mayor, se estimó el área que ocupan 80 personas en ambos modelos, resultando en 1920 metros cuadrados en el modelo de viviendas independientes y 1824 metros cuadrados de viviendas comunitarias para un modelo basado en

clústeres, este cálculo evidencia que en términos de dimensiones espaciales, existe una diferencia notable en la magnitud o área total construida al plantear grupos de viviendas conformados por 80 viviendas en adelante, diferencia que en grupos menores no es tan notoria, siendo en ambos casos el factor más decisivo para decidir uno sobre el otro, el costo total de implantación.

Imagen 129. Diagrama de comparación entre modelos de implantación posibles.



Fuente: Elaboración propia.

## 6. IMPLANTACIÓN DE MÓDULOS EN EL SITIO MODELO

El terreno en particular fue elegido por tener un área bastante grande capaz de ubicar una gran cantidad de personas después de un desastre, al ser un espacio deportivo su topografía es regular, característica óptima para poder ubicar los refugios transitorios.

Imagen 130. Ficha técnica descriptiva del terreno.



Fuente: Elaboración propia.

El predio está delimitado principalmente por la avenida Miguel Grau y la calle Charcani, siendo esta última donde se ubican torres eléctricas marcando un límite a la Etapa 4 Zona C de la urbanización Almirante Miguel Grau, es preciso resaltar como límite a toda esta zona, la torrentera ubicada en el margen sur.

Imagen 131. Vista del estadio Almirante Miguel Grau con contexto cercano.



Fuente: Elaboración propia.

El predio en su estado actual posee principalmente un muro perimétrico de concreto y albañilería con dos grandes zonas diferenciadas, la loza deportiva de césped, rodeada por

grandes graderías techadas, una zona de control y depósito en una de sus esquinas y dos baños separados por género hacia la parte más alta del predio cerca al ingreso de la avenida Miguel Grau, y la segunda, una losa de concreto dividida en dos canchas parcialmente rodeada por graderías de menor dimensión a las anteriores sin techar, esta losa de concreto cuenta con una rampa de ingreso directo junto al acceso vehicular, y entre las graderías de las dos zonas se encuentra otro módulo de baños.

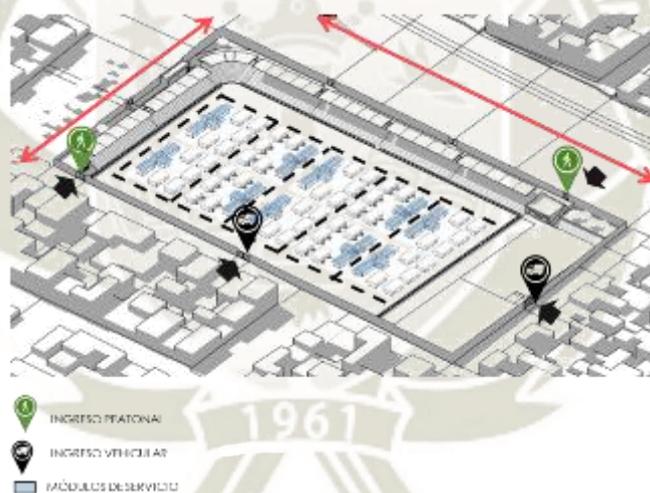
Se encuentra un desnivel entre la parte más alta ubicada en la intersección de la avenida Miguel Grau y la calle Charcani y la parte más baja, intersección de la calle Costa Rica y la calle Cuba de 7 metros de altura aproximadamente, desnivel amortiguado visualmente por graderías y un muro perimétrico, se presentan dos plataformas relativamente uniformes, la losa deportiva de césped y la losa deportiva de concreto presentando un desnivel entre ambas de menos de 50 centímetros de diferencia, en el caso de la losa deportiva de césped existe un desnivel menor al 1% desde su parte más alta a la más baja.

El predio como ya se ha mencionado previamente, se encuentra en un lugar con vías arteriales y locales en buen estado, asfaltado con veredas, bermas, existe una alameda central en medio de la avenida Miguel Grau que cuenta con mobiliarios y un buen sistema arbóreo esta es la vía principal para llegar al estadio, por lo que la disponibilidad de carros, buses y personas es bastante concurrida facilitando la accesibilidad a las personas que podrían ser ubicadas en este predio luego de un desastre, por otro lado existe una vía colectora la calle Charcani que se encuentra en estado deficiente al poseer tramos sin asfaltar y un área central repleta de desperdicios, desde camiones en abandono a basura en general.

El estadio cuenta con 7 ingresos, 5 de ellos peatonales y solo 2 vehiculares, uno ellos, ubicado en la calle Costa Rica, este permite el acceso directo al área verde del estadio en donde serán ubicados los módulos y el otro ingreso vehicular está orientado a la zona de las losas deportivas ubicado en la calle Cuba.

A partir de esto se procede a la definición de vías de acceso al terreno considerando a la avenida Miguel Grau y calle Charcani como vías principales con bastante afluencia de transporte podemos establecer ingresos necesarios por estas dos vías, se plantean 2 ingresos peatonales uno en la misma calle Charcani y otro en la calle Costa Rica cercano a la esquina con la avenida Miguel Grau, como el terreno sólo cuenta con dos accesos vehiculares, ambos serán utilizados, el primero por la calle Costa Rica solo para ingreso de camiones cisterna para el abastecimiento de agua y recolección de desechos, y el segundo ingreso por la calle Cuba será para el almacenamiento de materiales y víveres que podrán ser ubicados temporalmente en las zona de las losas deportivas.

Imagen 132. Ubicación de clústeres dentro del área libre del estadio Miguel Grau e ingresos vehiculares y peatonales.



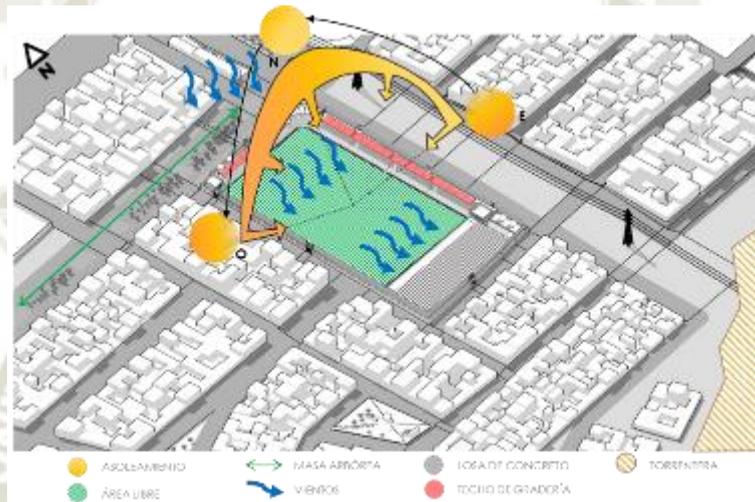
Fuente: Elaboración propia.

En la configuración de los módulos se crean 3 calles perpendiculares al campo deportivo contando con una separación generosa hacia el perímetro de los clústeres de para permitir el ingreso y espacio de maniobra de vehículos hacia la calle Costa Rica y evitar la sobra de las cubiertas de graderías hacia las calles Charcani y Miguel Grau.

Las condiciones ambientales de la ciudad de Arequipa varían dependiendo de la zona y contexto inmediato, tanto por la topografía como por cambios climáticos, presentándose durante la mayor parte del año una alta radiación solar en las mañanas y sensación de frío en

zonas con sombra o en la noche, esto se da principalmente por la baja humedad en el ambiente derivando en un clima desértico que varía principalmente entre diciembre y marzo, presentándose una temperatura promedio anual de 13°C con un alcance de 23°C en verano y hasta los 2,4°C en invierno en zonas periféricas.

Imagen 133. Vista del estadio Almirante Miguel Grau y diagramación de principales factores climáticos del entorno.

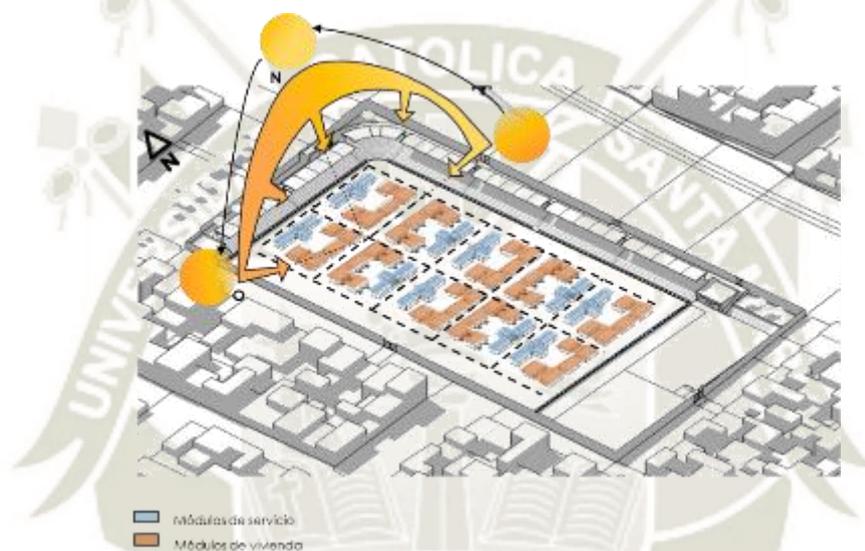


Fuente: Elaboración propia.

Se cuenta con una gran área verde ideal para incrementar la sensación de humedad del ambiente y absorber grandes cantidades de agua en temporadas de lluvia, evitando inundaciones, sin embargo, esta no se encuentra bien mantenida, mostrándose grandes zonas en donde el césped ha dejado de crecer, daño ocasionado principalmente por albergar actividades ajenas al deporte con frecuencia, en lugar de la actividad para la que fue diseñado este espacio, esta área verde suele crecer parcialmente en temporadas de lluvia pero se recomienda tratar esta superficie previamente al plantear la instalación de refugios sobre esta, este tratamiento puede realizarse plantando más áreas verdes o bien la creación de canales para desviar el agua de lluvias y evitar inundaciones. Para la ubicación de los módulos se aprovecha la superficie ligeramente regular y el césped donde este esté presente para la colocación de módulos pues estos factores disminuyen el riesgo de inundación ante lluvias intensas y permiten la nivelación y construcción de elementos arquitectónicos a alturas homogéneas. Se toma en cuenta una

orientación de refugios de viviendas con su eje longitudinal paralelo al norte para poder aprovechar el sol y los vientos que provienen de norte, esta ubicación también permite un mayor aprovechamiento de radiación solar para paneles solares ubicados sobre los módulos de servicios y orientados al norte. Se emplazará una primera hilera de módulos de servicios hacia el extremo norte para evitar que la sombra de las graderías impacte en los refugios.

Imagen 134. Ubicación de clústeres dentro del área libre del estadio Miguel Grau y orientación según condiciones climáticas.



Fuente: Elaboración propia.

El estadio Almirante Miguel Grau cuenta con acceso a servicios de agua potable, alcantarillado, alumbrado público, acceso a conexiones de la red eléctrica, así como vías asfaltadas con excepción de tramos en la calle Charcani y veredas debidamente dimensionadas, aun así, debido a irregularidades en los pagos del servicio de agua potable, este servicio fue restringido hace ya varios años, lo que inhabilita el uso de las instalaciones sanitarias en el predio, además no se le ha dado mantenimiento a estas instalaciones por lo que se encuentran en mal estado tanto conexiones como aparatos sanitarios, por lo que se plantea el uso de tanques cisterna junto a tanques elevados, para evitar una sobrecarga a los sistemas existentes, en cuanto a conexiones de instalaciones eléctricas, se recomienda realizar las conexiones necesarias a la red eléctrica para brindar electricidad a los aparatos e instalaciones planteados de alto consumo

planteados como electrobombas o congeladores de calidad industrial. El predio se utiliza frecuentemente como feria itinerante en lugar de campo deportivo, en ella se instalan puestos de venta usualmente durante fines de semana por lo que ingresan carpas y vehículos a la losa deportiva, deteriorando la calidad del césped en zonas de alto tránsito junto al ingreso vehicular, para esto se tendrá que hacer un análisis de la calidad del terreno previa implantación de los módulos pues esa puede variar dependiendo de la fecha, la presencia de lluvias y la frecuencia de uso del estadio, este análisis se realiza con el fin de para verificar si es necesario plantar una mayor cantidad de césped, la creación de canales para dirigir el agua de lluvias o si no es necesario hacer obras complementarias.

## 7. GESTIÓN DEL PROYECTO

### 7.1. GESTION DE MATERIALES

A partir del análisis de materiales realizado se elaboró un cuadro básico resumen para la adquisición de materiales de primer o segundo uso, ya sean alquilados, comprados o donados:

Tabla 29. Cuadro resumen de materiales propuestos, características, método de adquisición y tratamiento necesario por tipo de material.

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	ADQUISICIÓN	TRATAMIENTO
Parihuelas de modelo americano o universal	Dimensiones: 1.20 m. x 1.00 m. x 0.15 m. de maderas de alta resistencia, como alternativa se podrán utilizar parihuelas de plástico de las mismas dimensiones.	Compradas o alquiladas, cuyo origen sean almacenes, el transporte de mercadería y/o bienes de auxilio ante desastres, recolectadas de distintas fuentes o producto de donaciones de origen nacional o internacional.	Se revisará la integridad de la madera, evitando defectos que afecten su constitución y para su aplicación se realizará un tratamiento a base de preservantes según productos químicos como barnices u otros recubrimientos, en caso de estar en contacto directo con el suelo o estar enterradas, se recubrirán con breca caliente u otro impermeabilizante.
Andamios metálicos normados tipo ACROW	Dimensiones de panel de andamio regular: 1.20 a 1.30 m. de ancho, 2.00 a 2.30 m. de alto con tubos de diámetros de 1 1/2" y espesores de tubo variable. Dimensiones de panel de andamio tipo pasamano: 1.20 a 1.30 m. de ancho, 0.90 a 1.10 m. de alto y diámetros de 1 1/2" con espesores de tubo variable. Largueros de 3 m. de largo	Comprados, alquilados o donados cuyo origen sea empresas especializadas en la comercialización de este material o del rubro de la construcción, así como donaciones de origen nacional o internacional.	Se revisará que no se encuentren marcas o señales de oxidación, que no existan abolladuras o perforaciones en los paneles de andamio así como en largueros o crucetas, en caso de encontrar marcas leves de oxidación se podrá realizar el mantenimiento necesario para evitar la degradación de los materiales y permitir un manejo seguro de los mismos.

	formados de tubos de 1 1/2" de diámetro y crucetas compatibles con los paneles de andamio elegidos.		
Tubos metálicos galvanizados	Dimensiones: largos de 3 a 4 metros según se requiera, con diámetros de 1", 1 1/4" o 1 1/2".	Compradas , alquiladas o donadas de empresas en el rubro de comercialización de andamios o estructuras metálicas.	Se revisará la integridad de los tubos, evitando abolladuras, perforaciones, marcas de óxido o degradación.
Grapas o abrazaderas para tubos de andamio	Dimensiones: variable según modelo de ángulo fijo o variable.	Compradas , alquiladas o donadas de empresas en el rubro de comercialización de andamios o estructuras metálicas.	Se revisará el funcionamiento adecuado de las grapas, verificando la resistencia del mismo para asegurar tubos entre sí y fijarlos en las direcciones o ángulos deseados.
Tubos de cartón	Dimensiones: 9.8 a 10cm de diámetro de largos mayores a 3 m.	Comprado o donado, proveniente de almacenes o comercios de la industria textil (telas, alfombras, cortinas, etc) papelera, o plástica, de origen nacional o internacional.	Se revisará la integridad del material pudiendo descartar partes del mismo que se encuentren en mal estado, se evitará perforaciones, plagas, cortes o deformaciones en el material elegido, de encontrarse alguno de estos defectos se deberá descartar el material.
Tela de polipropileno	Dimensiones: ancho mínimo de 3m. Con largo variable.	Comprado o donado, proveniente de fábricas o almacenes de este tipo de material así como de procesos de recolección del mismo en industrias agrícolas, mineras o de construcción.	Se revisará el material para evitar la presencia de plagas, perforaciones o desgarraduras en las fibras plásticas del material.
Cajas de frutas	Dimensiones: variable.	Compradas, alquiladas o donadas.	Se revisará la integridad del material y la presencia de astillas, plagas o defectos en la madera, descartando materiales en mal estado o en proceso de degradación.
Cajas de cerveza	Dimensiones: variable.	Compradas, alquiladas o donadas.	Se revisará la capacidad del material para soportar cargas similares al peso de una persona, evitando grietas o abolladuras que deformen el material.
Tableros de OSB	Dimensiones: 1.22 m. x 2.44 m. con espesores de 9 mm como mínimo	Comprados o donados.	Se revisará la integridad del material evitando perforaciones y abolladuras en el panel, presencia de humedad o plagas.
Lana de fibra de vidrio	Dimensiones: ancho de 1.20 m. con largos de 12 o 24 metros y grosores de 5 o 10 cm.	Comprada o donada.	Se revisará la integridad del material evitando la presencia de humedad.

Madera	Dimensiones: variable. Pertenece a los grupos A o B, según su densidad básica, provenientes de origen local o internacional pudiendo incluir pero no limitándose a tornillo, cedro, moena, pino radiata, etc.	Comprada, alquilada, reciclada o rescatada de la deconstrucción, desmantelamiento o demolición de edificaciones o proveniente de donaciones de origen nacional o internacional.	Se revisará la integridad de la madera, evitando defectos que afecten su constitución y para su aplicación se realizará un tratamiento a base de preservantes según productos químicos como barnices u otros recubrimientos, en caso de estar en contacto directo con el suelo o estar enterradas, se recubrirán con breca caliente u otro impermeabilizante.
--------	--	---	---

Fuente: PADT-REFORT/JUNAC (1984).

En el caso de materiales de madera se detalla en este cuadro los defectos visibles admisibles para maderas de uso estructural:

Tabla 30. Reglas de Clasificación de Madera.

<b>REGLAS DE CLASIFICACION VISUAL PARA MADERA ESTRUCTURAL</b>	
<b>DEFECTOS</b>	<b>TOLERANCIAS</b>
ABARQUILLADO	Se permite de forma leve, no mayor de 1% del ancho de la pieza.
ARISTA FALTANTE	Se permite en una sola arista. Las dimensiones de la cara y canto (espesor) donde falta la arista deberá ser por lo menos 3/4 de las respectivas dimensiones con la arista completa.
ARQUEADURA	Se permite 1 cm en cada 300 cm de longitud de la pieza o su equivalente: $H/L \leq 0.3\%$
BANDAS ANCHAS DE PARENQUIMA	No se permite a piezas que van a estar sometidas a esfuerzos de compresión.
DURAMEN QUEBRADIZO	No se permite.
ENCORVADURA	Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud de la pieza o su equivalente: $H/L \leq 0.3\%$
ESCAMADURA	No se permite en las aristas. Se permiten las caras si es paralela al eje de la pieza, de una profundidad menor que 1/10 del espesor y una longitud no mayor que 1/4 de la longitud total.
FALLAS DE COMPRESION	No se permite
GRANO INCLINADO	Se permite hasta una inclinación de 1/8 en cualquier parte de la pieza.
GRIETAS	Se permite con distribución moderada. La suma de sus profundidades medidas de ambos lados no deben exceder 1/4 del espesor de la pieza
MANCHAS	Se permite, garantizando que sean solo cambio de color, no relacionados con pudrición.
MEDULA INCLUIDA	No se permite.
NUDO ARRACIMADOS	No se permite.
NUDO HUECO	Se permite con un diámetro máximo de 2 cm o de 1/8 del ancho de la cara de la pieza, el que sea menor, máximo 1 por metro.

NUDO SANO	Se permite con un diámetro máximo de 4 cm o de 1/4 del ancho de la cara de la pieza, el que sea menor, máximo 1 por metro.
PERFORACIONES GRANDES	Se permite cuando su distribución es moderada y superficial. Máximo 3 agujeros en 100 cm, no pasantes ni alineados
PERFORACIONES PEQUEÑAS	Se permite cuando su distribución es moderada y cubren una zona menor que 1/4 de la longitud total de la pieza. Máximo 6 agujeros en 100 cm <sup>2</sup> no pasante ni alineados.
PUDRICION	No se permite.
RAJADURA	Se permite solo en un extremo y de una longitud no mayor al ancho de la cara de la pieza.
TORCEDURA	Se permite en una sola arista. Su magnitud no debe ser mayor que 1/300 de la longitud de la pieza.

Fuente: PADT-REFORT/JUNAC (1984).

## 7.2. SELECCIÓN DE MODELO PARA IMPLANTACIÓN

Para realizar los preparativos necesarios antes de proponer este tipo de módulos en un predio o terreno libre se debe cumplir con los siguientes criterios:

### **EN CASO DE ESCOGER UN LOTE O PREDIO DESTINO DEL CUAL LOS DAMNIFICADOS POSEAN TENENCIA:**

- Se determinará el estado del terreno para lo cual este no deberá contar con escombros, desperdicios o basura que impida la construcción de módulos.
- Se realizarán los trabajos necesarios para brindar seguridad al predio ante desastres de carácter natural, estos podrán incluir, pero no estarán limitados a: construcción de muros de contención, plantación de vegetación para forestar laderas colindantes o dentro del predio, canalización del cauce de torrenteras o quebradas colindantes, desquinche de bloques sueltos y rocas en zonas colindantes o dentro del predio, perfilación de taludes, implementación de obras de alcantarillado y canalización de desagües, nivelación del predio y direccionamiento de pendientes, etc.

- Se determinará como método de aplicación el de módulos de refugios junto con módulos de servicio complementarios independientes, para brindar a cada núcleo familiar afectado una vivienda funcional en el terreno de su propiedad.
- Se determinarán vías de circulación hacia y desde el terreno para abastecimiento de agua, víveres, materiales de construcción, asistencia médica, etc. de ser necesarias.
- Se comprobará el estado de la red de sistema de agua potable para abastecer al predio, en caso de no contar con esta, se propondrá la construcción de un tanque cisterna subterráneo para almacenamiento de agua con dotaciones que permitan el llenado del tanque un mínimo de dos veces por semana, para asegurar una adecuada presión del agua, se instalará una bomba y se acompañará el sistema con un tanque elevado, en caso de contar con acceso a la red de agua potable, se instalará un tanque elevado junto a una bomba conectados directamente a la red de abastecimiento de agua potable.
- Se comprobará el estado del sistema de alcantarillado para realizar las conexiones necesarias de los módulos a este, en caso de no contar con acceso a este sistema, se propondrá la instalación de un tanque biodigestor subterráneo el cual contará con una trampa de grasas, un pozo percolador y un pozo de lodos acorde a la cantidad de usuarios servidos.
- Se comprobará el estado del sistema de red eléctrica para realizar las conexiones necesarias de los módulos a esta, en caso de no contarse con esta conexión y no ser viable realizar trabajos de infraestructura de servicios de este tipo, se propondrá la aplicación de kits solares portátiles con baterías capaces de brindar iluminación artificial a 3 focos leds como mínimo durante 8 horas continuas, estos tendrán como objetivo principal acompañar en la implementación de refugios con carácter temporal, para casos permanentes, se recomienda realizar las conexiones necesarias para el

sistema de red eléctrico o la instalación de paneles fotovoltaicos con un mínimo de 2000 W/hora por día por núcleo familiar.

- Se determinará el modelo a utilizar en función del ancho del terreno, y la forma del mismo, pudiendo seguir cualquiera de los dos modelos propuestos para viviendas independientes, se determinará también, en caso de que el terreno lo permita, donde se ubicarán las zonas posibles de expansión de la vivienda para evitar en un futuro trasladar el módulo, de una posición a otra.
- Una vez adecuado el terreno y elegida la zona de intervención, se realizará un trazado de ejes para la implantación del módulo en su primera etapa de construcción, etapa que culminará con un módulo de refugio básico en concordancia con los planos y especificaciones propuestas.
- Una vez construido el módulo de refugio en su primera etapa, se construirá el módulo de servicios complementario independiente correspondiente al módulo, para esto se trazarán los ejes necesarios y se procederá con la construcción del módulo tomando en cuenta su relación con el terreno, circulaciones, asoleamiento y ventilación según especificaciones en los planos.
- Se procederá a la construcción de sistemas de soporte como tanques de agua, cisterna y/o elevados, biodigestores, etc. para brindar un adecuado funcionamiento al módulo de servicios independiente.
- Se procederá a mejorar el módulo a su segunda y/o tercera etapa de construcción según sea necesario o viable, acciones que culminarán con un módulo de refugio temporal y un módulo de servicios funcional junto a este según especificaciones en planos.
- Para la construcción del módulo de refugio en su cuarta etapa o su etapa de carácter permanente, se procederá a la nivelación del terreno, se cuidará que este tenga una pendiente apropiada para dirigir el agua pluvial y evitar inundaciones o pozas que

impidan la construcción del refugio, a su vez, se trazarán ejes para la excavación de zapatas y se realizarán excavaciones para la instalación de tuberías de agua potable y desagüe.

- Una vez realizados los trazos, se procederá a la excavación de zanjas, junto a la colocación, nivelación y apuntalamiento de pilotes para el llenado de concreto con  $f'c$  de  $175\text{kg/cm}^2$ , sobre estos cimientos se procederá a la construcción de carácter permanente según planos

**EN CASO DE ESCOGER UN LOTE O PREDIO DESTINO DEL CUAL LOS DAMNIFICADOS NO POSEAN TENENCIA:**

Se determinará si las condiciones permiten la implementación de módulos a base de clústeres comunitarios para lo cual se estudiará el nivel de salubridad de la población relacionada con problemas de salud de gran escala como epidemias u otros efectos externos que impidan a la población objetivo desarrollarse en entornos de carácter comunitario.

**a) En caso de permitir la construcción de módulos según modelo de clústeres comunitarios se procederá de la siguiente forma:**

- Se elegirán predios de manera preliminar que cumplan con los siguientes criterios: ser áreas libres en donde la propiedad del terreno no sea motivo de disputas, siendo de preferencia propiedades del gobierno, ser zonas fuera de riesgo o tener un riesgo mínimo con posibilidad de realizar trabajos de adecuación a corto plazo, tener el área adecuada para la cantidad de refugios planteados y encontrarse en un radio cercano a las zonas o viviendas afectadas para prevenir un gran desplazamiento de la población a zonas ajenas a ellos.
- Se elegirá un predio apto y se determinará el estado del terreno, de sus servicios o sistemas básicos como agua potable, alcantarillado y acceso a la red eléctrica. En caso de contar con acceso a sistemas básicos de servicios, se utilizarán las redes de agua,

desagüe o energía eléctrica existentes, en caso contrario se preverá la construcción de estas instalaciones como tanques elevados cisternas, biodigestores y fuentes alternativas de energía eléctrica acorde a la cantidad de personas a trasladar.

- Se analizarán los flujos probables desde y hacia el terreno y la capacidad de acceso al predio elegido, analizando ingresos y anchos de vía para personas y vehículos de transporte o abastecimiento. Basado en este análisis se determinará los ingresos vehiculares y peatonales principales, y en caso de contar con otros accesos se restringirán o habilitarán estos según sea necesario.
- Se calculará el número de clústeres necesarios según la cantidad de damnificados a reubicar temporalmente, determinando la cantidad de módulos de refugios y servicios necesarios.
- Se orientarán los módulos de acuerdo las condiciones climáticas del predio, favoreciendo una orientación de los vanos principales de estos hacia el norte y evitando elementos próximos que pudieran interrumpir el acceso de luz solar o corrientes de viento a los módulos.
- Se determinarán zonas de circulación para personas y vehículos entre módulos y clústeres, así como zonas de carga y descarga para materiales de construcción, víveres o bienes de primera necesidad, áreas de atención médica temporal o esporádica y zonas especializadas para la elaboración de elementos prefabricados de construcción.
- Se procede a hacer un trazado de ejes para la implementación de módulos en su primera etapa, para esto se seguirán las especificaciones planteadas en los planos, y para implementar servicios de primera necesidad se podrán utilizar baños portátiles, cocinas solares y otros elementos no intrusivos hasta la construcción de los módulos de servicios comunitarios especializados.

- Se construirán los módulos de servicios comunitarios considerando módulos de servicios higiénicos que incluirán lavatorios, inodoros y duchas según especificaciones de planos, y un módulo de cocina y lavandería comunitaria por cada clúster, así como instalaciones complementarias como tanques elevados, paneles solares, etc.
- Se modificarán los módulos de refugios mejorándolos hasta su segunda y tercera etapa en los rangos de tiempo especificados por cada etapa culminando en refugios funcionales de carácter temporal en conjunto con los servicios complementarios y áreas comunitarias por cada clúster.
- Se elegirá un terreno para la construcción permanente de viviendas, considerando una vivienda por cada núcleo familiar, pudiendo ser este, el mismo predio que fue previamente afectado por el desastre o uno designado por las autoridades para la reubicación de los damnificados. Para acondicionar este terreno se realizarán los trabajos necesarios para brindar seguridad ante desastres de carácter natural, estas obras podrán incluir, pero no estarán limitadas a: la construcción de muros de contención, plantación de vegetación para forestar laderas colindantes o dentro del predio, canalización del cauce de torrenteras o quebradas colindantes, desquinche de bloques sueltos y rocas en zonas colindantes o dentro del predio, perfilación de taludes, implementación de obras de alcantarillado y canalización de desagües, nivelación del predio y direccionamiento de pendientes, etc.
- Se procede al trazo de ejes para la cimentación y colocación de elementos estructurales del refugio, así como la ubicación de módulos de servicio complementarios.
- Se trasladarán los materiales necesarios de los campamentos temporales para la reutilización de estos en el refugio temporal, revisando la integridad de los mismos y asegurando su manejo adecuado en etapas de desarticulación de componentes y su transporte.

- Se construirán módulos de refugio en su etapa permanente junto a módulos de servicios independientes en los predios designados, siguiendo especificaciones de planos y determinando la ubicación de posibles ampliaciones.
- b) En caso de no permitir la construcción de módulos según modelo de clústeres comunitarios debido a una crisis de salubridad o a la necesidad de medidas de distanciamiento social, se procederá de la siguiente forma:**
- Se elegirán predios de manera preliminar que cumplan con los siguientes criterios: ser áreas libres en donde la propiedad del terreno no sea motivo de disputas, siendo de preferencia propiedades del gobierno, ser zonas fuera de riesgo o tener un riesgo mínimo con posibilidad de realizar trabajos de adecuación a corto plazo, tener el área adecuada para la cantidad de refugios planteados y encontrarse en un radio cercano a las zonas o viviendas afectadas para prevenir un gran desplazamiento de la población a zonas ajenas a ellos.
  - Se elegirá un predio apto y se determinará el estado del terreno, de sus servicios o sistemas básicos como agua potable, alcantarillado y acceso a la red eléctrica. En caso de contar con acceso a sistemas básicos de servicios, se utilizarán las redes de agua, desagüe o energía eléctrica existentes, en caso contrario se preverá la construcción de estas instalaciones como tanques elevados cisternas, biodigestores y fuentes alternativas de energía eléctrica acorde a la cantidad de personas a trasladar.
  - Se analizarán los flujos probables desde y hacia el terreno y la capacidad de acceso al predio elegido, analizando ingresos y anchos de vía para personas y vehículos de transporte o abastecimiento. Basado en este análisis se determinará los ingresos vehiculares y peatonales principales, y en caso de contar con otros accesos se restringirán o habilitarán estos según sea necesario.

- Se calculará el número de viviendas independientes necesarias según la cantidad de damnificados a reubicar temporalmente, determinando la cantidad de módulos de refugios y servicios independientes por cada vivienda.
- Se orientarán los módulos de acuerdo las condiciones climáticas del predio, favoreciendo una orientación de los vanos principales de estos hacia el norte y evitando elementos próximos que pudieran interrumpir el acceso de luz solar o corrientes de viento a los módulos.
- Se determinarán zonas de circulación para personas y vehículos entre módulos y clústeres, así como zonas de carga y descarga para materiales de construcción, víveres o bienes de primera necesidad, áreas de atención médica temporal o esporádica y zonas especializadas para la elaboración de elementos prefabricados de construcción.
- Se procede a hacer un trazado de ejes para la implementación de módulos en su primera etapa, para esto se seguirán las especificaciones planteadas en los planos, y para implementar servicios de primera necesidad se podrán utilizar baños portátiles, cocinas solares y otros elementos no intrusivos hasta la construcción de los módulos de servicios independientes por vivienda.
- Se construirán los módulos de servicios para cada vivienda realizando las conexiones necesarias entre estos y tanques elevados, así como otros sistemas de alcantarillado y conexiones a la red eléctrica según sea necesario.
- Se modificarán los módulos de refugios mejorándolos hasta su segunda y tercera etapa en los rangos de tiempo especificados por cada etapa culminando en refugios funcionales de carácter temporal independientes totalmente funcionales.
- Se elegirá un terreno para la construcción permanente de viviendas, considerando una vivienda por cada núcleo familiar, pudiendo ser este, el mismo predio que fue previamente afectado por el desastre o uno designado por las autoridades para la

reubicación de los damnificados. Para acondicionar este terreno se realizarán los trabajos necesarios para brindar seguridad ante desastres de carácter natural, estas obras podrán incluir, pero no estarán limitadas a: la construcción de muros de contención, plantación de vegetación para forestar laderas colindantes o dentro del predio, canalización del cauce de torrenteras o quebradas colindantes, desquinche de bloques sueltos y rocas en zonas colindantes o dentro del predio, perfilación de taludes, implementación de obras de alcantarillado y canalización de desagües, nivelación del predio y direccionamiento de pendientes, etc.

- Se procede al trazo de ejes para la cimentación y colocación de elementos estructurales del refugio, así como la ubicación de módulos de servicio complementarios.
- Se trasladarán los materiales necesarios de los campamentos temporales para la reutilización de estos en el refugio temporal, revisando la integridad de los mismos y asegurando su manejo adecuado en etapas de desarticulación de componentes y su transporte.
- Se construirán módulos de refugio en su etapa permanente junto a módulos de servicios independientes en los predios designados, siguiendo especificaciones de planos y determinando la ubicación de posibles ampliaciones.

## **8. FINANCIAMIENTO Y PRESUPUESTO**

### **8.1. FINANCIAMIENTO**

En materia legal para el financiamiento de módulos de vivienda ante la ocurrencia de desastres, solo existe una modalidad para módulos de carácter temporal que será la base para la adquisición y financiamiento de estos módulos en el marco legal de la Ley N° 30191 (Ley N° 30191. Ley que establece medidas para la prevención, mitigación y adecuada preparación para la respuesta ante situaciones de desastre. 9 de mayo del 2014), y bajo el decreto supremo N° 014-2014-VIVIENDA, que aprueba el procedimiento de entrega en calidad de donación de

módulos temporales de vivienda ante la ocurrencia de desastres (D. S. N° 014. Aprobación del procedimiento de entrega de módulos temporales de vivienda en calidad de donación. a cargo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 27 de agosto del 2014), la cual tiene como ámbito de aplicación todo el territorio de la república e implica la cuantificación de los damnificados para realizar un padrón mediante la coordinación del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y el SINPAD, lo cual derivará en la elección de un terreno para la reubicación de ser necesaria, cuya coordinación se llevará a cabo mediante la Oficina de Defensa Civil, el Programa Nuestra Ciudades del MVCS, la superintendencia Nacional de Bienes Estatales, COFOPRI y los gobiernos Regionales y/o Locales. A partir de estas disposiciones se realizará la financiación conforme al Decreto supremo N° 006-2013-VIVIENDA, que establece el procedimiento de entrega de módulos temporales de vivienda ante la ocurrencia de desastres que en cuanto a disposiciones complementarias finales expresa que todo el financiamiento de adquisición de estos módulos se financiará con cargo al presupuesto institucional del MVCS en el marco de las leyes anuales de presupuesto. (D. S. N° 006. Decreto Supremo Procedimiento de entrega de Módulos Temporales de vivienda ante la ocurrencia de desastres. 16 de abril del 2013).

## 8.2. PRESUPUESTO Y COMPARACIÓN CON OTROS MODELOS

La definición del presupuesto general para la construcción de los distintos tipos de módulos se realizó mediante la elaboración de un presupuesto referencial para los módulos de refugios, este presupuesto se calculó en base a las diferentes etapas del refugio, así como un cálculo único para la etapa permanente.

Tabla 31. Presupuesto de materiales para cada etapa de construcción del refugio transitorio.

ETAPA	Componente	Material	Cantidad	Costo unit.	Dimen. ml. / m2 / m3	Costo x ml / m2 / m3	Costo total	Deducible por reutilización
PRIMERA ETAPA	2 Cuerpos de andamios	Pata telescópica andamio (husillo nivelador/regulador)	8				S/. 800.00	S/. 800.00

		Panel o marco de andamio ACROW regular	4	Costo por cuerpo de andamio S/400				
		Panel o marco de andamio ACROW para pasamanos	4					
		Cruceta de andamio ACROW	2					
		Escalera de andamio	2					
	Soporte plataforma	Pata telescópica doble base regulable	10	S/. 6.00	-	-	S/. 60.00	S/. 60.00
	Uniones entre andamios	Tubo para larguero 1 1/2" de 3 metros	12	S/. 35.00	-	-	S/. 420.00	S/. 420.00
		Tubo para cruceta 1 1/4" o 1 1/2" de 4.40 metros	2	S/. 60.00	-	-	S/. 120.00	S/. 120.00
		Grapa o abrazadera de ángulo fijo	28	S/. 10.00	-	-	S/. 280.00	S/. 280.00
	Piso plataforma	Parihuela de madera para plataforma y literas	22	S/. 12.00	-	-	S/. 264.00	-
	Viga solera plataforma	Tabla de madera 2"x8"	-	-	14	S/. 15.00	S/. 204.00	-
		Tabla de madera 2"x10"	-	-	25	S/. 20.00	S/. 496.00	-
	Superficie de piso	Plancha de cartón 1x7mm o 2x5mm	-	-	17	S/. 2.50	S/. 43.50	-
	Estructura de techo de PVC	Tubo PVC Clase 10	-	-	34	S/. 6.00	S/. 206.40	-
		Accesorio PVC CODO 90°	12	S/. 7.00	-	-	S/. 84.00	-
		Accesorio PVC CODO 45°	8	S/. 7.00	-	-	S/. 56.00	-
		Accesorio PVC TEE	16	S/. 7.00	-	-	S/. 112.00	-
		Accesorio PVC YEE	24	S/. 7.00	-	-	S/. 168.00	-
	Tensor de estructura de PVC	Fleje textil	17	S/. 5.00	-	-	S/. 85.00	-
	Cobertura de techo	Lona impermeable	-	-	45	S/. 20.00	S/. 900.00	S/. 900.00
	Cobertura perimétrica	Lona impermeable con vanos	-	-	54.5	S/. 20.00	S/. 1,090.00	S/. 1,090.00
	Uniones entre elementos	Clavos, tornillos, tachuelas	10% de madera y cartón				S/. 100.75	
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>							S/. 5,489.65	S/. 3,670.00
SEGUND A ETAPA	Bastidores para paneles de muro	Tabla de madera para bastidor 2"x6"	-	-	37.6	S/. 18.00	S/. 676.80	
		Columna madera para bastidor 4"x4"	-	-	19.52	S/. 20.00	S/. 390.40	
		Columna madera para bastidor 2"x4"	-	-	58.56	S/. 12.00	S/. 702.72	

		Unión entre columna de bastidor 2"x4"	-	-	12	S/. 12.00	S/. 144.00		
	Superficie de muros	Tablero OSB 9mm 1.22x2.44m	30	S/. 35.00	-	-	S/. 1,050.00		
	Superficie de piso	Tablero OSB 9mm 1.22x2.44m	6	S/. 35.00	-	-	S/. 210.00		
	Aislante muros	Fibra de lana de vidrio e=9/10cm	-	-	41.35	S/. 18.00	S/. 744.30		
	Soporte cielo raso	Viga madera 2"x6"	-	-	12	S/. 18.00	S/. 216.00		
	Superficie cielo raso	Tubo cartón diámetro de 9,9/cm. de 3 metros de largo	60	S/. 5.00	-	-	S/. 300.00		
	Recubrimiento cielo raso	Tela polipropileno	-	-	35	S/. 20.00	S/. 700.00		
	Uniones entre elementos	Clavos, tornillos, tachuelas y perfiles galvanizados	10% de madera y cartón					S/. 338.99	
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>							S/. 5,473.21		
TERCER A ETAPA	Aislante cielo raso	Fibra de lana de vidrio e=5cm	-	-	17.4	S/. 10.00	S/. 174.00		
	Mobiliario	Parihuela	6	S/. 12.00	-	-	S/. 72.00		
		Tubo de cartón diámetro 9.8/10 cm	2	S/. 5.00	-	-	S/. 10.00		
		Caja de cerveza	4	S/. 15.00	-	-	S/. 60.00		
		Tablero OSB 9mm, 1.22x2.44	1	S/. 35.00	-	-	S/. 35.00		
	Vanos fijos para ventanas	Policarbonato alveolar 6mm	1	S/. 150.00	-	-	S/. 150.00		
	Ingreso	Puerta madera	1	S/. 300.00	-	-	S/. 300.00		
	Uniones entre elementos	Bisagras, perfiles y marcos de vanos	10% de vanos					S/. 45.00	
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>							S/. 669.00		
CUARTA ETAPA	Cimentación	Pilar de madera 8"x8" h=1.40 m.	-	-	8.4	S/. 60.00	S/. 504.00		
		Zapata de concreto f'c 175kg/cm2	-	-	0.65	#####	S/. 143.00		
	Plataforma de madera	Viga de 2"x6"	-	-	34.65	S/. 18.00	S/. 623.70		
		Viga de 3"x6"	-	-	19.6	S/. 22.00	S/. 431.20		
		Asiento de viga 2"x6"	22	S/. 12.00	-	-	S/. 264.00		
	Vano tipo guillotina	Ventana marco madera vidrio 6mm - 0.55x0.61	8	S/. 140.00	-	-	S/. 1,120.00		
	Canaleta	Tubo canaleta PVC 15cm	6	S/. 65.00	-	-	S/. 390.00		
		Tapa Canaleta PVC	2	S/. 8.00	-	-	S/. 16.00		
		Union Canaleta PVC	22	S/. 4.50	-	-	S/. 99.00		
		Codo Canaleta PVC	2	S/. 15.00	-	-	S/. 30.00		
		Union embudo canaleta PVC	1	S/. 25.00	-	-	S/. 25.00		
		Tubería canaleta PVC 4"	1	S/. 20.00	-	-	S/. 20.00		
	Tijeral	Viga de 3"x6"	-	-	40.8	S/. 22.00	S/. 897.60		
Viga de 3"x4"		-	-	7	S/. 18.00	S/. 126.00			

Correa soporte techo	Liston 2"x2"	-	-	64	S/. 4.00	S/. 256.00	
Superficie de techo	Calamina metálica galvanizada 22 mm 1.80 x 0.80	16	S/. 14.00	-	-	S/. 224.00	
Cumbrera polipropileno	Cumbrera 0.60x0.76	9	S/. 35.00	-	-	S/. 315.00	
Uniones entre elementos	Clavos, tornillos, etc.	10% de elementos				S/. 462.65	
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>						S/. 5,947	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>						S/. 17,579	S/. 3,670
<b>MANO DE OBRA POR AUTOCONSTRUCCIÓN + COSTO HERRAMIENTAS (10%)</b>						S/. 1,757	
<b>COSTO TOTAL (MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS)</b>						S/. 19,336	
<b>TOTAL MENOS DEDUCIBLE POR RETORNO DE MATERIALES</b>						S/. 15,666	

Fuente: elaboración propia.

Este cálculo permitió realizar una aproximación al costo por metro cuadrado del sistema propuesto, aplicándose tanto a módulos de refugio como módulos de servicios.

Tabla 32. Costo de metro cuadrado de sistema constructivo en refugios.

<b>CÁLCULO DE COSTO DE M2 PARA SISTEMA CONSTRUCTIVO</b>	
ÁREA CONSTRUIDA DE REFUGIO (M2)	22
COSTO TOTAL	S/. 19,336.91
COSTO POR M2	S/. 878.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Costo aproximado para módulos de servicios.

<b>CÁLCULO DE COSTO POR MÓDULOS DE SERVICIO</b>			
TIPO DE MÓDULO	ÁREA	COSTOxM2	COSTO TOTAL
MÓDULO DE SERVICIO INDEPENDIENTE	13.5	S/. 878.95	S/. 11,865.83
MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS	22	S/. 878.95	S/. 19,336.91
MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO	13.5	S/. 878.95	S/. 11,865.83

Fuente: Elaboración propia

A partir de este presupuesto general se realizó una comparación entre el costo por módulo propuesto y el costo de módulos temporales en experiencias pasadas a nivel nacional.

Tabla 34. Comparación de costos entre vivienda o refugio transitorio y un módulo temporal y una vivienda permanente convencionales.

<b>COSTO DE VIVIENDA TRANSITORIA CON MÓDULO DE SERVICIOS INDEPENDIENTE</b>		
TIPO DE MÓDULO	COSTO	ÁREA (M2)
MÓDULO DE REFUGIO TRANSITORIO	S/. 19,336.91	22
MÓDULO DE SERVICIOS INDEPENDIENTE	S/. 11,865.83	13.5
COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN DE VIVIENDA	S/. 31,202.75	35.5
<b>COSTO DE MÓDULO DE VIVIENDA TEMPORAL + VIVIENDA PERMANENTE</b>		
TIPO	COSTO	ÁREA (M2)
MÓDULO TEMPORAL DE VIVIENDA (NIÑO COSTERO 2017)	S/. 12,000.00	18
VIVIENDA PERMANENTE MINIMA DE 25m <sup>2</sup> A S/900Xm2	S/. 22,500.00	25
TOTAL	S/. 34,500.00	25

Fuente: Elaboración propia.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1. CONCLUSIONES

- La implementación de refugios transitorios permite asegurar que los damnificados ante desastres cuenten con una vivienda de carácter permanente al finalizar procesos de asistencia a los afectados, pues al estar planificada cada etapa de su desarrollo, se evitan

problemas comunes como cambios repentinos en cuanto a gestión, financiamiento o abandono por parte de las autoridades, obstáculos presentes en la implementación de refugios temporales convencionales.

- Es importante catalogar de manera preventiva terrenos posibles para la ubicación de módulos de vivienda post-desastre, considerando que estos se encuentren en cercanía a zonas de riesgo con el fin de evitar una movilización considerable de grupos vulnerables o damnificados, pero que, a su vez, estos terrenos no se encuentren dentro de zonas vulnerables ante desastres.
- Es importante contar con modelos, diseños y planes para la implementación de módulos de viviendas temporales o transitorias de manera preventiva, y que se adecuen a cada territorio en el ámbito nacional, para poder responder rápida y adecuadamente ante la falta de refugios post-desastres, pudiendo adaptar estos modelos a diferentes escalas de intervención.
- Es necesario considerar el uso de materiales de origen sostenible como elementos de construcción alternativos en la arquitectura contemporánea tanto de carácter temporal como permanente, mediante la implementación de prácticas de reciclaje, recolección o reutilización de materiales antes, durante y después de su empleo.
- Al diseñar módulos de emergencia post-desastre, se debe contemplar que exista la cantidad necesaria de materiales y herramientas para su construcción en el ámbito local, con el fin de evitar una dependencia o retraso en cuanto al transporte de materiales desde otras regiones o fuentes de carácter internacional, permitiendo a su vez una reducción de costos en cuanto a transporte y adquisición de los mismos.

## 9.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda una catalogación constante de las zonas de riesgo en la ciudad de Arequipa, así como una reubicación de la población vulnerable o la implementación de

obras para amortiguar los efectos de posibles desastres, especialmente en zonas cercanas a torrenteras o quebradas, pues estas suponen un mayor riesgo ante terremotos e inundaciones, desastres que a su vez pueden derivar en derrumbes, huaicos o deslizamientos.

- Se recomienda la creación de uno o varios modelos de implementación de refugios como estrategia preventiva para la ciudad de Arequipa, con el fin de evitar el desarrollo de concursos o planes apresurados que demoren el alcance de la asistencia brindada a los afectados.
- Se recomienda la catalogación de áreas libres como destino para albergar grandes números de refugios temporales o transitorios, para evitar la elección de predios de manera apresurada y las demoras posibles en procesos de financiamiento y adecuación del terreno.
- Se recomienda mejorar los procesos de reciclaje en la ciudad para permitir un mejor manejo de materiales reutilizables aptos para la construcción, así como la manufactura de materiales a partir de elementos reciclables de manera local.

## REFERENCIAS

- Hebel, D., Wisniewska, M. H., & Heisel, F. (2014). *Building from Waste: Recovered Materials in Architecture and Construction*. Berlin: BirkHauser.
- Salvalai, G., Imperadori, M., Lumina, F., Mutti, E., & Polese, I. (2017). *Architecture for refugees, resilience shelter project: A case study using recycled skis*. Politecnico di Milano. Milano, Italia: Elsevier. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317782>
- Abascal García, E. (2005). *Vivienda para situaciones de emergencia, sistematización de un procedimiento para la actuación en situaciones de emergencia*. Andalucía: Dirección General de Arquitectura y Vivienda.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *Perfil de Riesgo de Desastres para Perú*. Nota Técnica, Perú. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Perfil-de-riesgo-de-desastres-para-Per%C3%BA.pdf>
- Bazant, J. (1984). *Manual de Criterios de Diseño Urbano*. Mexico: Trillas .
- Carcelen, C. (2011). Desastre en la historia del Peru: climas, terremotos y epidemias en lima durante el siglo XVIII. *Investigaciones Sociales*. *Investigaciones Sociales*, 15(26), 97 - 113. Obtenido de <https://doi.org/10.15381/is.v15i26.7377>
- CENEPRED. (2013). *Resolucion Ministerial -Nª 222*. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros .
- CEPAL. (2018). *Situación de las estadísticas e indicadores de eventos extremos y desastres*. Buenos Aires.
- Clichevsky, N. (2000). *Informalidad y segregación urbana en America Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.

- Contreras, S. (s.f.). *www.canteraurbana.wordpress.com*. Obtenido de Reutilización de Escombros para Vivienda de Emergencia: <https://canteraurbana.wordpress.com/2014/09/11/re-utilizacion-de-escombros-para-vivienda-de-emergencia/>
- CRED. (2015). *The Human Cost Of Natural Disasters: A global perspective*. Centre for Research on the Epidemiology of Disaster.
- Davis, I. (1980). *Arquitectura de Emergencia*. Barcelona: Gustavo Gili.
- DFID, OCHA, Shelter Centre. (2010). *Shelter after disaster: Strategies for transitional settlement and reconstruction*.
- El Proyecto Esfera. (2011). *Proyecto Esfera carta humanitaria y normas minimas de Respuesta Humanitaria en caso de Desastres*. Londres, Reino Unido: Practical Action Publishing. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Publicaciones/2011/8206.pdf>
- Espinoza, O. (2008). *Los desastres naturales y la sociedad*. Revista médica electrónica.
- García Acosta, V. (1997). *Historia y Desastres en America LATINA*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina.
- Generalitat Valenciana. (2019). *Cuaderno de Comercio y Sostenibilidad: Economía Circular*. Valencia.
- Gobierno del Perú. (2013). *Decreto Supremo N° 006 Vivienda*. Lima, Perú: El Peruano.
- Highland, L. (2008). *Manual de derrumbes: una guía para entender todo sobre los derrumbes*. Reston: Servicio Geológico de los EE.UU.
- INDECI. (noviembre de 2006). <http://bvspers.paho.org/>. Obtenido de <http://bvspers.paho.org/>: [http://bvspers.paho.org/share/ETRAS/AyS/cursoa\\_desastres/diplomado/curso2/tema3.html](http://bvspers.paho.org/share/ETRAS/AyS/cursoa_desastres/diplomado/curso2/tema3.html)
- INDECI. (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Lima: INDECI.

- INDECI. (2009). Instituto Nacional de Defensa Civil. En M. G. Limo (Ed.), *Manual de conocimientos básicos para Comités de Defensa Civil y Oficinas de Defensa Civil* (pág. 20). Lima, Perú. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/download/2009/manualcomites2009.pdf>
- INDECI. (2011). *Manual de Estimación de Riesgos ante inundaciones fluviales*. Lima: INDECI.
- INDECI. (2015). *Compendio de Normas Legales SINAGERD*. Lima.
- INDECI. (2017). *Instalación y Gestión de Albergues temporales*. Lima: INDECI.
- INDECI. (2018). *Memoria Anual 2017*. Lima: INDECI.
- INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO (INGEMMET). (2014). *ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN AREQUIPA*. Tecnico , AREQUIPA.
- Itzep, I. L. (2015). *Arquitectura Berde y Sistemas de Certificación Aplicado a Edificaciones Sostenibles*. Guatemala.
- Jimenez, N. (2017). *Comparación de una vivienda mediante el sistema constructivo tradicional vs. modular ; y los posibles beneficios del sistema modular*. Santiago de Chile.
- Jodidio, P. (2015). *SHIGERU BAN. COMPLETE WORKS 1985 - 2015*. Taschen.
- Karrie, J. (2017). *ARCHITECTURE IN EMERGENCY: RE-THINKING THE REFUGEE CRISIS*. Istanbul. Obtenido de [https://www.architectmagazine.com/design/rethinking-the-refugee-camp\\_o](https://www.architectmagazine.com/design/rethinking-the-refugee-camp_o)
- Lopez, G. (23 de Febrero de 2015). *ABC Ciencia*. Obtenido de <https://www.abc.es/ciencia/20150223/abci-causa-terremotos-201502232012.html?ref=https:%2F%2Fes.wikipedia.org%2F>
- Luna, I., Miyake, R., & Ban, S. (2009). *Ban, S: Shigeru Ban: Paper Architecture* (Vol. 1). Rizzoli International Publications.

- Martinez García, A. (2016). *Arquitectura alternativa II: Construcción Low Cost. reciclar y construir con el desecho*. Valencia: Escuela técnica superior de Arquitectura.
- Mendoza, C. A. (2019). *Las medidas del Modulor en el espacio arquitectónico - caso: unidad de vivienda social en San Agustin de Cajas*. Huancayo.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento . (2015). *Procedimiento para la Entrega de Modulos Temporales de Vivienda en casos de Declaratoria de estado de Emergencia o en Situacion de Emergencia* . Lima : Diario Oficial El Peruano.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). *Lineamientos Básicos para asentamientos de emergencia*. Chile.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). *manual de criterios* . Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Desastres y Fenómenos naturales en el Perú: Gestión y Prevención ante los Riesgos*. Lima.
- Montoro, B., & Ferradas, P. (2005). *Reconstrucción y gestión de Riesgo: una propuesta metodológica*. Lima: Soluciones Prácticas - ITDG.
- Mora, D. (23 de 06 de 2012). A once años del terremoto en Arequipa. *RPP Noticias*.
- Naciones Unidas. (2009). *UNISDR Terminología sobre reducción del Riesgo de Desastres*. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres.
- Naciones Unidas. (2009). *UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Ginebra, Suiza: Estrategias Internacionales para la Reduccion de Desastres (ISDR).  
Obtenido de [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- Naciones Unidas, CEPAL. (2014). *Manual para la Evaluación de Desastres*. Santiago, Chile: CEPAL. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35894/S2013806\\_es.pdf?fbclid=IwAR1IFGDp4bOqfZ3UwSfQEfEq7qj1\\_T-7KVysW8gibw89eUotgKSWMbc2Ds](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35894/S2013806_es.pdf?fbclid=IwAR1IFGDp4bOqfZ3UwSfQEfEq7qj1_T-7KVysW8gibw89eUotgKSWMbc2Ds)

- Navaratnam, S., Ngo, T., Gunawardena, T., & Henderson, D. (2019). *Performance Review of Prefabricated Building Systems and Future Research in Australia*. Melbourne: Department of Infrastructure Engineering.
- O'Keefe, P. (1976). Taking the naturalness out of natural disasters. *Nature*, 566-567.
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Los desastres naturales y la protección de la salud*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Parra, A. Y. (2020). *Reducción del índice de heridas por desconocimiento hacia medidas preventivas contra huacos en Chosica mediante un adecuado diseño de la información*. Lima.
- Pinto, B. C. (2019). *Arquitectura y Diseño Sostenible, una revisión para una construcción más sostenible*. Barcelona.
- Presidencia del Consejo de Ministros . (2012, 20 de Mayo). *Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigables*. Lima: Diario Oficial El Peruano .
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2010, 18 de Diciembre). *Ley de creación del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres*. Lima: PCM Secretaria de Gobierno Digital . Obtenido de [www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/eventos-taller/taller-internacional-03y04-julio-2014/files/segundo-dia/04-Ley-Sinagerd-y-el-Planagerd.pdf](http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/eventos-taller/taller-internacional-03y04-julio-2014/files/segundo-dia/04-Ley-Sinagerd-y-el-Planagerd.pdf)
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2014). El sistema Nacional de Gestionn del Riesgo de Desastres. En *Estrategias de Impleentacion del Plan Nacional de Gestion de Desastres* (pág. 6). Lima. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-crea-el-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-de-ley-n-29664-605077-1/>
- Revista de Diseño, Arquitectura y Construcción . (2017). *Domus*, 31(182).
- Reyes, Ana Cecilia, Montilla, Argenis de Jesús, Castillo, Paola Germania, & Zambrano, Martha Narciza. (2017). *Amenaza, Vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales*. Journal of Science and Research.

- Richert, C. (2014). *Clark Richert*. Obtenido de <http://www.clarkrichert.com/drop-city>
- Romero, H. (5 de Abril de 2012). *Casas de Meudon, Jean Prouvé, Meudon, 1949*. Obtenido de Proyectos 7 / Proyectos 8: <https://proyectos4etsa.wordpress.com/2012/04/05/casas-de-meudon-jean-prouve-meudon-paris-1949/>
- Ros, J. M. (2015). *Arquitecturas de Emergencia : Cuestiones pendientes*. Madrid: Ediciones Asimétrica.
- Salas, J. J. (2016). *Propuesta de un Sistema Constructivo para vivienda social para las zonas andinas de Colombia*. Barcelona.
- Secretaria de Gestio del Riesgo de Desastres. (2010). *Ley del Sistema Nacional de Gestion del Riesgos* . Lima.
- Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *Servicio Geológico Mexicano*. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Vulcanismo.html>
- Shelter Centre. (2012). *Transitional Shelter Guidelines*. E.E.U.U: shirin.narymbaeva. Obtenido de [https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/20120522\\_tsg\\_onlinedoc\\_0\\_0.pdf](https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/20120522_tsg_onlinedoc_0_0.pdf)
- Shelters In Kobe, J. (2013). *TensiNet*. (TensiNet, Ed.) Obtenido de <https://www.tensinet.com/index.php/component/tensinet/?view=project&id=3891>
- Shu , W. (2012). *Imagining the House*. Zurich: Lars Müller Publishers .
- SINADECI. (2004). *Manual de Funcionamiento Centro de Operaciones de Emergencia Nacional*. Lima .
- SINAGERD, PCM, SGRD, CENEPRED, INDECI. (2014). *Plan Nacional de Gestion del Riesgo de Desastres*. Lima: Publimagen ABC sac. Obtenido de <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/PLANAGERD.pdf>

Soto Canales, M. (2013). *Arquitectura efímera de Emergencia, Perú, tradición y arraigo.*

Palermo: Facultad de Diseño y Comunicación.

U.S. Department of the Interior. (30 de Noviembre de 2016). *U.S. Geological Survey.* Obtenido

de <https://pubs.usgs.gov/gip/earthq4/severitygip.html>

Ursula, E., Neglia, I., Paredes, L., Mei lin, C., & Gamarra, L. (2012). *Plan de Acción*

*DIPECHO 2011 - 2012 en el Perú.* Lima: Socios DIPECHO 2011-2012 (Perú).

Valero, E. (2014). *Antropometría.* Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.

Vargas Ugarte, R. (1966). *Historia General del Perú.* Lima: Carlos Milla Batres.

Villalibre, C. (2013). *Concepto de Urgencia, emergencia, catástrofe y Desastre: Revisión*

*histórica y bibliográfica.* Oviedo. Obtenido de

<https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/17739/TFM%20cristina.pdf;jsessionid=CBDA97005E0EF2F9D676AD92FCBA700D?sequence=3>

Yu, Y., Long, E., Shen, Y., & Yang, H. (2016). *ASSESSING THE THERMAL*

*PERFORMANCE OF TEMPORARY SHELTERS.* College of Architecture and

Environment, Sichun University. China: Elsevier. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816323001>





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO: REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES: BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR: ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA

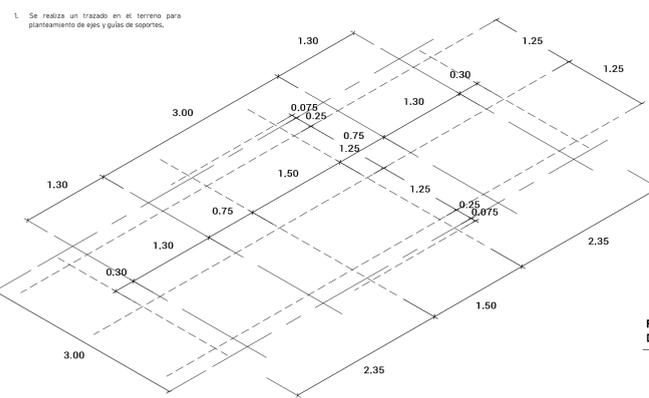
ESCALA: INDICADA

FECHA DICIEMBRE 2020

TÍTULO: PROCESO CONSTRUCTIVO MÓDULO DE REFUGIO - PRIMERA ETAPA

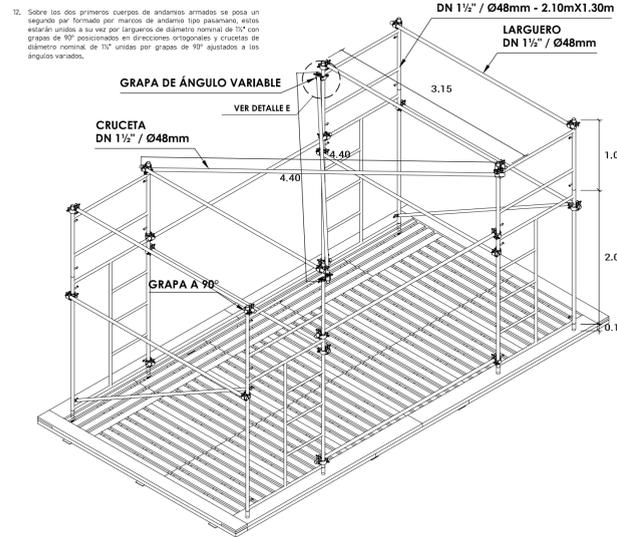
LÁMINA:

A-101



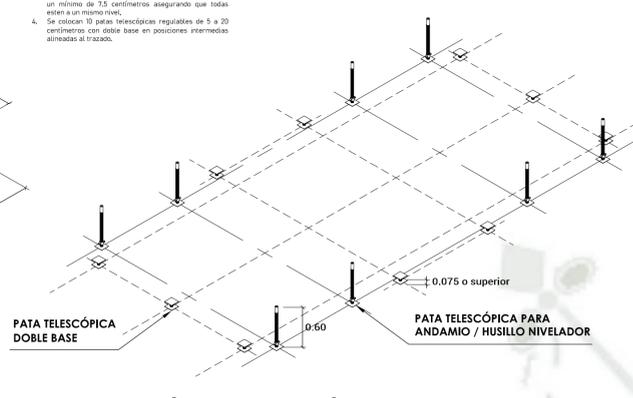
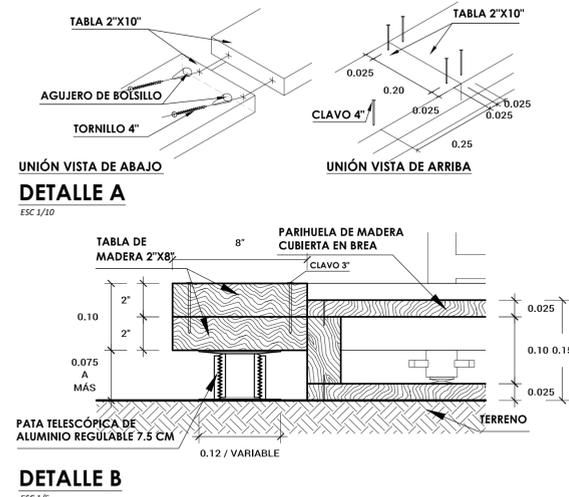
ISOMETRÍA DE TRAZADO DE EJES

ESC 1/50



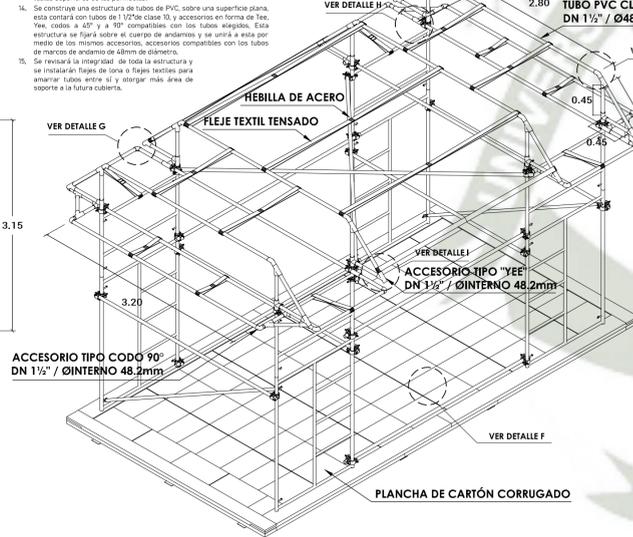
ISOMETRÍA DE COLOCACIÓN DE SEGUNDO CUERPO DE ANDAMIOS TIPO PASAMANO Y CRUCETAS

ESC 1/50



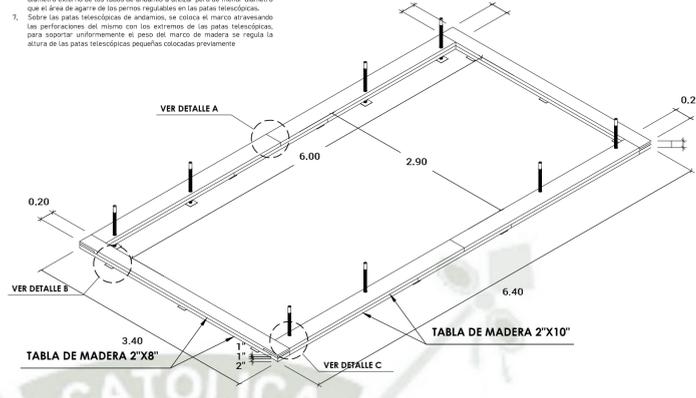
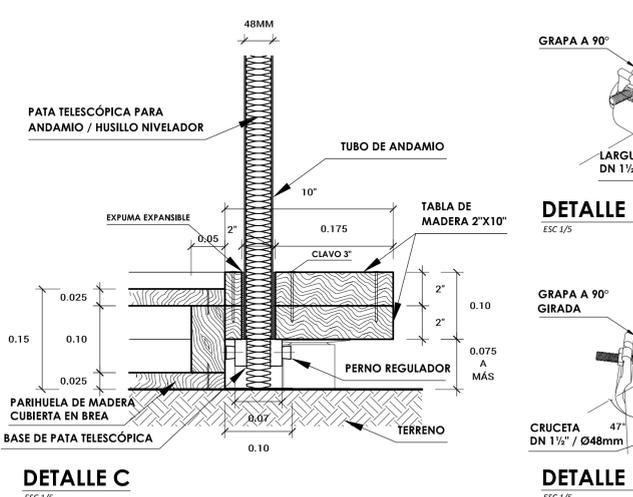
ISOMETRÍA DE UBICACIÓN DE PATAS TELESCÓPICAS ALINEADAS A EJES

ESC 1/50



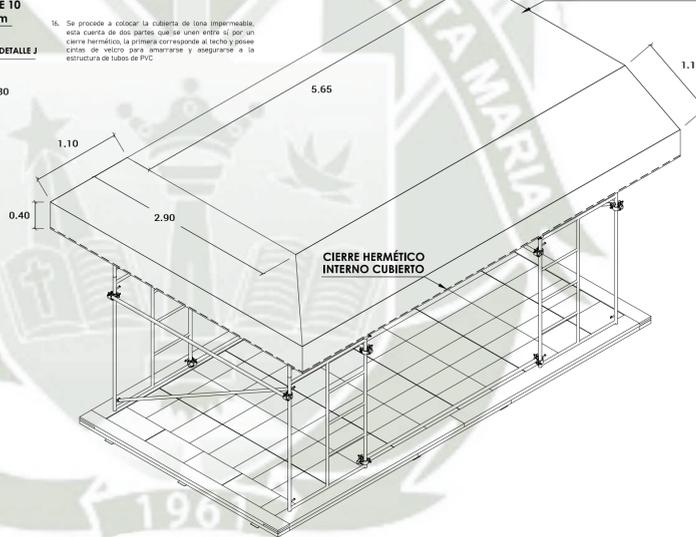
ISOMETRÍA DE INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA DE PVC PARA TECHO Y PISO DE CARTÓN CORRUGADO

ESC 1/50



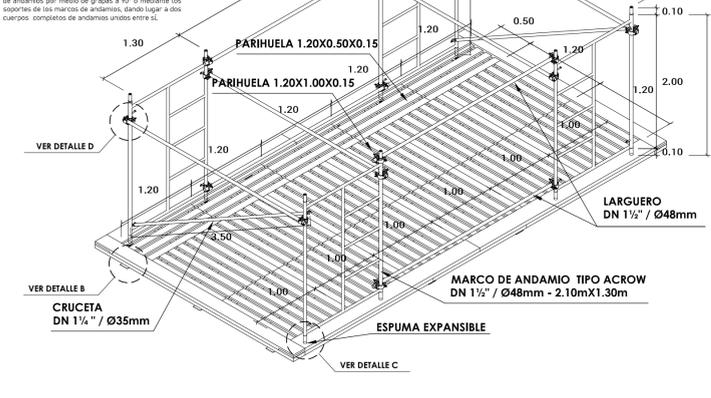
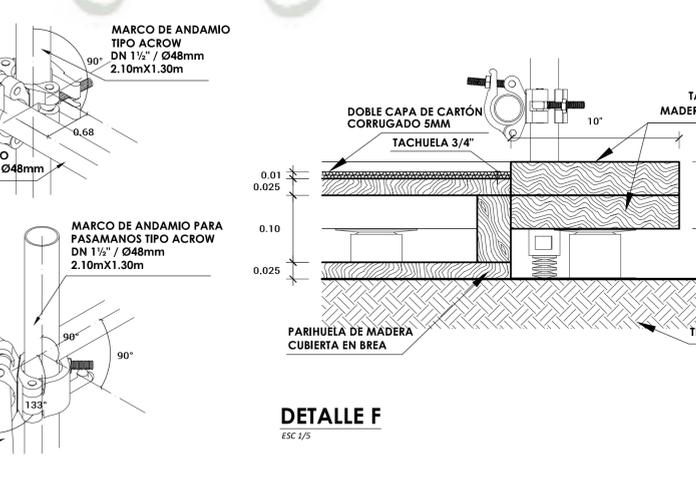
ISOMETRÍA DE COLOCACIÓN DE VIGAS SOLERAS PARA MARCO DE PLATAFORMA DE MADERA

ESC 1/50



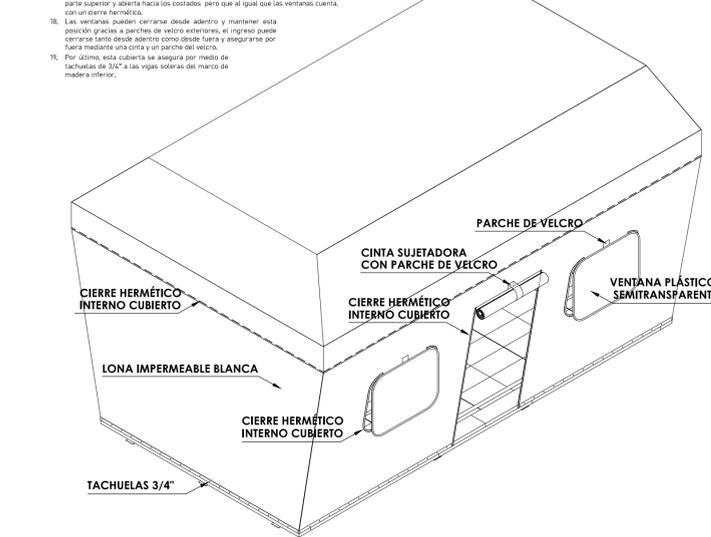
ISOMETRÍA DE COLOCACIÓN DE CUBIERTA IMPERMEABLE DE LONA PARA TECHO

ESC 1/50



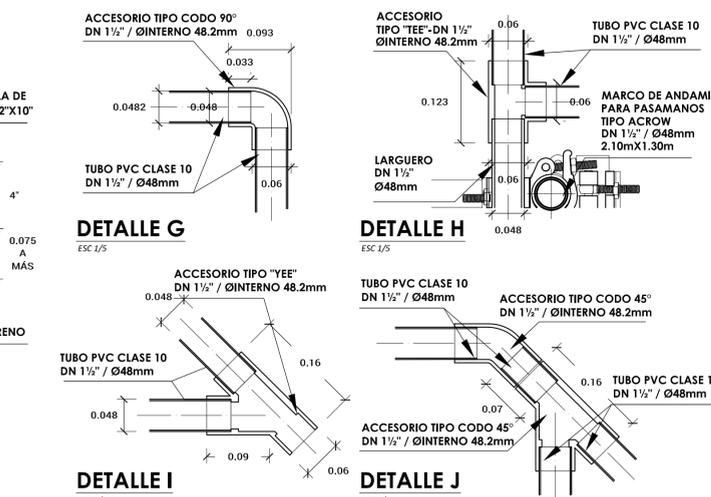
ISOMETRÍA DE COLOCACIÓN DE PRIMER CUERPO DE ANDAMIOS CON LARGUEROS Y CRUCETAS

ESC 1/50



ISOMETRÍA DE COLOCACIÓN DE CUBIERTA IMPERMEABLE DE LONA PARA MUROS -FINAL DE PRIMERA ETAPA

ESC 1/50



- 1. Se realiza un trazado en el terreno para el planeamiento de ejes y guías de soporte.
2. Se colocan 8 patas telescópicas para andamios de 30 a 35 cm de base y altura de 30 a 60 centímetros alineadas al trazado realizado previamente.
3. Se regula la altura del parno de las patas telescópicas a un mínimo de 7,5 centímetros asegurando que todas estén en el mismo nivel.
4. Se colocan 10 patas telescópicas regulables de 5 a 20 centímetros con doble base en posiciones intermedias alineadas al trazado.

- 5. Se arma un marco de madera formado por vigas soleras de 2" de grosor formando un grosor total de 4" según las dimensiones detalladas, estas vigas se unen entre sí por medio de arillos de bolsillo y tornillos de 4" para asegurarlo en dirección horizontal y clavos de 3" para fijarlos en dirección vertical.
6. A este marco de madera se realizan marcas alineadas a la posición de las 8 patas telescópicas de andamios, sobre estas marcas se realizan perforaciones circulares de 2" de diámetro o una dimensión mayor al diámetro exterior de los tubos de andamio a utilizar pero de menor diámetro que el área de agarre de los pernos regulables en las patas telescópicas.
7. Sobre las patas telescópicas de andamios, se coloca el marco al avanzando las perforaciones del mismo con los extremos de las patas telescópicas, para soportar uniformemente el peso del marco de madera se regula la altura de las patas telescópicas pequeñas colocadas previamente.

- 8. En el interior del marco de vigas soleras se colocan parihuelas de madera de 3,75 metros de alto, 1,20 metros de largo y variaciones de 100 a 320 metros de ancho, estas podrán ser recubiertas con una cubierta u otro impermeabilizante para superficies en contacto con la humedad del terreno. En caso de que esta plataforma de parihuelas no tenga una altura adecuada, se podrá colocar una segunda fila de parihuelas, estas solo se recubrirán con barniz para su correcta preservación.
9. Se ajustan los marcos de andamios para la base, estos se insertan en los agujeros realizados a la madera asegurándose a las patas telescópicas, se retira el espacio entre los marcos de andamios y el marco de madera con espuma expansible para evitar fricción entre ambos elementos.
10. Se unen los marcos de andamios por medio de largueros y crucetas, realizando 4 largueros paralelos entre sí a una altura de 1,825 metros desde el parno de las patas telescópicas, estos largueros serán la base para la construcción de listones elevados del piso a modo de canchales.
11. Todos los largueros y crucetas serán de tubos de diámetro nominal de 1 1/2" y se unirá a los marcos de andamios por medio de grupos de 90° o mediante los soportes de los marcos de andamios, dando lugar a los cuerpos completos de andamios unidos entre sí.

- 12. Sobre los dos primeros cuerpos de andamios armados se posa un segundo par formado por marcos de andamios tipo pasamano, estos estarán unidos a su vez por largueros de diámetro nominal de 1 1/2" con grupos de 90° posicionados en direcciones ortogonales y crucetas de diámetro nominal de 1 1/2" unidas por grupos de 90° ajustados a los ángulos variables.

- 13. Como acabado al piso y de manera provisional se instalarán paneles de cartón corrugado pudiendo ser este reciclado, se alinearán y calazarán estos paneles cortando y retirando excedentes, se podrá instalar una sola capa en caso de ser cartón de fondo superior o dos capas en caso de ser cartón de 5 mm o menos, estos paneles de cartón se fijarán por medio de tachuelas de 3/8" o 3/4" a las tablas superiores de las parihuelas.
14. Se construye una estructura de tubos de PVC, sobre una superficie plana, esta contará con tubos de 1 1/2" de clase 10, y accesorios en forma de Tee, Yee, codo de 45° y a 90°, compatibles con los tubos elegidos. Esta estructura se fijará sobre el cuerpo de andamios y se unirá a este por medio de los mismos accesorios, accesorios compatibles con los tubos de marcos de andamios de 48mm de diámetro.
15. Se revisará la integridad de toda la estructura y se instalarán flejes de lona o flejes textiles para amarrar tubos entre sí y dójirg más área de soporte a la futura cubierta.

- 16. Se procede a colocar la cubierta de lona impermeable, esta cubrirá a los paneles que están unidos entre sí por un cierre hermético, la primera corrección al techo y paredes de lona se hará por medio de un cierre hermético, se procederá a amarrar y asegurarse a la estructura de tubos de PVC.

- 17. La segunda parte cubre los muros y delimita el espacio interno del refugio, esta posee 4 ventanas formadas de un plástico semitransparente, este plástico está fijado a la parte superior de la lona dejando los otros tres lados libres para permitir una abertura, estos extremos se pueden cerrar gracias a un cierre hermético, como ingreso existe una puerta formada por una sección de la cubierta de lona fijada a la parte superior y abierta hacia los costados, pero que al igual que las ventanas cuenta con un cierre hermético.
18. Las ventanas pueden cerrarse desde adentro y mantener esta posición gracias a parches de velcro adheridos, el ingreso puede cerrarse tanto desde adentro como desde fuera y asegurarse por fuera mediante una cinta y un parche de velcro.
19. Por último, esta cubierta se asegura por medio de tachuelas de 3/4" a las vigas soleras del marco de madera interior.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

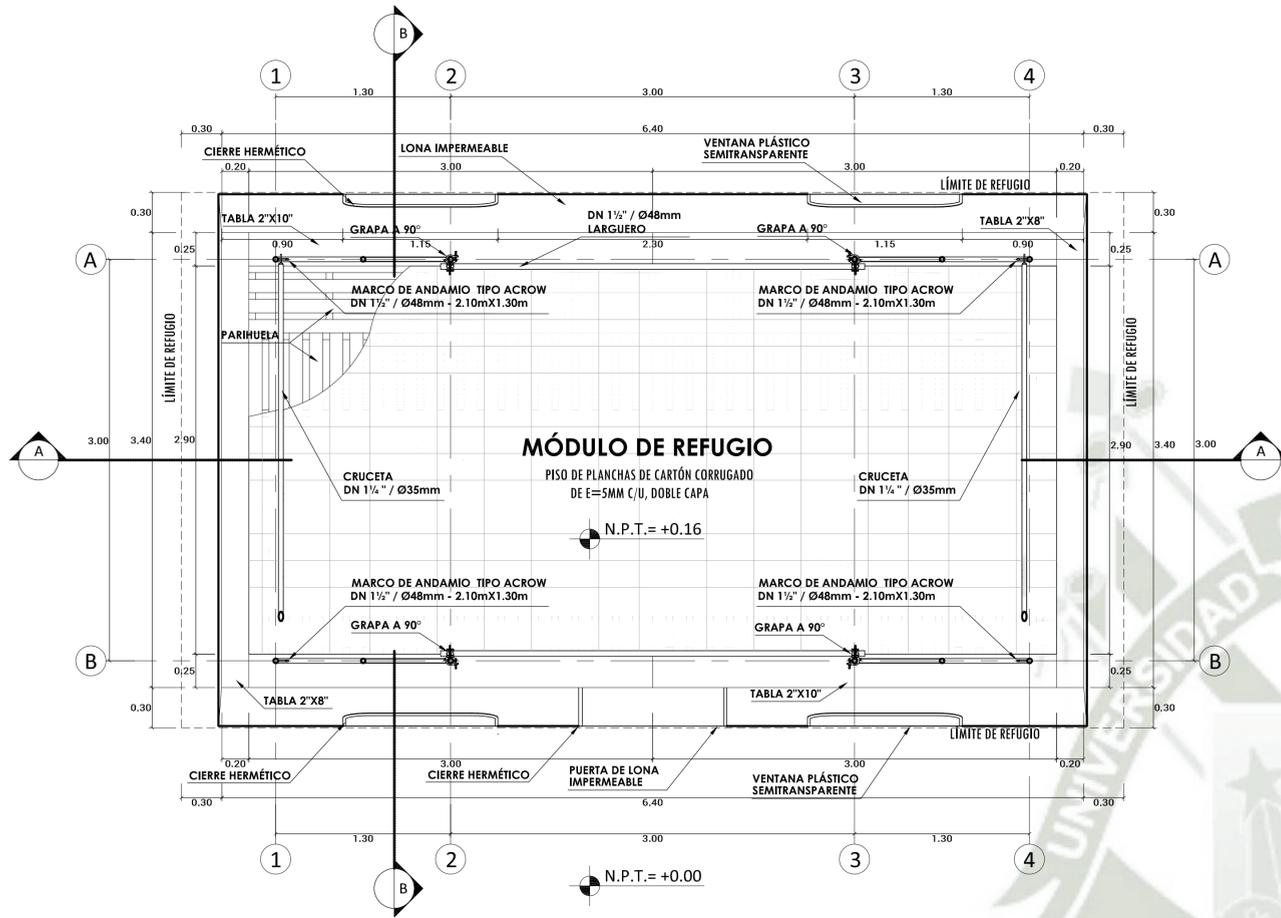
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

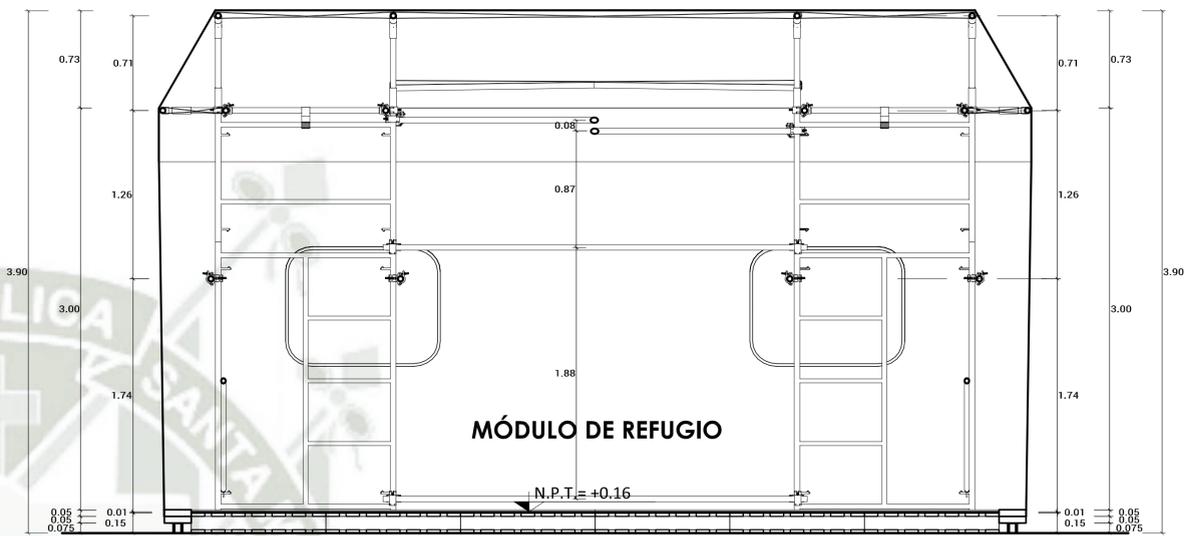
TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:



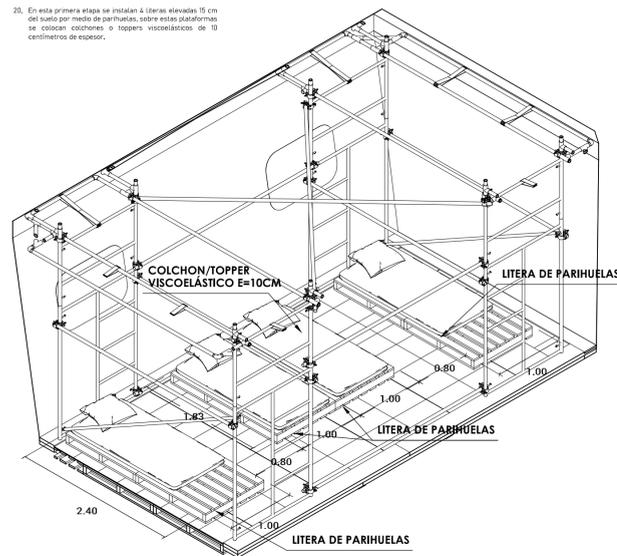
PLANTA DE MÓDULO DE REFUGIO EN SU PRIMERA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ESC 1/25



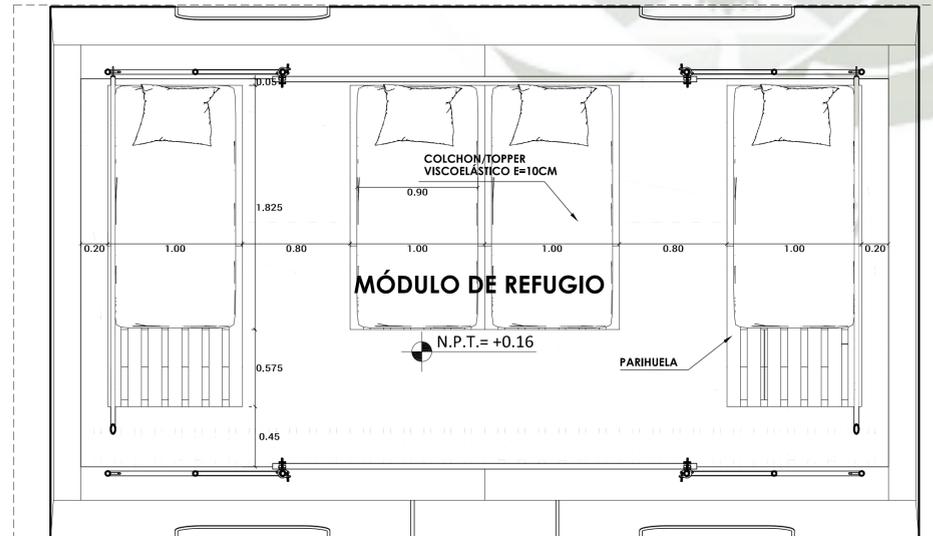
CORTE A-A'

ESC 1/25



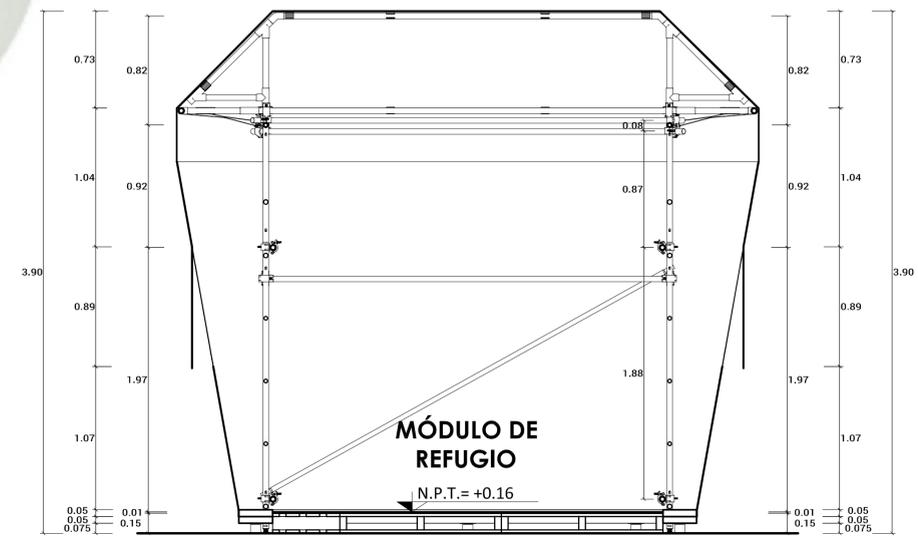
ISOMETRÍA INTERNA DE UBICACIÓN DE MOBILIARIO EN LA PRIMERA ETAPA

ESC 1/50



PLANTA DE MÓDULO DE REFUGIO AMOBLADO

ESC 1/25



CORTE B-B'

ESC 1/25

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
PROCESO CONSTRUCTIVO  
MÓDULO DE REFUGIO -  
PRIMERA ETAPA

LÁMINA:

A-102



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO: REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES: BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR: ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA

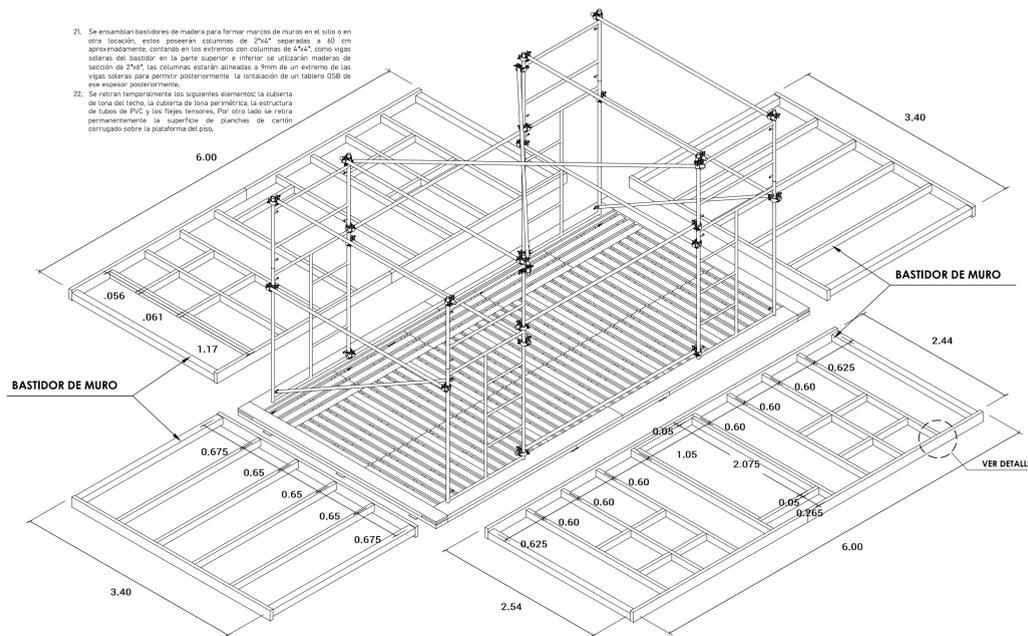
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2020

TÍTULO: PROCESO CONSTRUCTIVO MÓDULO DE REFUGIO - SEGUNDA ETAPA

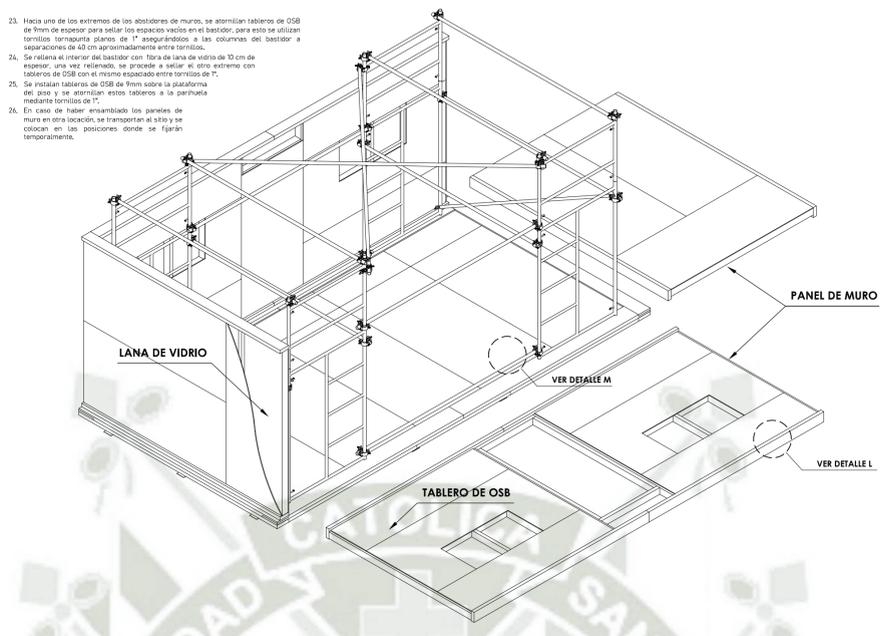
LÁMINA:

A-103



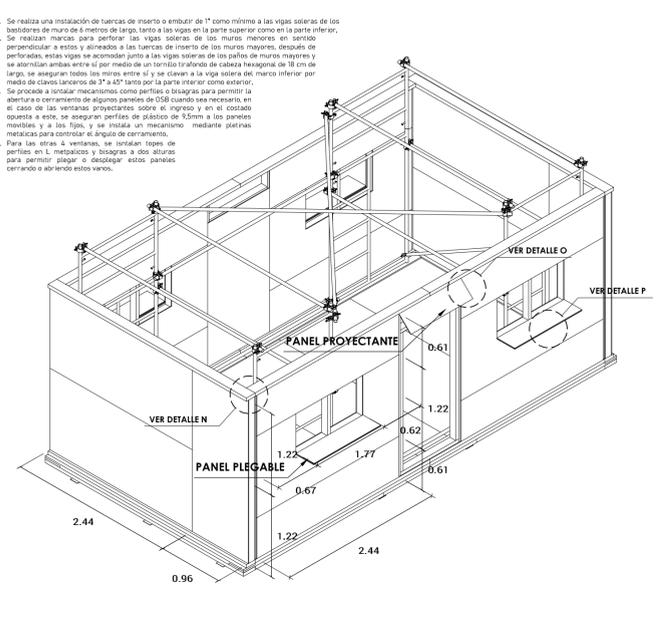
ISOMETRÍA DE CONSTRUCCIÓN DE BASTIDORES PARA MUROS PREFABRICADOS

ESC 1/50



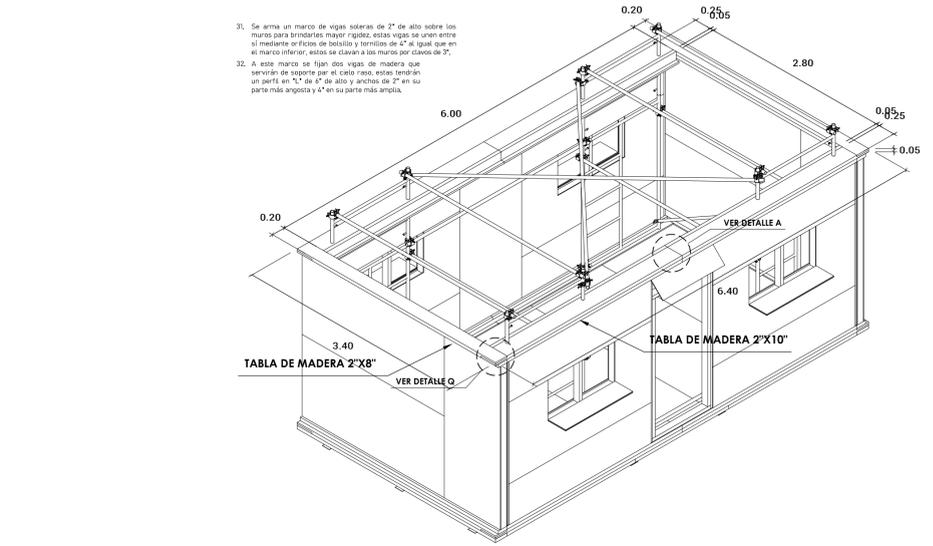
ISOMETRÍA DE SELLADO DE MUROS Y AISLAMIENTO PARA COLOCACIÓN SOBRE PLATAFORMA

ESC 1/50



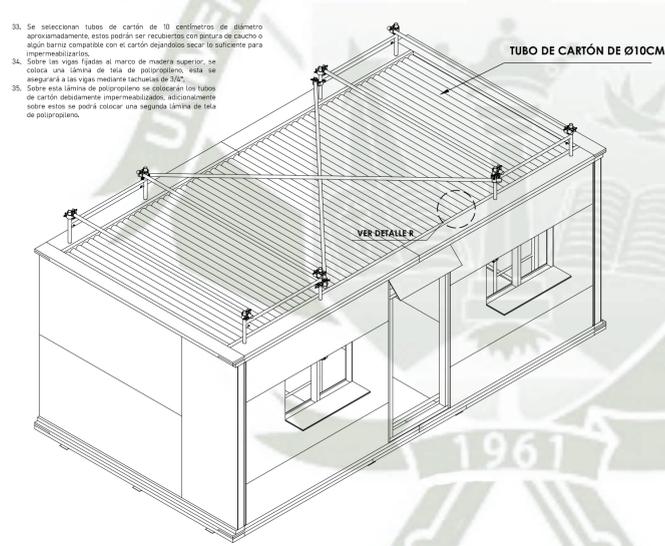
ISOMETRÍA DE FIJACIÓN DE MUROS A PLATAFORMA

ESC 1/50



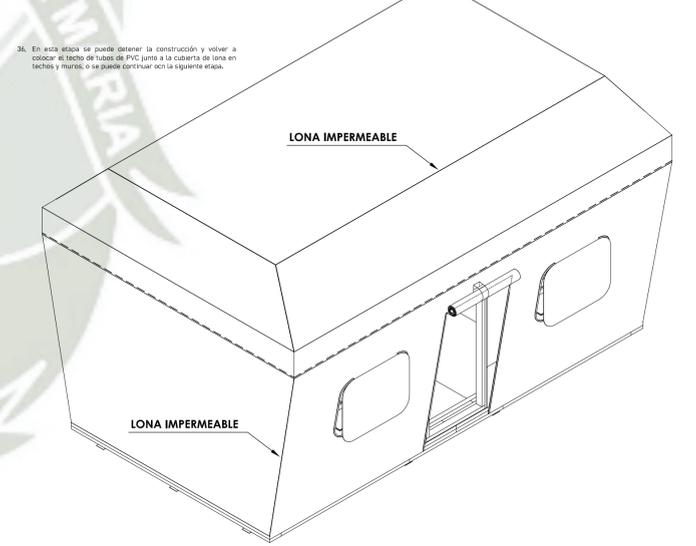
ISOMETRÍA DE INSTALACIÓN DE VIGA SOLERA SOBRE MUROS

ESC 1/50



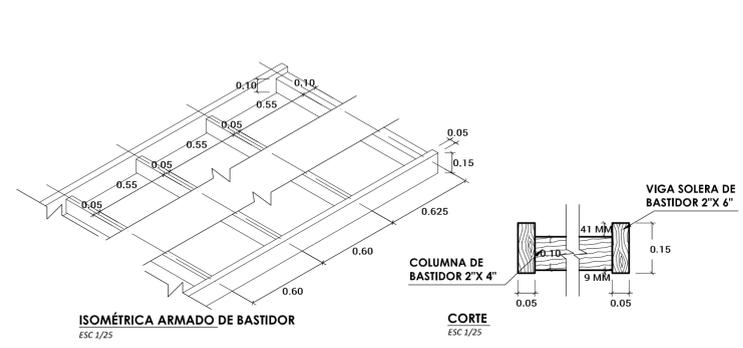
ISOMETRÍA DE INSTALACIÓN DE CIELO RASO

ESC 1/50



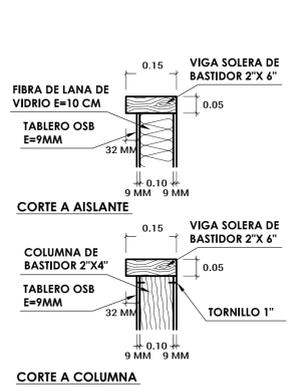
ISOMETRÍA DE REPOSICIÓN DE CUBIERTA - FINAL DE SEGUNDA ETAPA

ESC 1/50



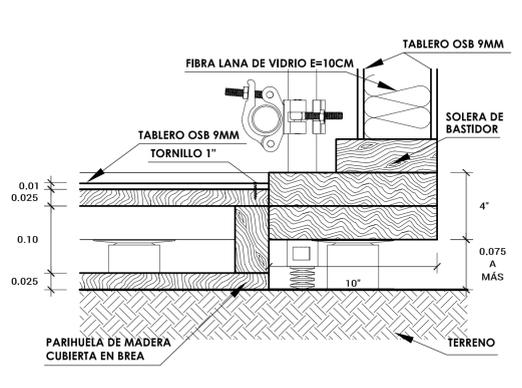
ISOMÉTRICA ARMADO DE BASTIDOR

ESC 1/25



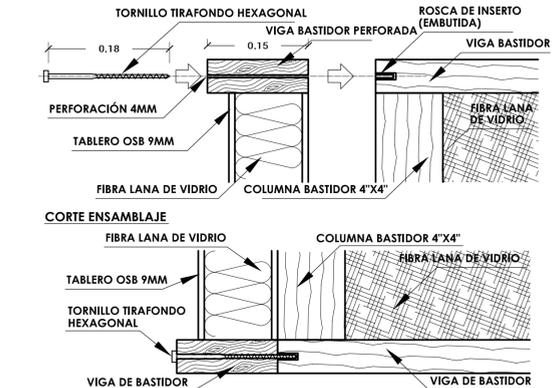
DETALLE K

ESC INDICADA



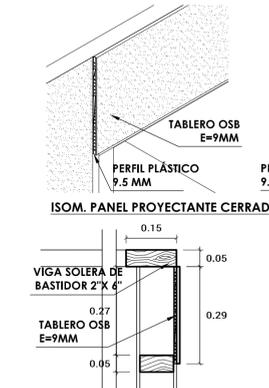
DETALLE L

ESC 1/10



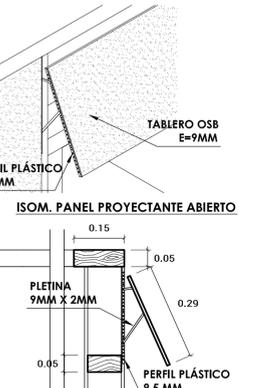
DETALLE M

ESC 1/5



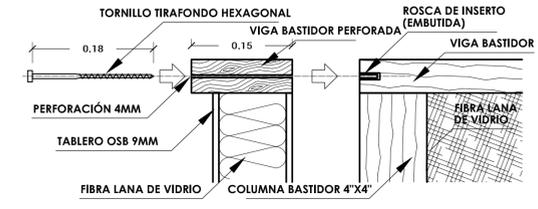
DETALLE N

ESC 1/5



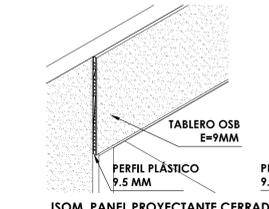
DETALLE O

ESC 1/10



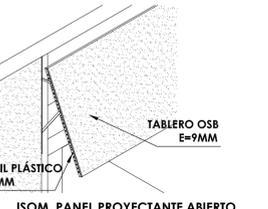
CORTE ENSAMBLAJE

ESC 1/5



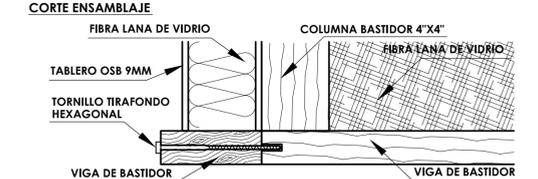
ISOM. PANEL PROYECTANTE CERRADO

ESC 1/5



ISOM. PANEL PROYECTANTE ABIERTO

ESC 1/5



CORTE TERMINADO

ESC 1/5



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO: REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES: BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR: ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA

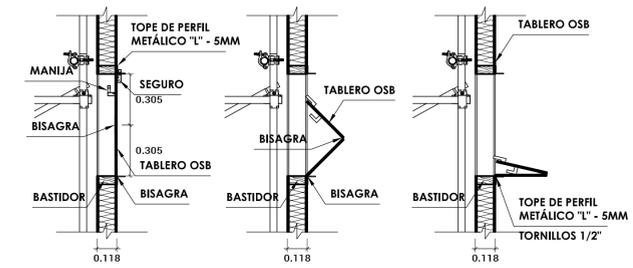
ESCALA: INDICADA

FECHA DICIEMBRE 2020

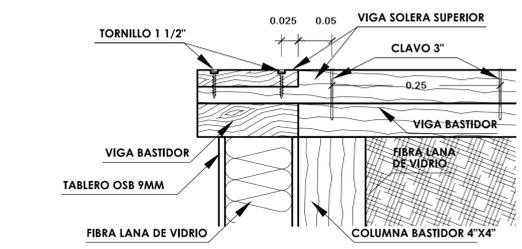
TÍTULO: PROCESO CONSTRUCTIVO MÓDULO DE REFUGIO - SEGUNDA ETAPA

LÁMINA:

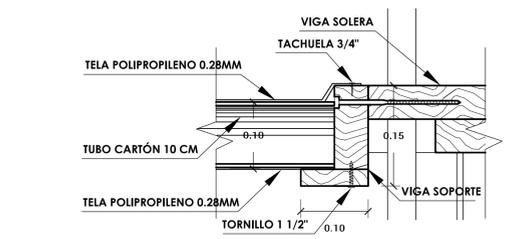
A-104



DETALLE P ESC 1/20

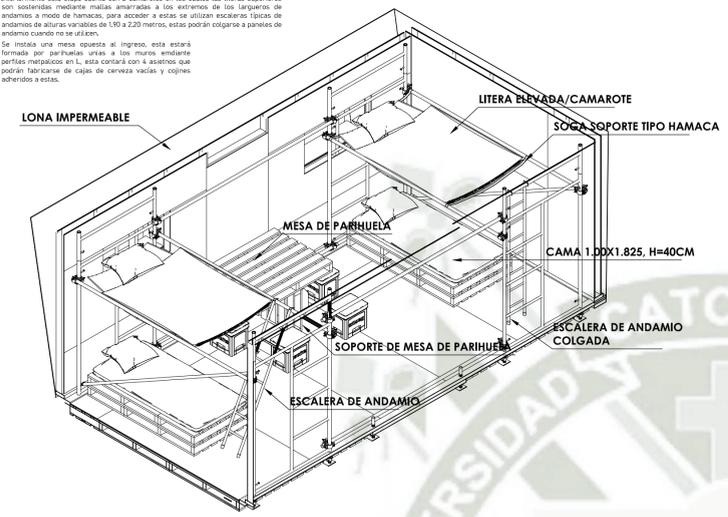


DETALLE Q ESC 1/5

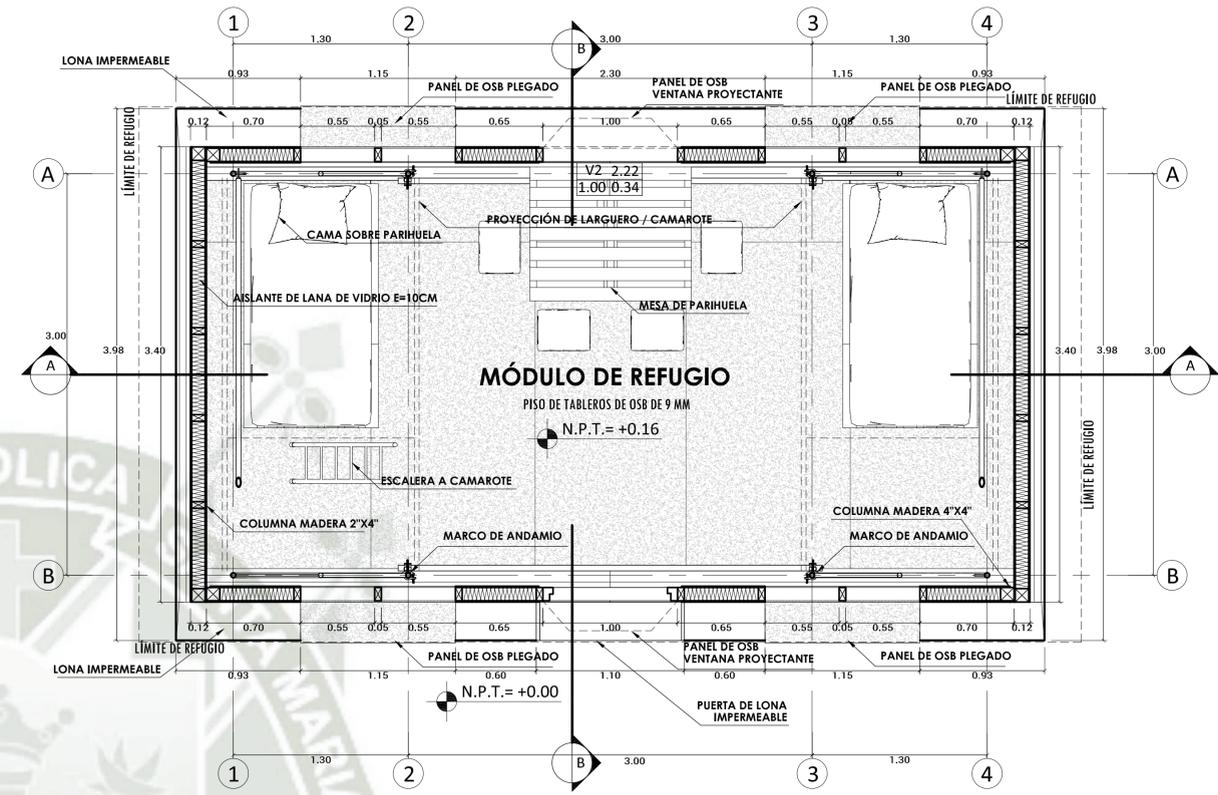


DETALLE R ESC 1/5

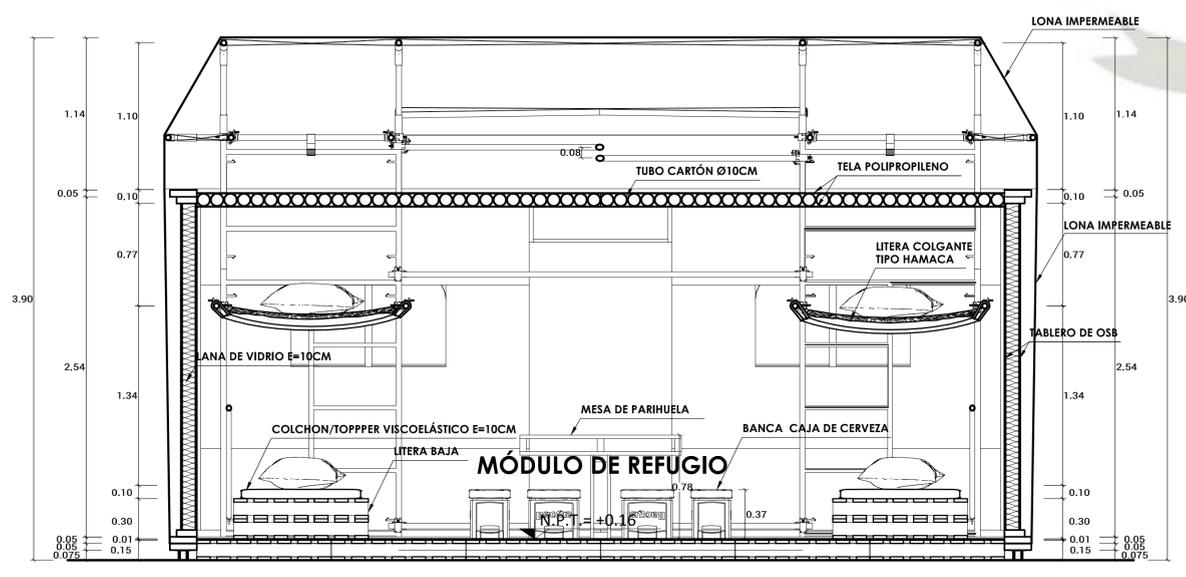
37. Inicialmente esta etapa cuenta con 2 camarotes en los cuales las literas superiores son sostenidas mediante mallas amaradas a los extremos de los largueros de andamios a modo de hamacas, para acceder a estas se utilizan escaleras típicas de andamios de alturas variables de 1.50 a 2.20 metros, estas podrán colgarse a paneles de andamio cuando no se usen.  
38. Se instala una mesa opuesta al ingreso, esta estará formada por parihuelas unidas a los muros empujante perfiles metálicos en L, esta contará con 4 asientos que podrán fabricarse de cajas de cerveza vacías y cojines adheridos a estas.



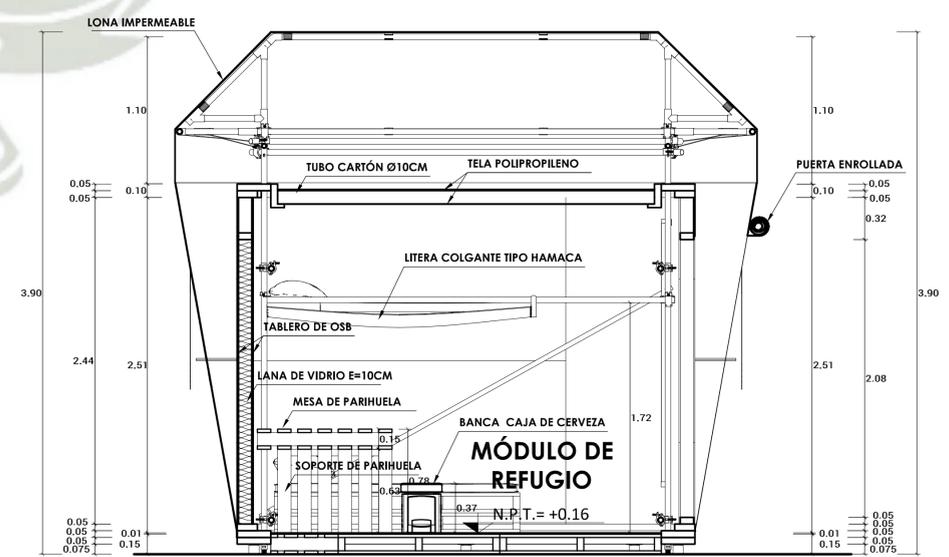
ISOMETRÍA INTERNA DE UBICACIÓN DE MOBILIARIO EN LA SEGUNDA ETAPA ESC 1/50



PLANTA DE MÓDULO DE REFUGIO EN SU SEGUNDA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ESC 1/50



CORTE A-A' ESC 1/25



CORTE B-B' ESC 1/25



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO: REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES: BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR: ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA

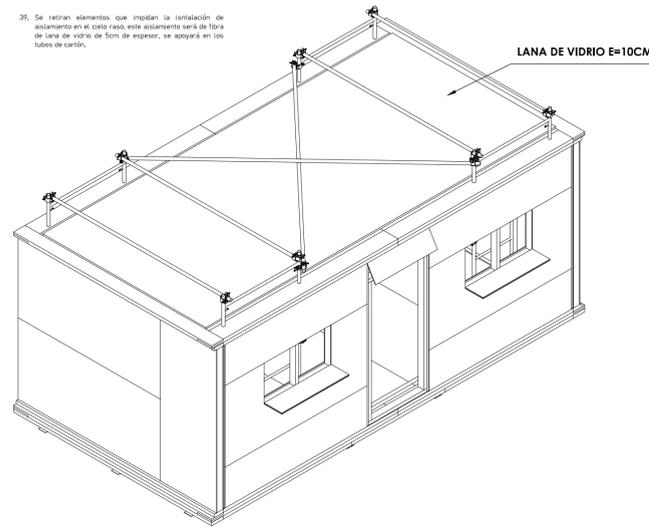
ESCALA: INDICADA

FECHA DICIEMBRE 2020

TÍTULO: PROCESO CONSTRUCTIVO MÓDULO DE REFUGIO - TERCERA ETAPA

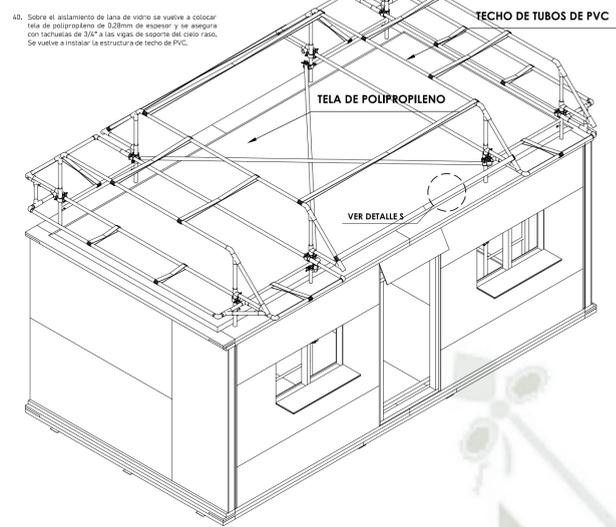
LÁMINA:

A-105



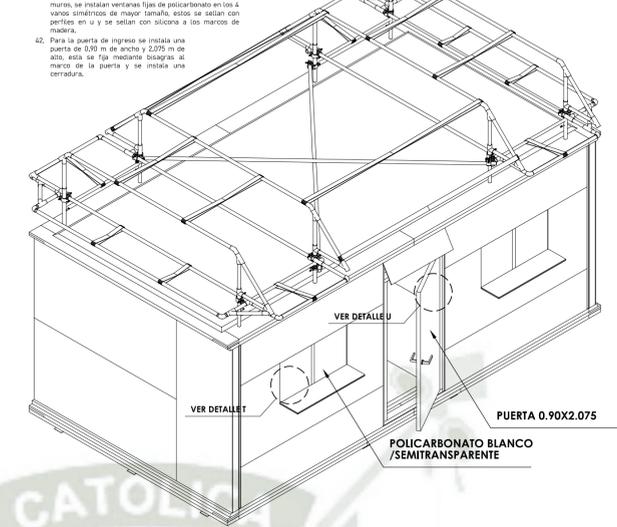
ISOMETRÍA DE INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO EN CIELO RASO

ESC 1/50



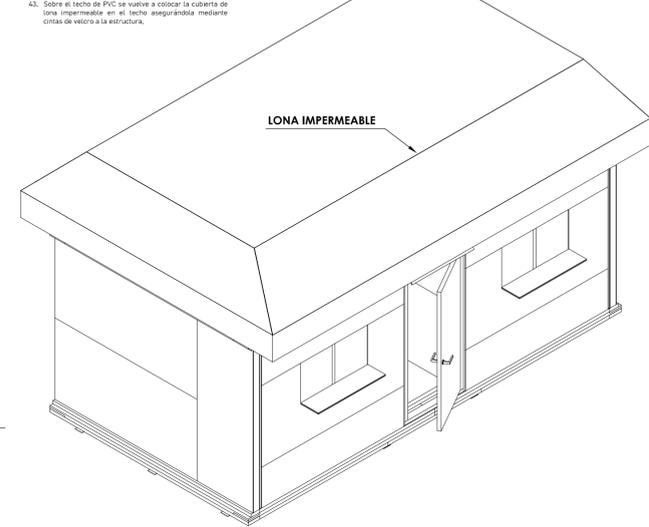
ISOMETRÍA DE CUBIERTA DE CIELO RASO Y REPOSICIÓN DE TECHO DE PVC

ESC 1/50



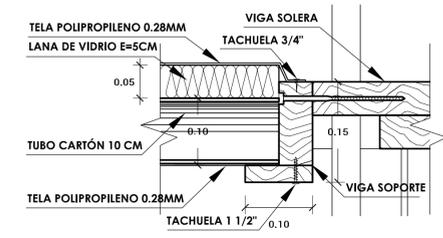
ISOMETRÍA DE CUBIERTA DE CIELO RASO Y REPOSICIÓN DE TECHO DE PVC

ESC 1/50



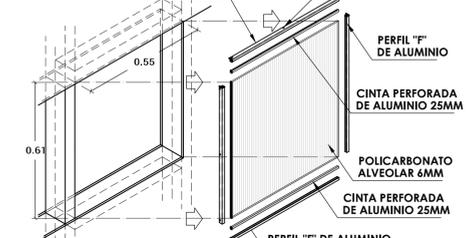
ISOMETRÍA DE REPOSICIÓN DE CUBIERTA DE TECHO E INSTALACIÓN DE VENTANAS FIJAS Y PUERTA - FINAL DE TERCERA ETAPA

ESC 1/50



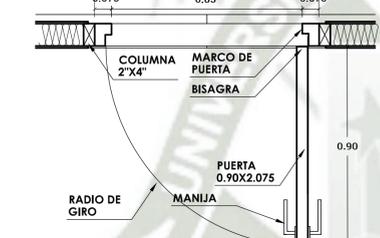
DETALLE S

ESC 1/5



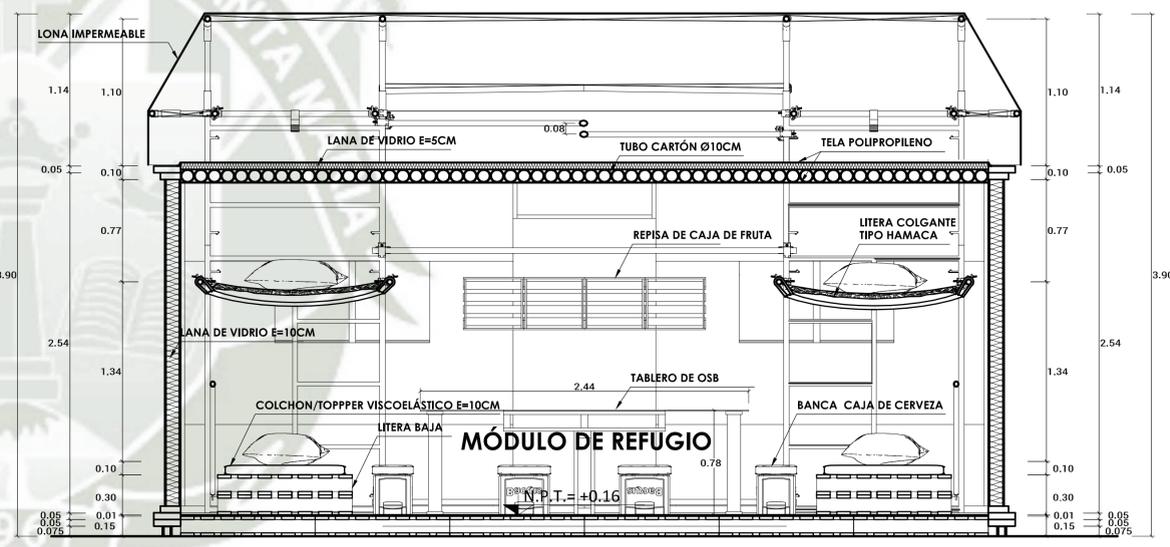
DETALLE T

ESC 1/15



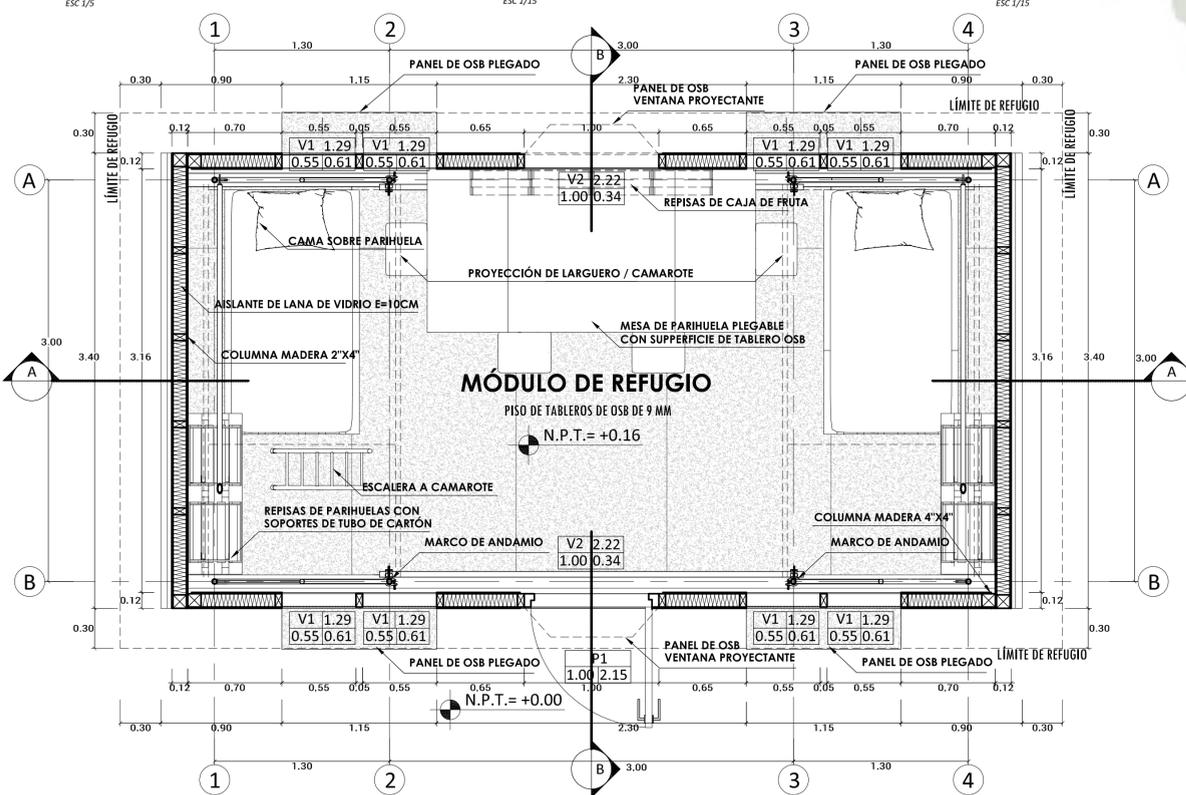
DETALLE U

ESC 1/15



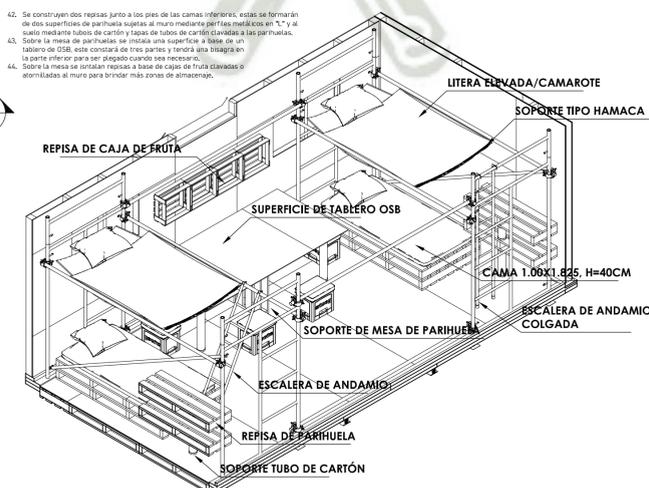
CORTE A-A'

ESC 1/25



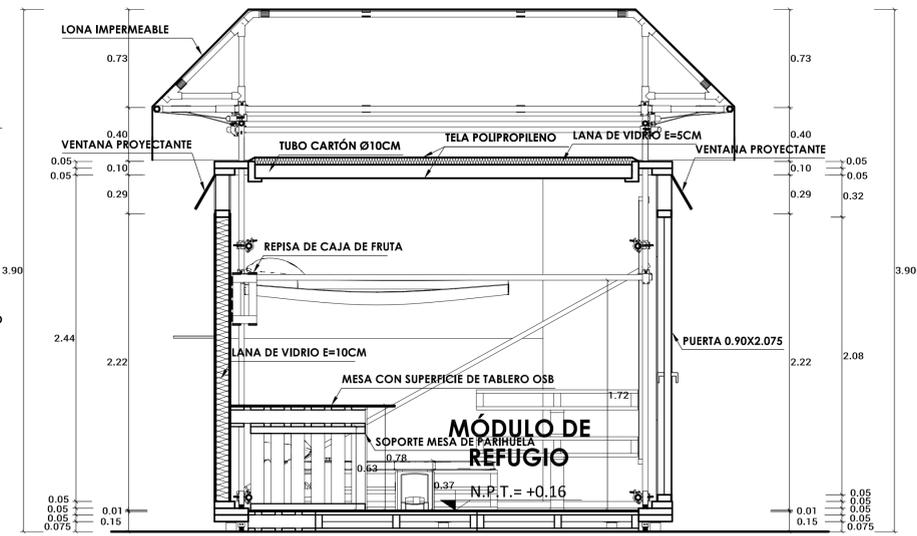
PLANTA DE MÓDULO DE REFUGIO EN SU TERCERA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ESC 1/25



ISOMETRÍA INTERNA DE UBICACIÓN DE MOBILIARIO EN LA TERCERA ETAPA

ESC 1/30



CORTE B-B'

ESC 1/25

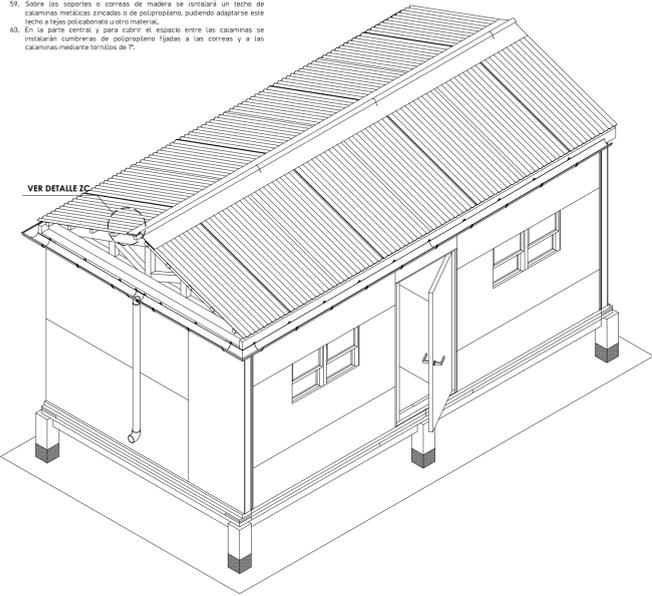
41. Para prescindir de la lona impermeable como cubierta de muros, se instalan ventanas fijas de policarbonato en los vanos simétricos de mayor tamaño, estos se sellan con perfiles en 'v' y se sellan con silicona a los marcos de madera.  
42. Para la puerta de ingreso se instala una puerta de 0.90 m de ancho y 2.075 m de alto, esta se fija mediante bisagras al marco de la puerta y se instala una cerradura.  
43. Sobre el techo de PVC se vuelve a colocar la cubierta de lona impermeable en el techo asegurándola mediante cintas de velcro a la estructura.

42. Se construyen dos repisas junto a los pies de las camas inferiores, estas se formarán de dos superficies de parihuela sujetas al muro mediante perfiles metálicos en 'v' y al suelo mediante tubos de cartón y bases de tubos de cartón clavados a las parihuelas.  
43. Sobre la mesa de parihuelas se instala una superficie a base de un tablero de OSB, este consistirá de tres partes y tendrá una bisagra en la parte inferior para ser girado cuando sea necesario.  
44. Sobre la mesa se instalan repisas a base de cajas de fruta clavadas o atornilladas al muro para brindar más zonas de almacenamiento.



59. Sobre los soportes o correas de madera se instalará un techo de calaminas metálicas zincadas o de polipropileno, pudiendo adaptarse este techo a tipo pabellón o a otro material.  
60. En la parte central y para cubrir el espacio entre las calaminas se instalarán cubiertas de polipropileno fijadas a las correas y a las calaminas mediante tornillos de T.

VER DETALLE ZC



31. Al encontrarse la palaneta y la puerta de ingreso a una altura mayor a 50cm se construyen dos escaleras dirigidas a la puerta de ingreso, estas tendrán un descanso de 120 centímetros de uso en la parte central y pesamanos de madera.

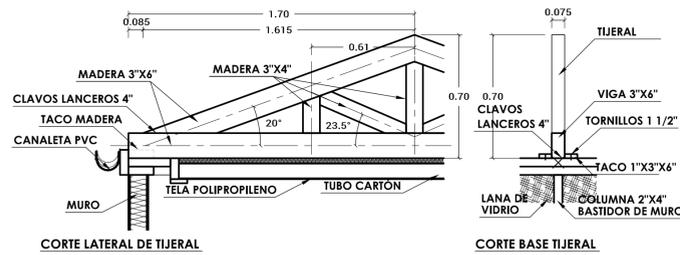


**ISOMETRÍA DE INSTALACIÓN DE CALAMINAS Y CUMBRERAS**

ESC 1/50

**ISOMETRÍA DE REFUGIO TERMINADO EN SU CUARTA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

ESC 1/50

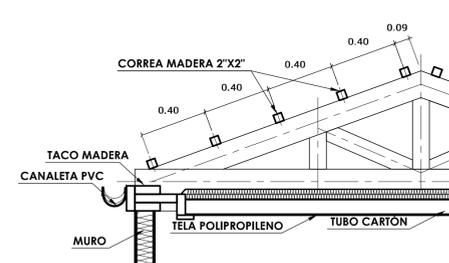


CORTE LATERAL DE TIJERAL

CORTE BASE TIJERAL

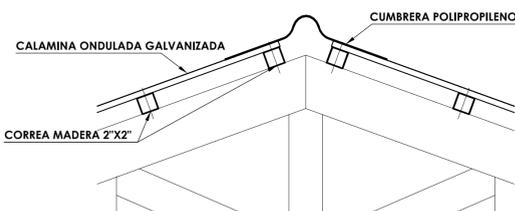
**DETALLE ZA**

ESC 1/20



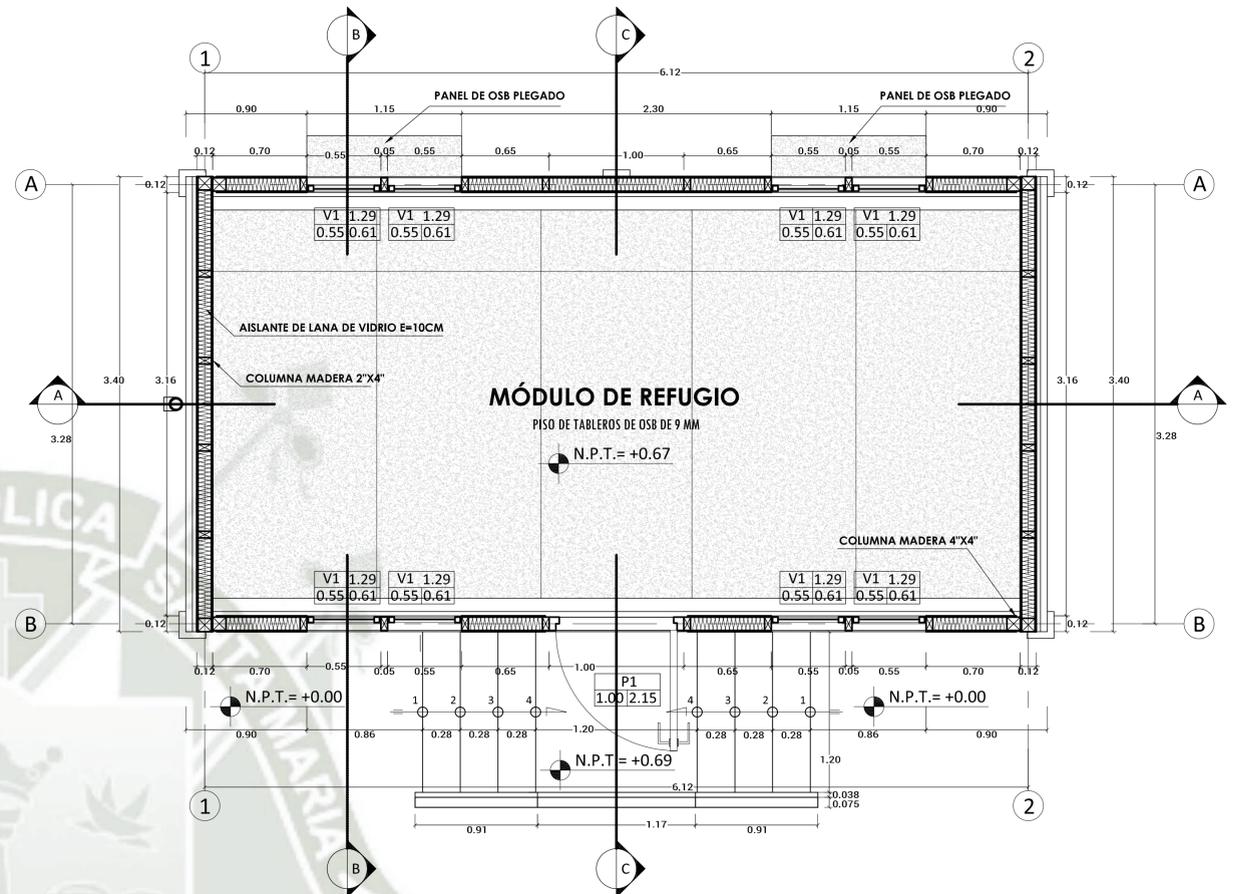
**DETALLE ZB**

ESC 1/20



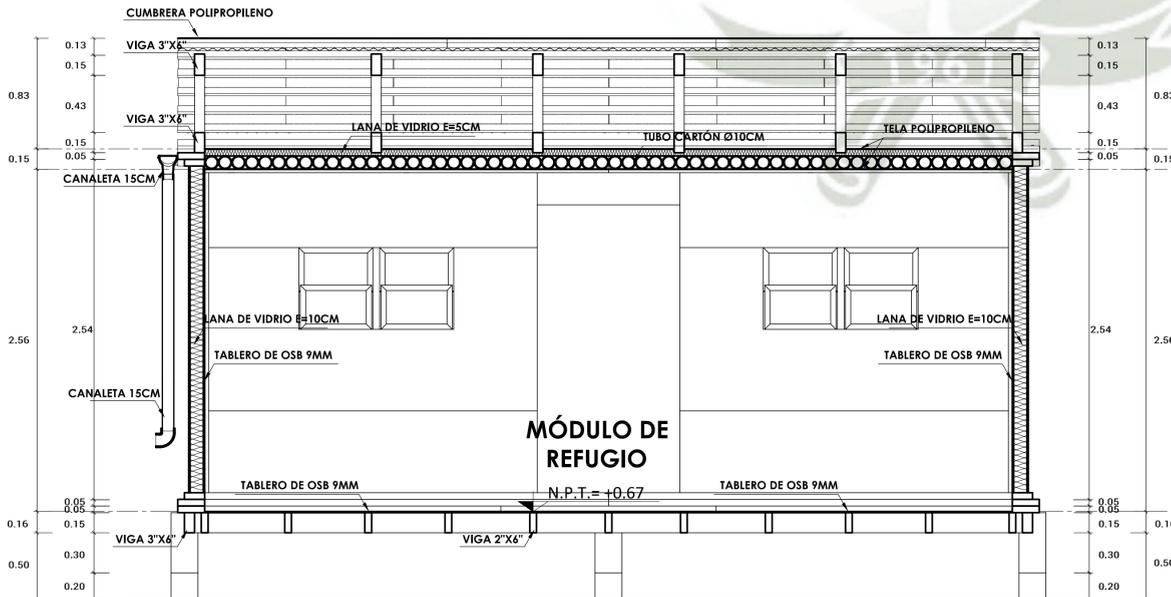
**DETALLE ZC**

ESC 1/10



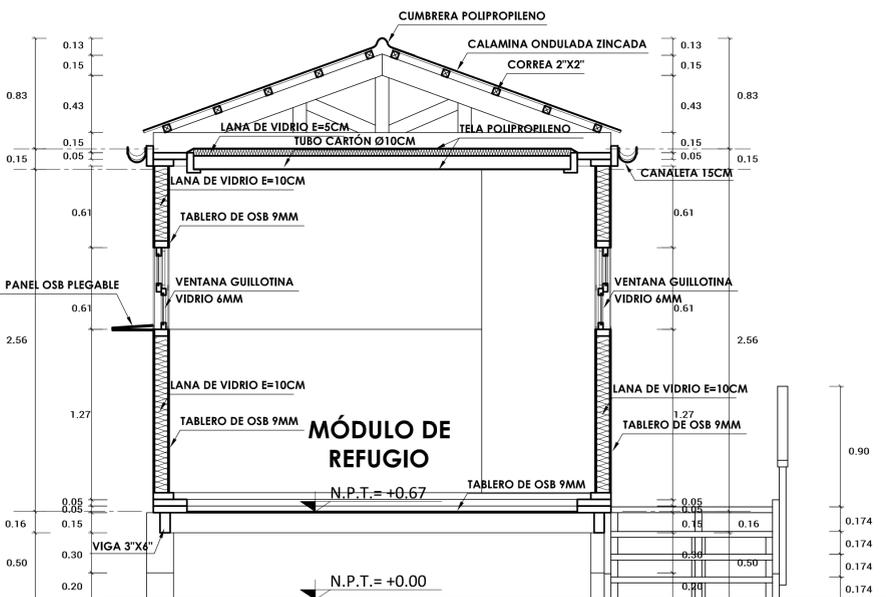
**PLANTA DE MÓDULO DE REFUGIO EN SU CUARTA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

ESC 1/25



**CORTE A-A'**

ESC 1/25



**CORTE B-B'**

ESC 1/25



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
PROCESO CONSTRUCTIVO MÓDULO DE REFUGIO - CUARTA ETAPA

LÁMINA:

**A-107**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE  
EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO  
MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

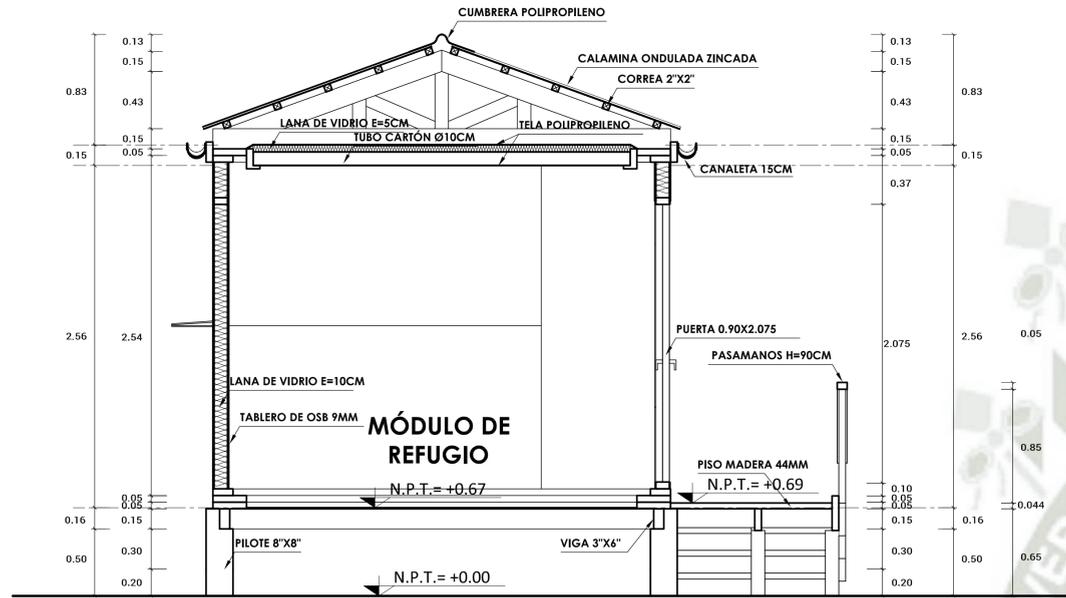
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
PROCESO CONSTRUCTIVO  
MÓDULO DE REFUGIO -  
CUARTA ETAPA

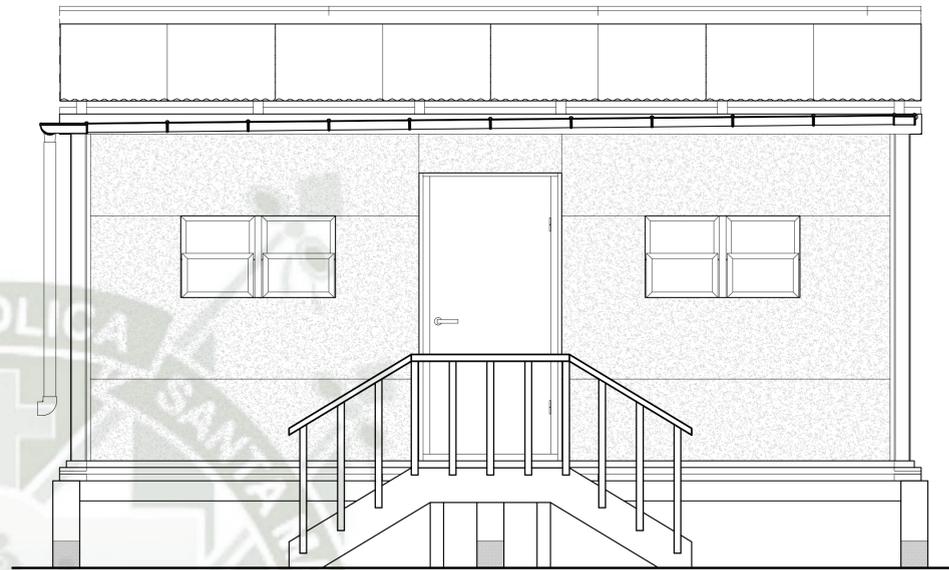
LÁMINA:

A-108



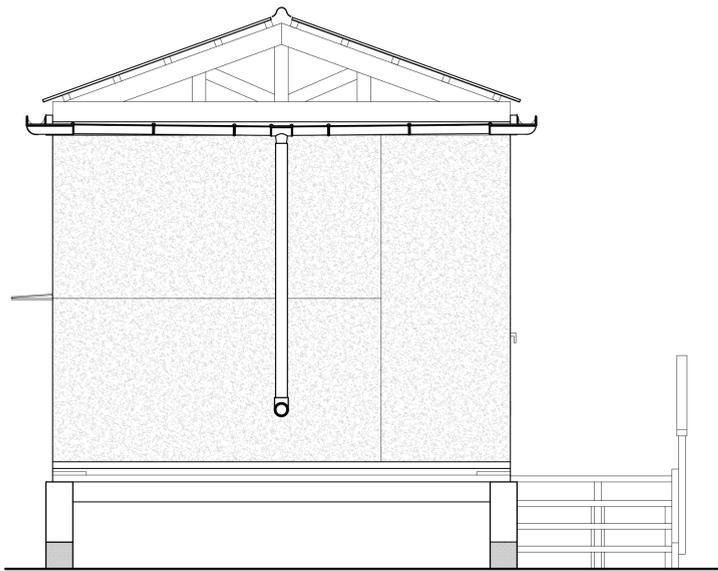
CORTE C-C'

ESC 1/25



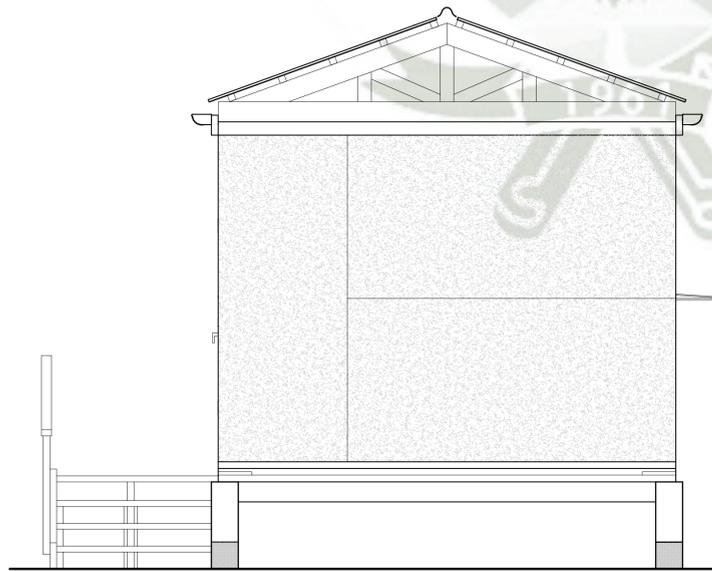
ELEVACIÓN FRONTAL

ESC 1/25



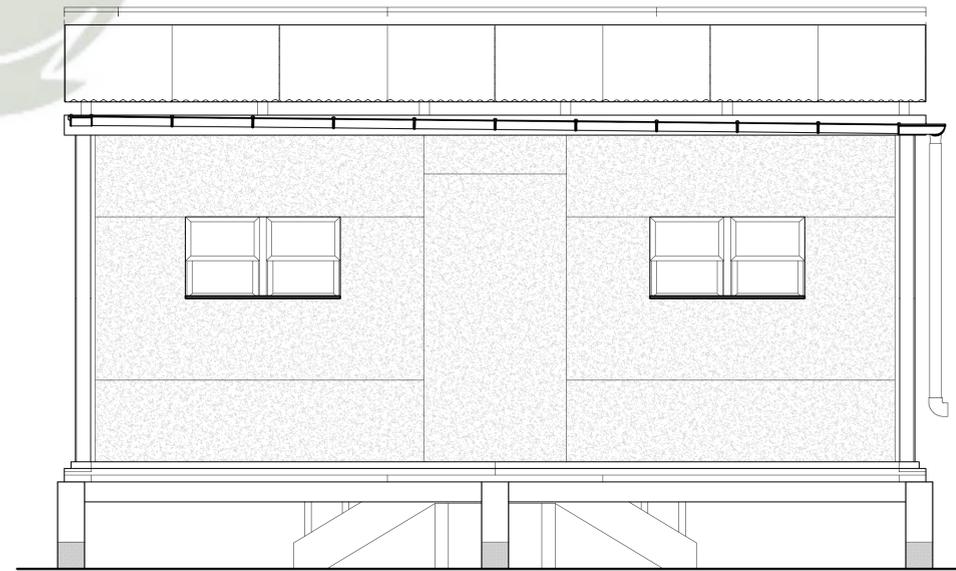
ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA

ESC 1/25



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA

ESC 1/25



ELEVACIÓN POSTERIOR

ESC 1/25



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO: REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES: BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR: ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA

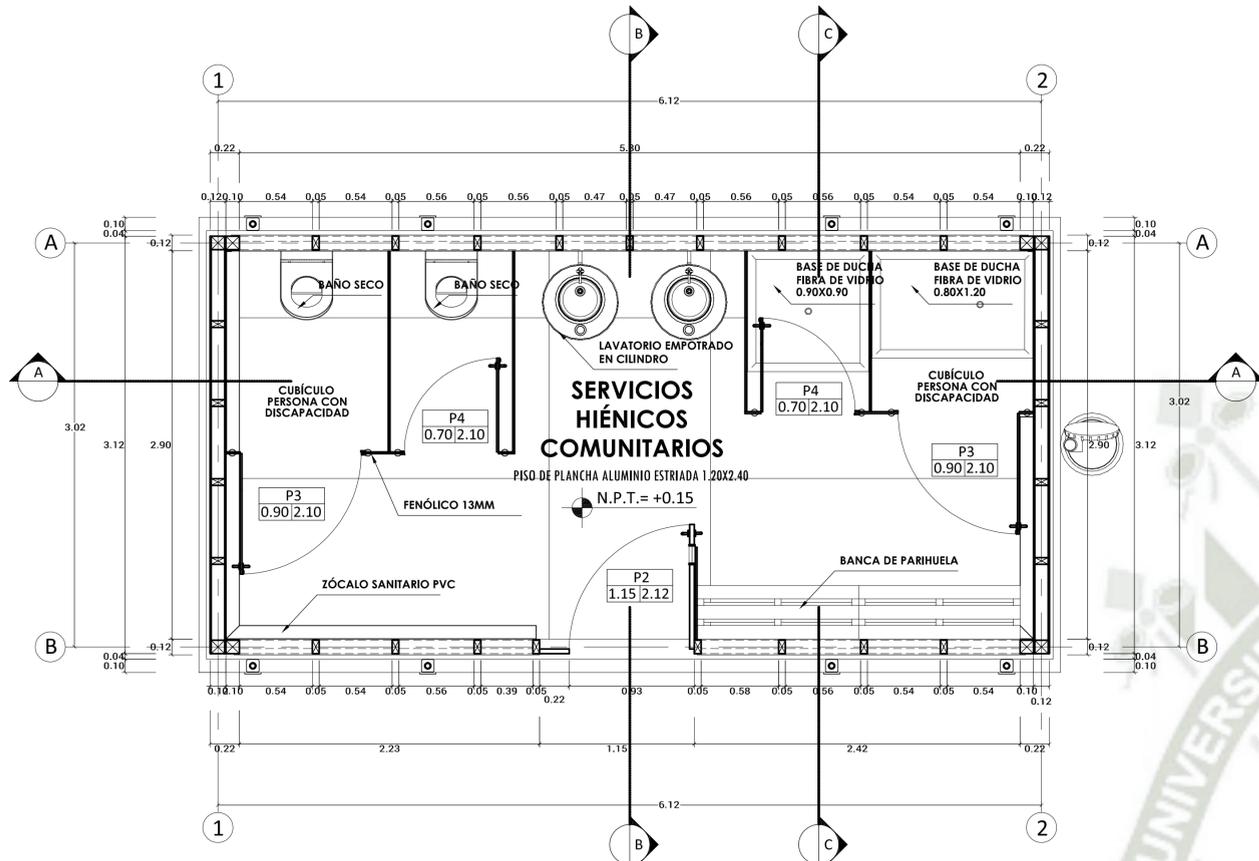
ESCALA: INDICADA

FECHA DICIEMBRE 2020

TÍTULO: DESARROLLO DE MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS

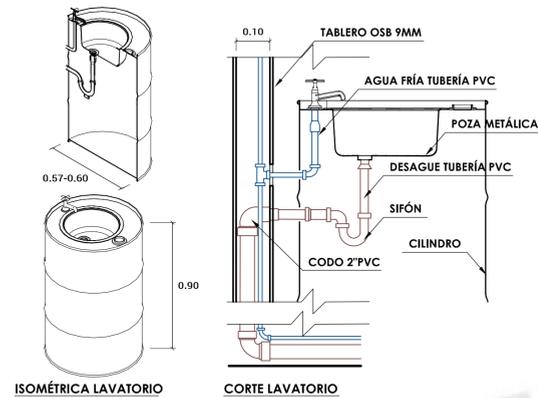
LÁMINA:

A-109



PLANTA DE MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS

ESC 1/25

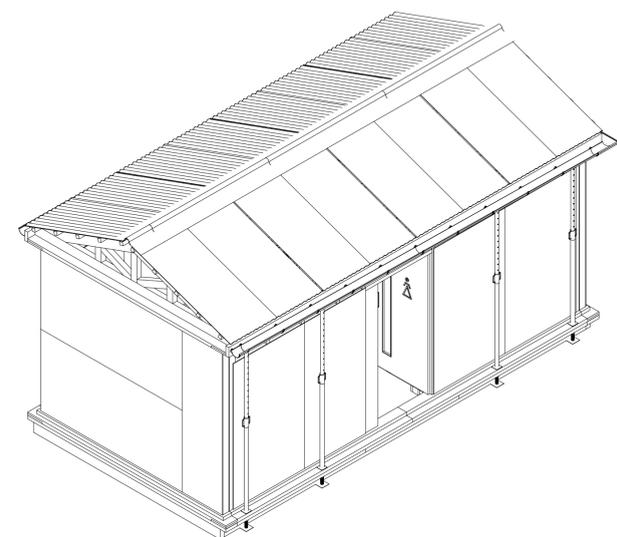


DETALLE DE LAVAMANOS EMPOTRADO EN CILINDRO

ESC 1/25

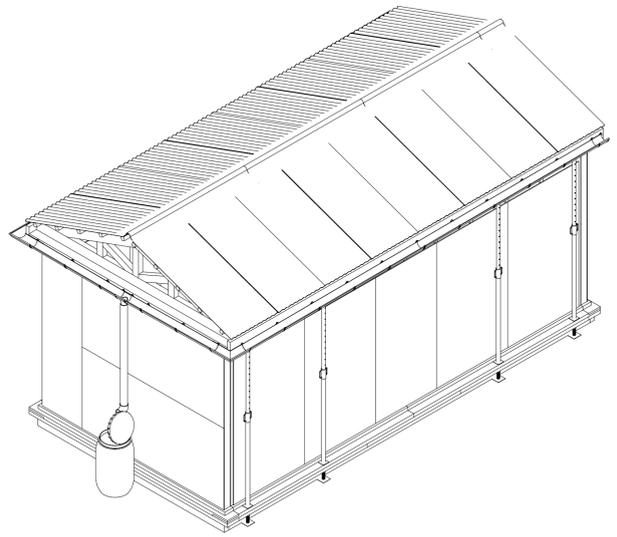
DETALLE DE ZÓCALO SANITARIO

ESC 1/5



VISTA ISOMÉTRICA FRONTAL DE MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS

ESC 1/50



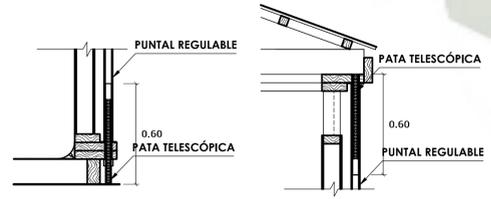
VISTA ISOMÉTRICA POSTERIOR DE MÓDULO DE SERVICIOS HIGIÉNICOS COMUNITARIOS

ESC 1/50



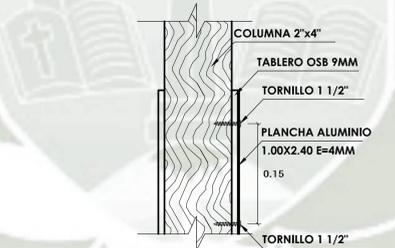
DETALLE PLATAFORMA DE MADERA

ESC 1/50



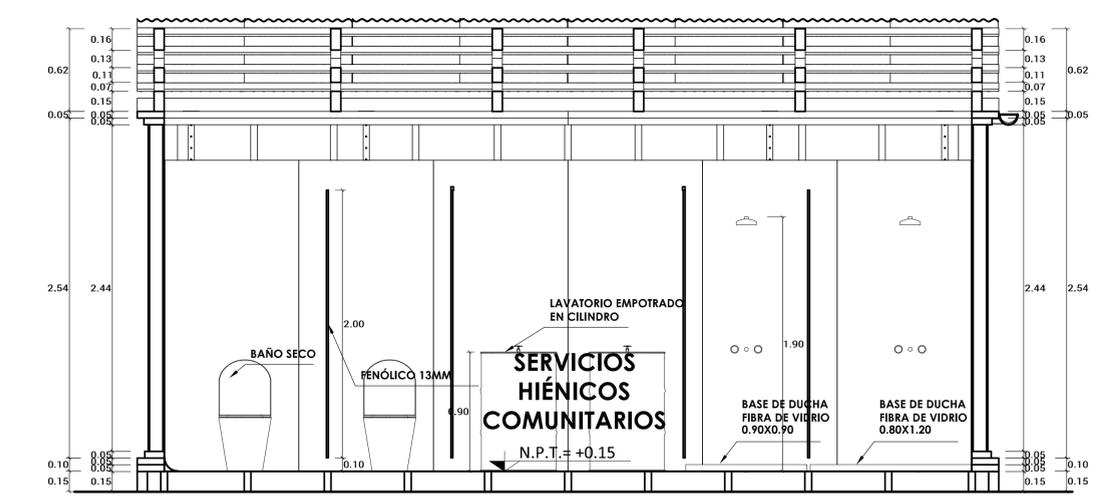
DETALLE DE PATAS TELESCÓPICAS Y PUNTALES

ESC 1/20



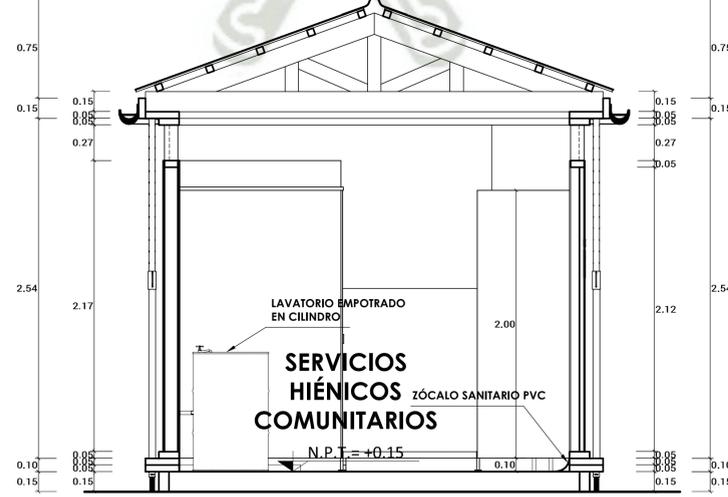
DETALLE DE MURO CON SUPERFICIE DE ALUMINIO

ESC 1/5



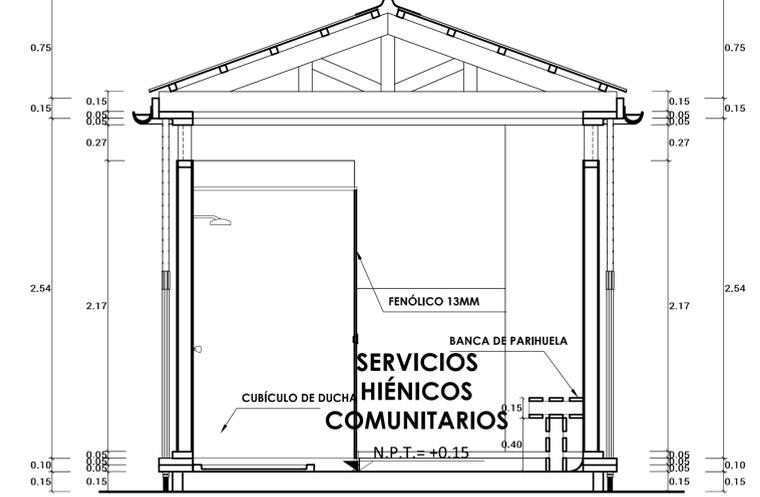
CORTE A-A'

ESC 1/25



CORTE B-B'

ESC 1/25



CORTE C-C'

ESC 1/25



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

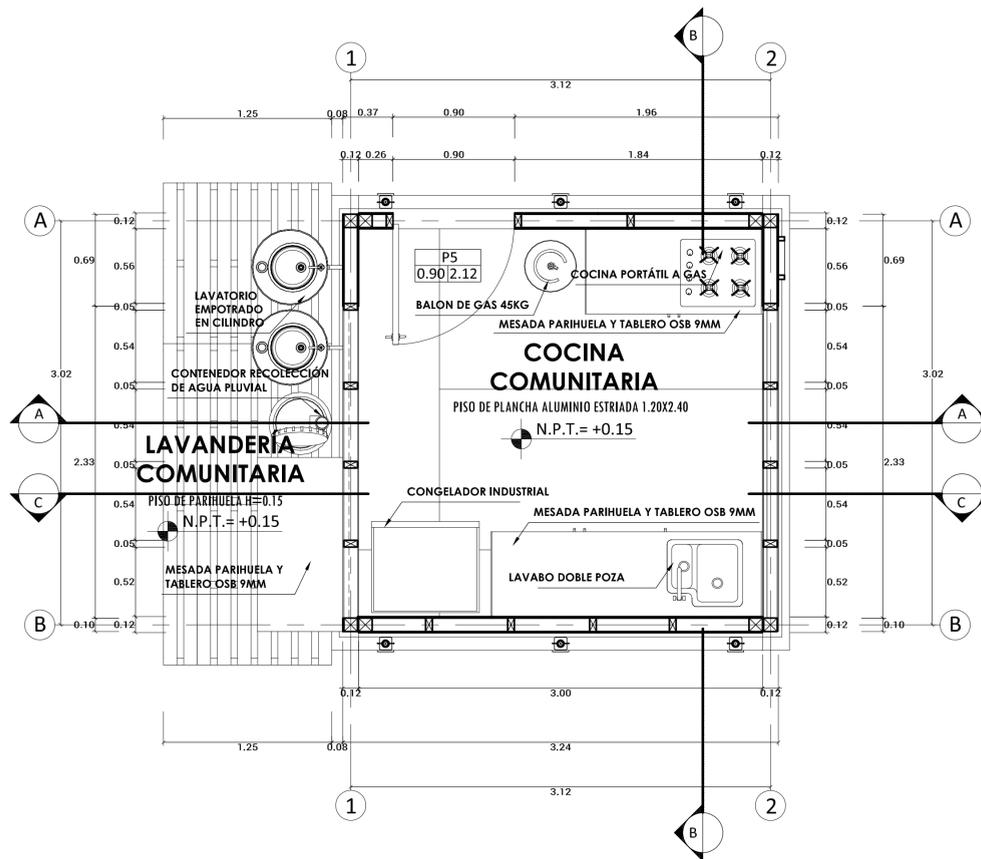
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
DESARROLLO DE MÓDULO DE COCINA Y LAVANDERÍA COMUNITARIA

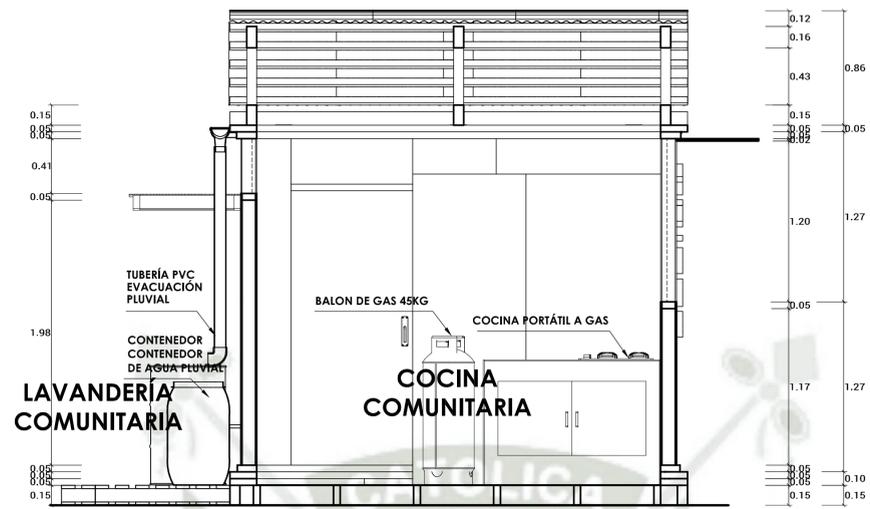
LÁMINA:

A-110



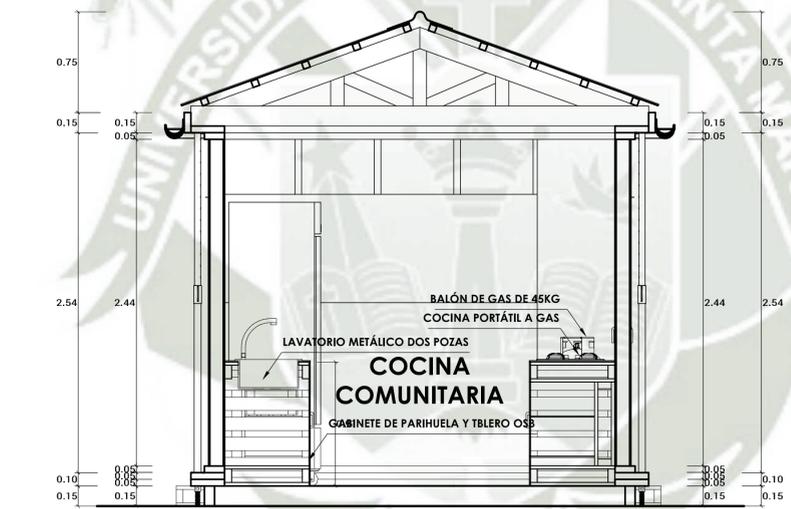
PLANTA DE MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO

ESC 1/25



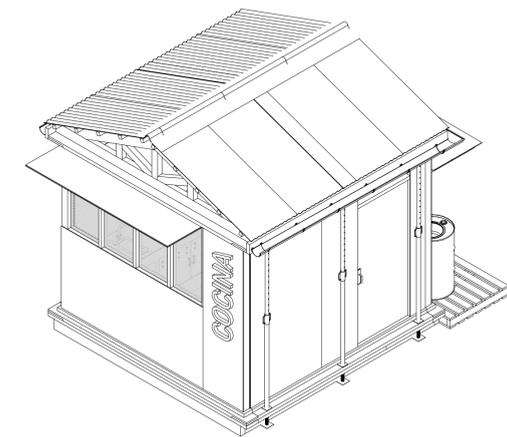
CORTE A-A'

ESC 1/25



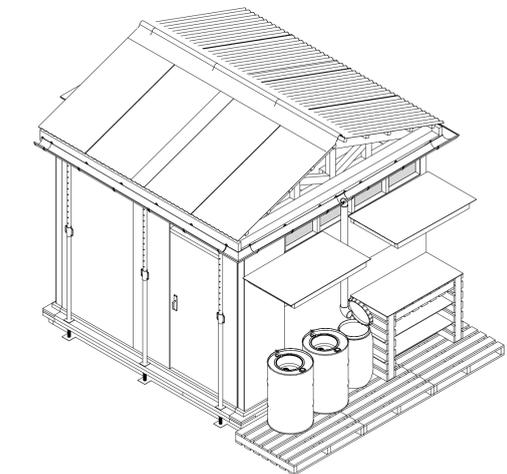
CORTE B-B'

ESC 1/25



VISTA ISOMÉTRICA FRONTAL DE MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO

ESC 1/50



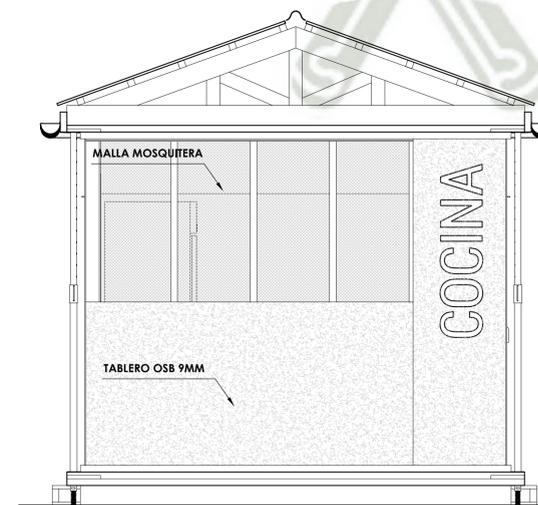
VISTA ISOMÉTRICA POSTERIOR DE MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO

ESC 1/50



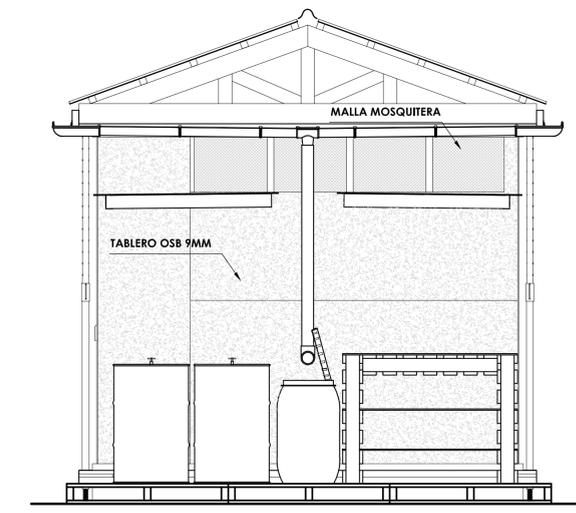
CORTE C-C'

ESC 1/25



ELEVACIÓN FRONTAL COCINA

ESC 1/25



ELEVACIÓN POSTERIOR LAVANDERÍA

ESC 1/25



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

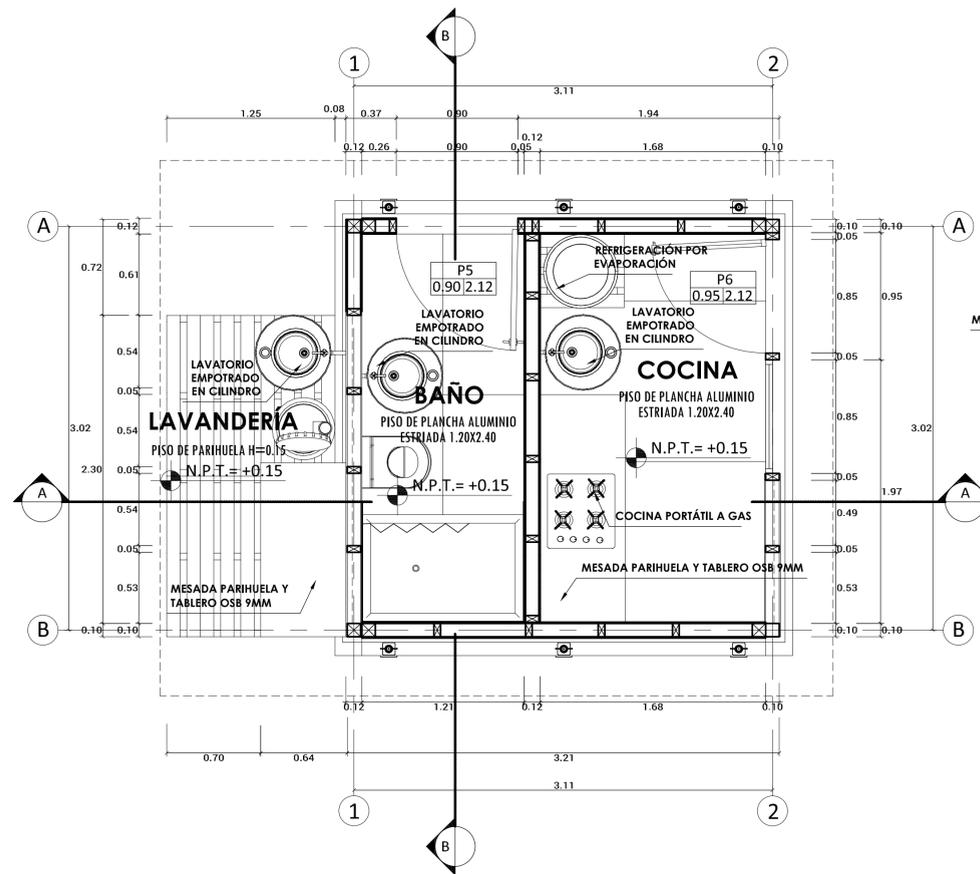
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

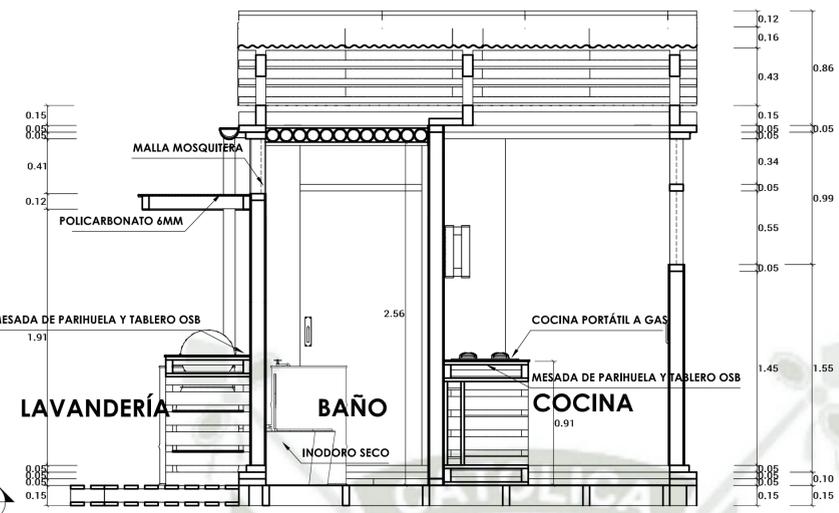
TÍTULO:  
DESARROLLO DE MÓDULO DE SERVICIOS INDEPENDIENTE

LÁMINA:

A-111

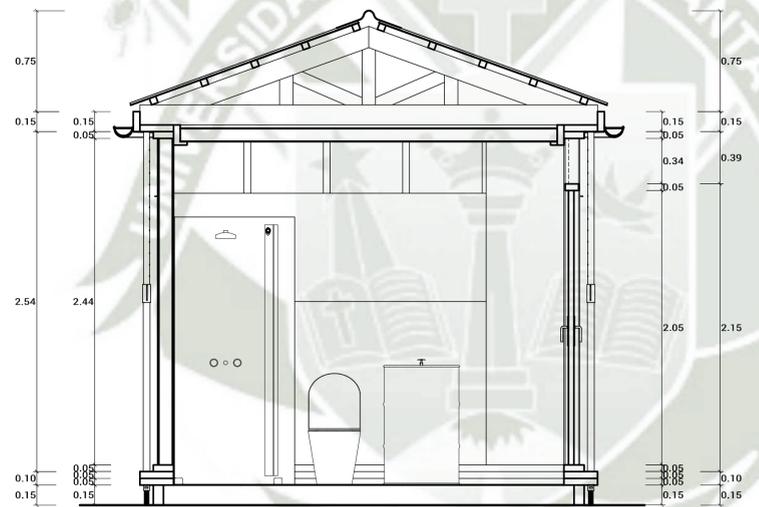


PLANTA DE MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO  
ESC 1/25



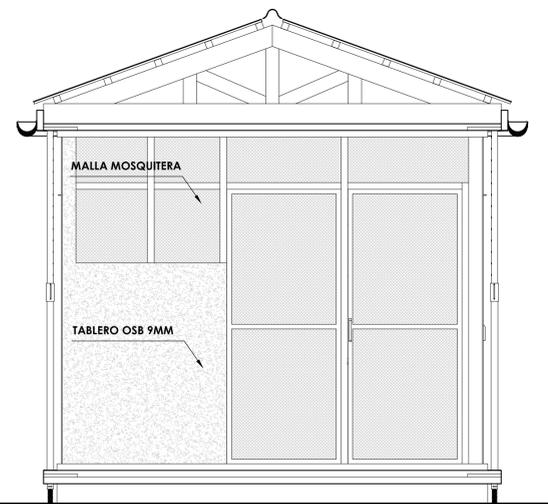
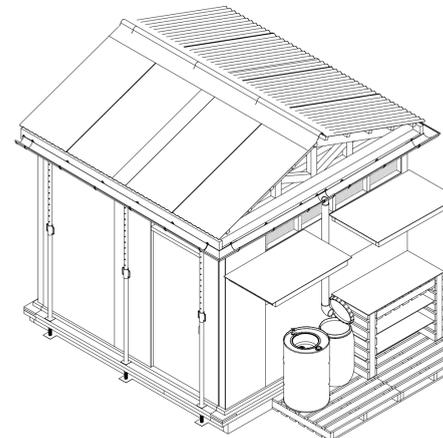
CORTE A-A'  
ESC 1/25

VISTA ISOMÉTRICA FRONTAL DE MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO  
ESC 1/50



CORTE B-B'  
ESC 1/25

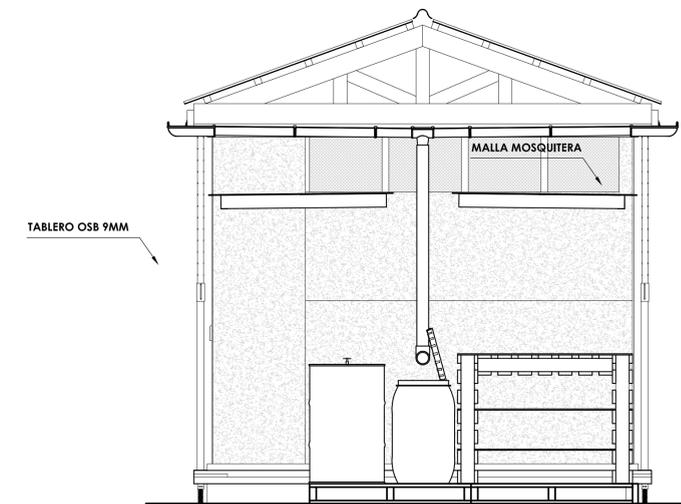
VISTA ISOMÉTRICA POSTERIOR DE MÓDULO DE COCINA/LAVANDERÍA COMUNITARIO  
ESC 1/50



ELEVACIÓN COCINA  
ESC 1/25



ELEVACIÓN BAÑO  
ESC 1/25



ELEVACIÓN LAVANDERÍA  
ESC 1/25



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

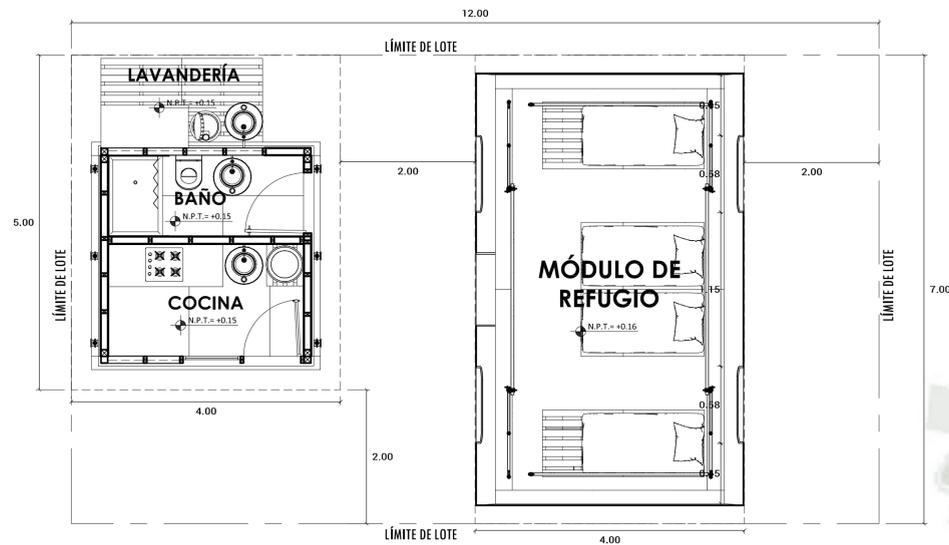
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
MODELOS DE APLICACIÓN DE VIVIENDAS EN BASE A REFUGIOS CON SERVICIOS INDEPENDIENTES

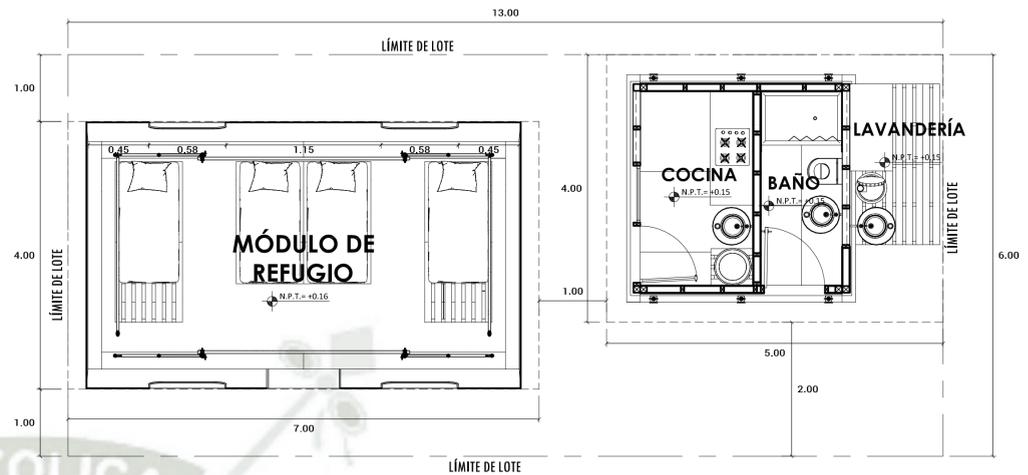
LÁMINA:

A-112



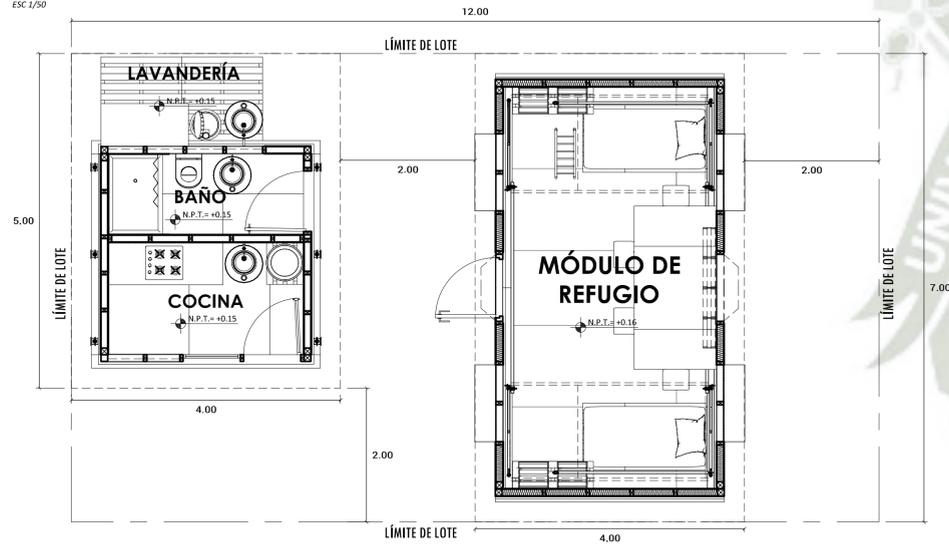
PLANTA DE 1RA ETAPA DE VIVIENDA CON SERVICIOS INDEPENDIENTES, PARA LOTES CON ANCHOS MENORES A 7 METROS

ESC 1/50



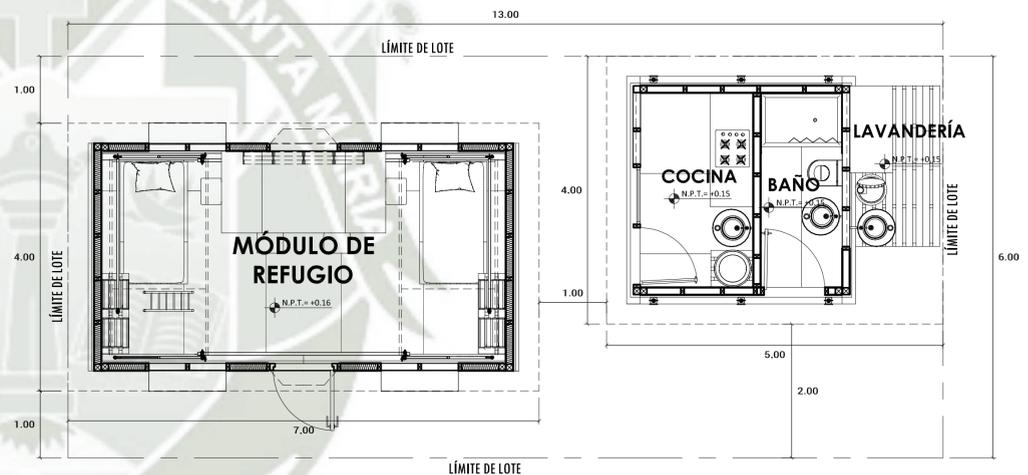
PLANTA DE 1RA ETAPA DE VIVIENDA CON SERVICIOS INDEPENDIENTES, PARA LOTES CON ANCHOS MENORES A 7 METROS

ESC 1/50



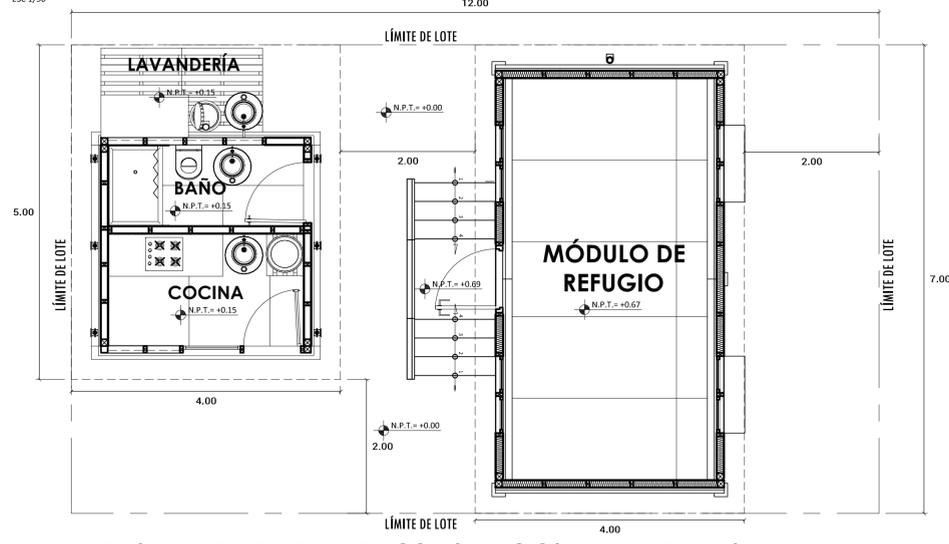
PLANTA DE 3RA ETAPA DE VIVIENDA CON SERVICIOS INDEPENDIENTES, PARA LOTES CON ANCHOS MAYORES A 7 METROS

ESC 1/50



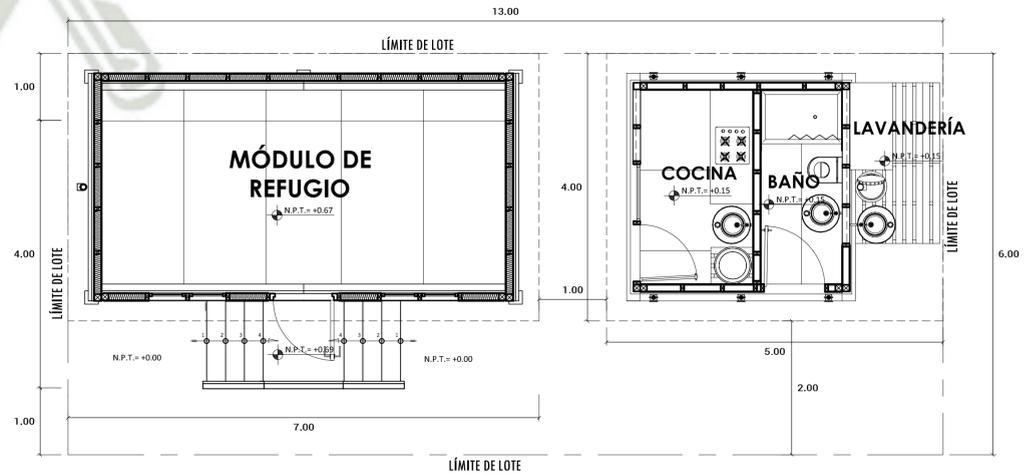
PLANTA DE 3RA ETAPA DE VIVIENDA CON SERVICIOS INDEPENDIENTES, PARA LOTES CON ANCHOS MAYORES A 7 METROS

ESC 1/50



PLANTA DE 4TA ETAPA DE VIVIENDA CON SERVICIOS INDEPENDIENTES, PARA LOTES CON ANCHOS MAYORES A 7 METROS

ESC 1/50



PLANTA DE 4TA ETAPA DE VIVIENDA CON SERVICIOS INDEPENDIENTES, PARA LOTES CON ANCHOS MENORES A 7 METROS

ESC 1/50



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE  
EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO  
MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

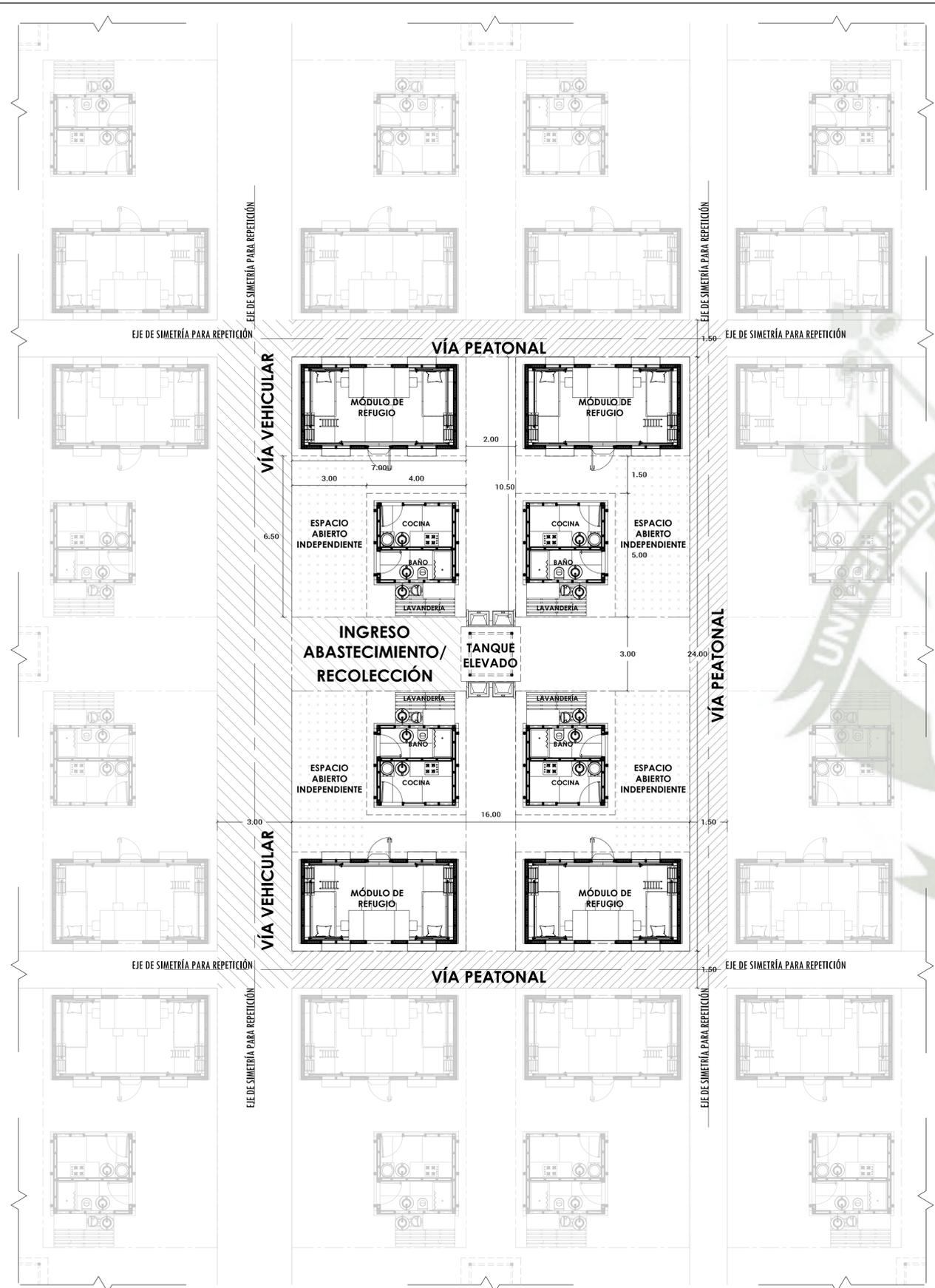
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
MODELOS DE APLICACIÓN DE  
VIVIENDAS EN BASE A GRUPOS  
DE REFUGIOS INDEPENDIENTES  
Y CLÚSTERES COMUNITARIOS

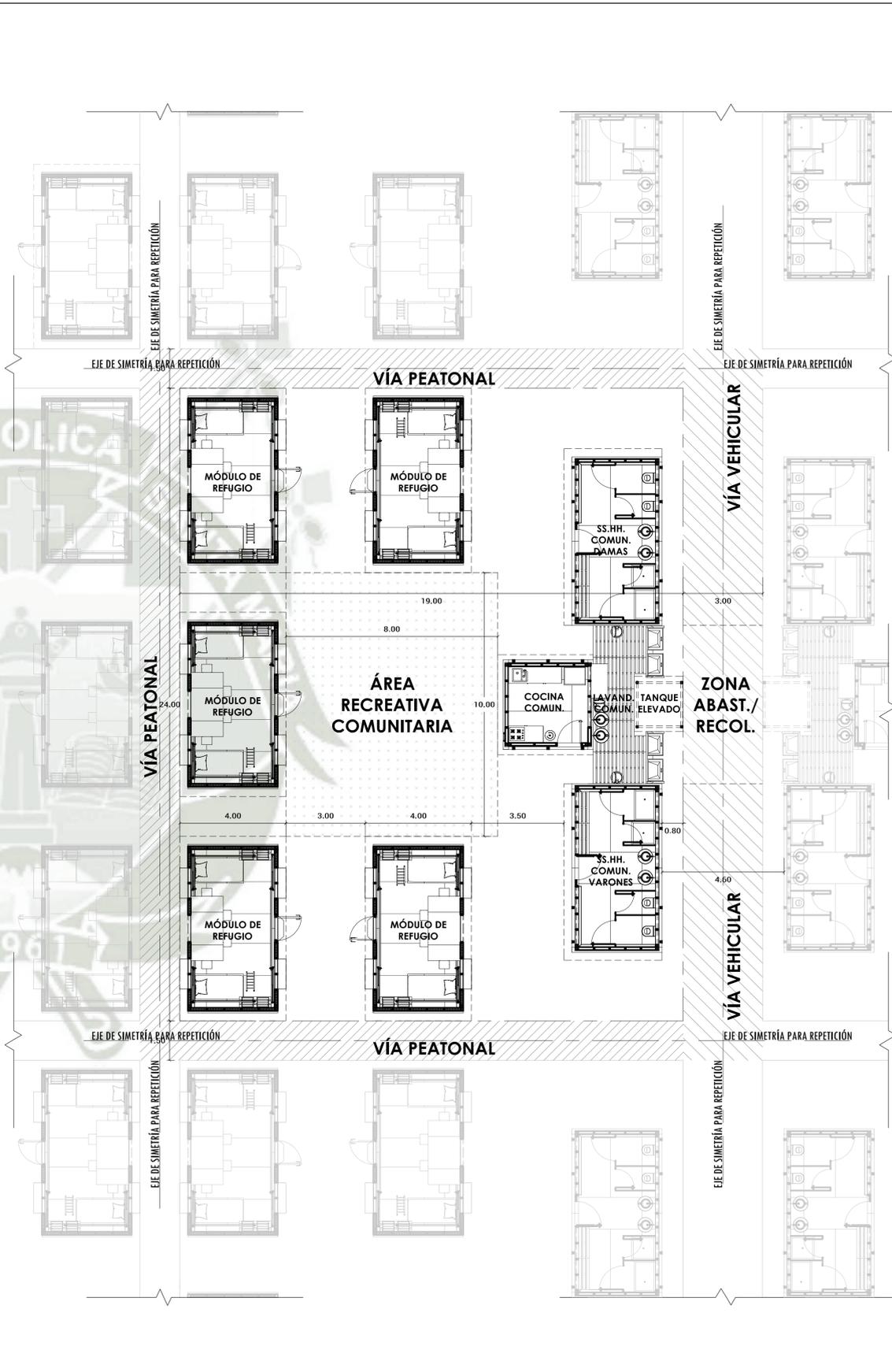
LÁMINA:

A-113



PLANTA DE ORGANIZACIÓN DE GRUPOS DE 4 VIVIENDAS CON SERVICIOS  
COMPLEMENTARIOS INDEPENDIENTES Y SU REPETICIÓN EN BASE A EJES

ESC. 1/100



PLANTA DE ORGANIZACIÓN DE CLÚSTERES FORMANDO GRUPOS DE 5 VIVIENDAS CON  
SERVICIOS COMPLEMENTARIOS COMUNITARIOS Y SU REPETICIÓN EN BASE A EJES

ESC. 1/100



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
INSTALACIONES SANITARIAS

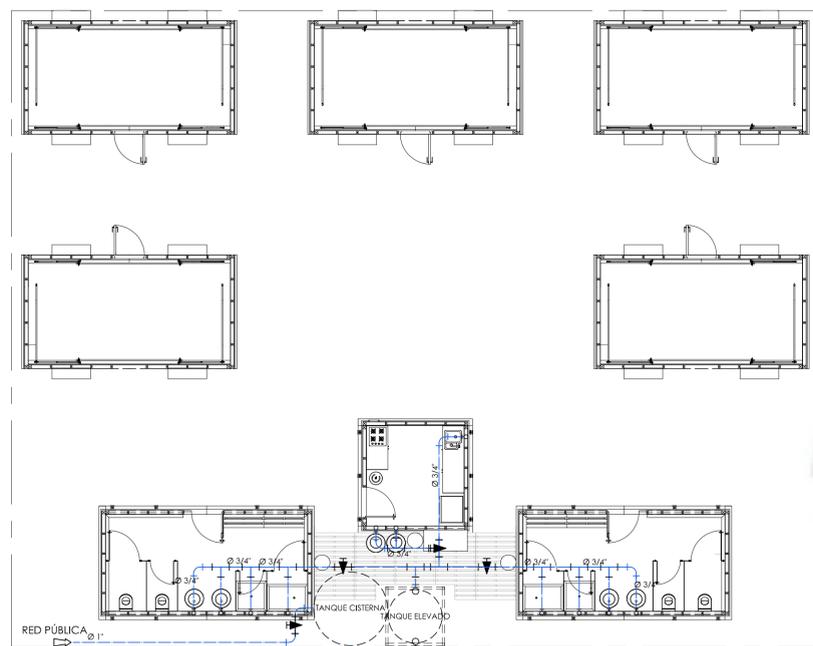
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

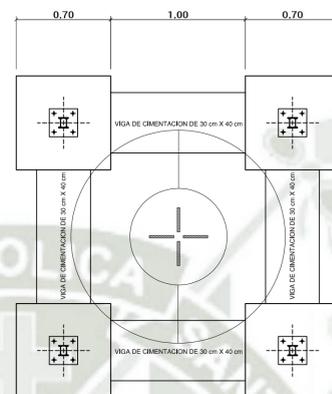
TÍTULO:  
ESQUEMAS EN PLANTA DE INSTALACIONES SANITARIAS PARA GRUPOS DE REFUGIOS Y SU DESARROLLO

LÁMINA:

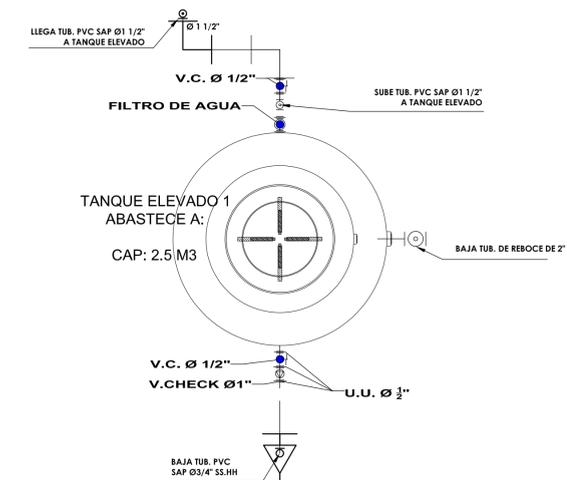
IS-101



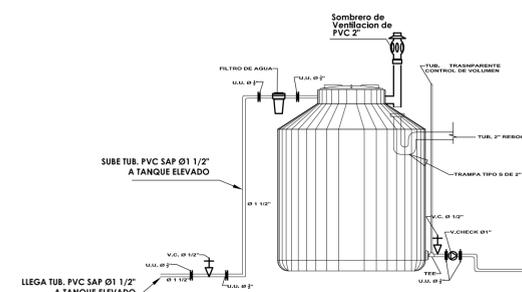
PLANTA INSTALACIONES SANITARIAS DE CLÚSTER  
ESC 1/100



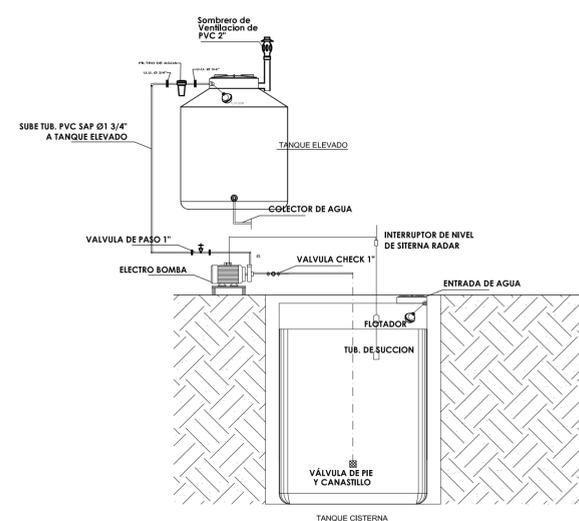
CIMENTACIÓN PARA ESTRUCTURA METÁLICA  
ESC 1/25



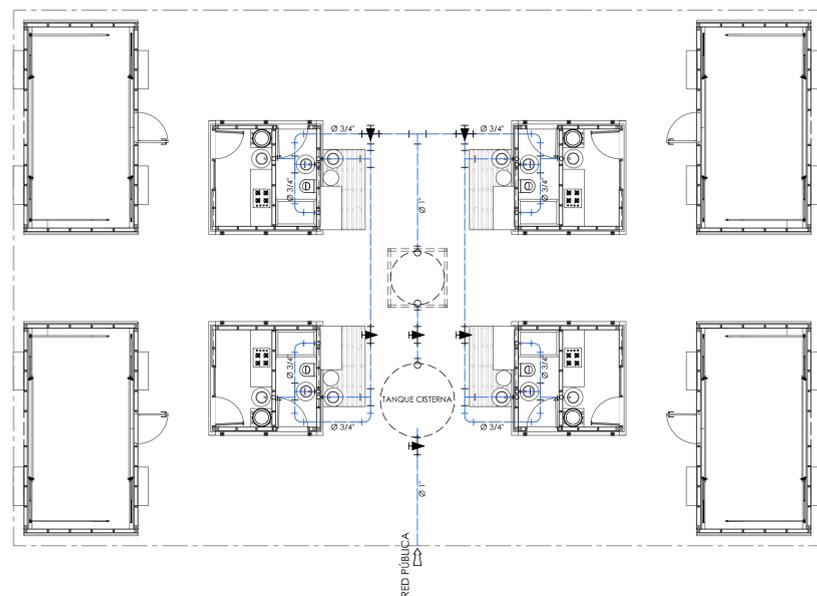
INSTALACIÓN TANQUE ELEVADO  
ESC 1/25



DETALLE INSTALACIÓN TANQUE ELEVADO  
ESC 1/25

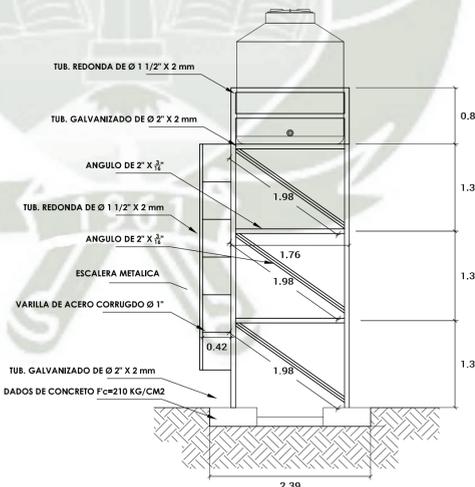


DETALLE CONEXIÓN TANQUE ELEVADO Y TANQUE CISTERNA  
ESC 1/50



PLANTA INSTALACIONES SANITARIAS GRUPO DE 4 VIVIENDAS INDEPENDIENTES  
ESC 1/100

LEYENDA		
—	Señala para Agua Frio P.V.C.	
—	Señala para Desecho P.V.C.	
—	Señala para Ventilación P.V.C.	
ACCESORIOS		
Chufe de Tuberos	Indicador de Nivel	Codo 90° con Ventilación
Codo de 90°	Brecho	Tee Simple
Subida de Tuberos	Subida de Codo 90°	Tee Simple Doble
Unión Universal	Rajado de Codo 90°	Tee Simple Doble
Tubo con Bata	Tee con Bata	Trampa
Tee	Tee con Bata	Trampa P
Tee	Soporte o Soportador	Trampa U
Válvula de Flotador	Gate	Trampa 2
Válvula de Comparto	Anclaje	Sumbido y Trampa P
Válvula de Cable	Cargador	Compuerta
Válvula Check	Tapon 1	Temperá Ventilación 1
Válvula Check	Tapon 2	Temperá Ventilación 2
Válvula Asfáltica	Exposición de Red	Temperá Ventilación Pasado
Electroválvula	Válvula Retenedor	Medio Ducha
Válvula de Barrido	Válvula Retenedor	Medidor de Agua
Válvula VQ Aire	Válvula Retenedor	Sobresale Contas Incendidas
Canchilla Pluante	Filo o Cáliz	Sensador de Vapor
Medidor de Control	Impulsión de Señal	Válvula Reducida de Presión
Reducción Condensadora	Presostato	Temporizador
Reducción Bacteriostática	Manómetro	Receptor Superior
Regulador Recorrido	Manómetro	Receptor Superior Inferior
Regulador Recorrido Superior	Cable de Freno	Receptor en Freno
Sistema de Bombeo	Sistema de Bombeo Sumergido	
Nomenclatura Abreviada		
V.F.R.B.E.P.	Vara de Limpieza de Fregadero	
V.A.F.B.A.A.A.F.	Vara de Limpieza de Saneamiento	
V.F.R.D.	Vara de Limpieza de Ducha	
V.V.V.V.	Vara de Limpieza de Ventilación	



CORTE DE ESTRUCTURA METÁLICA Y TANQUE ELEVADO  
ESC 1/50



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE  
EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO  
MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
INSTALACIONES SANITARIAS

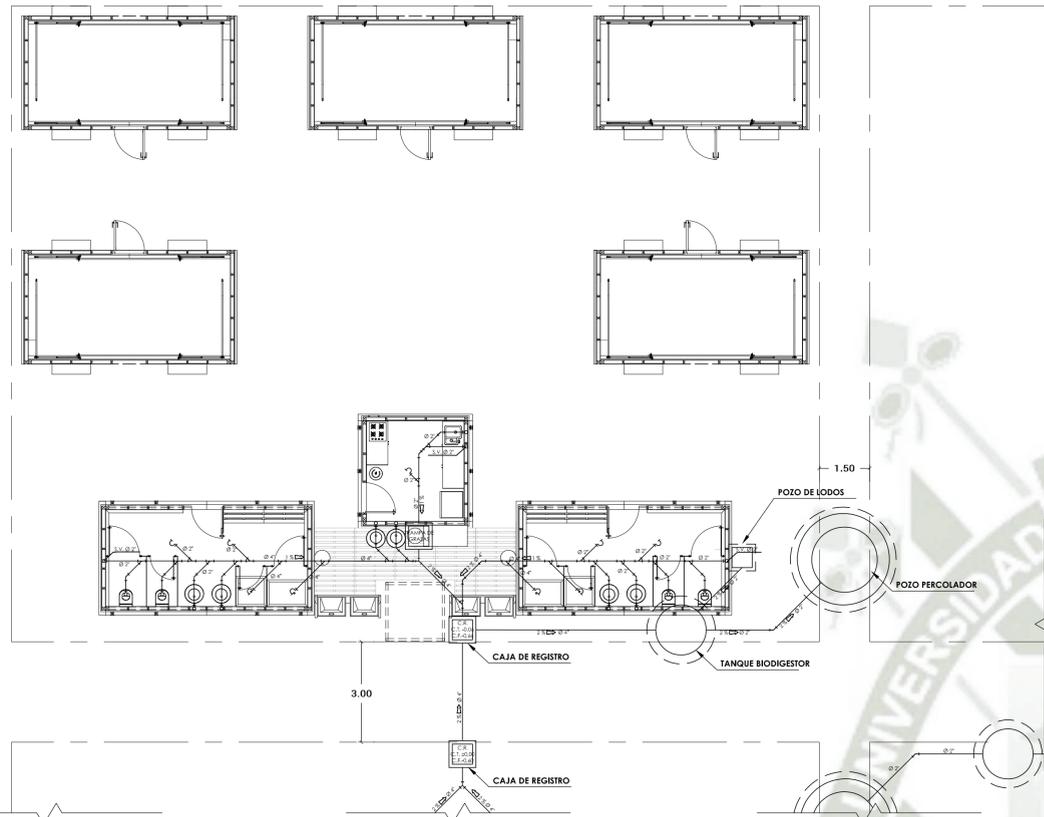
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

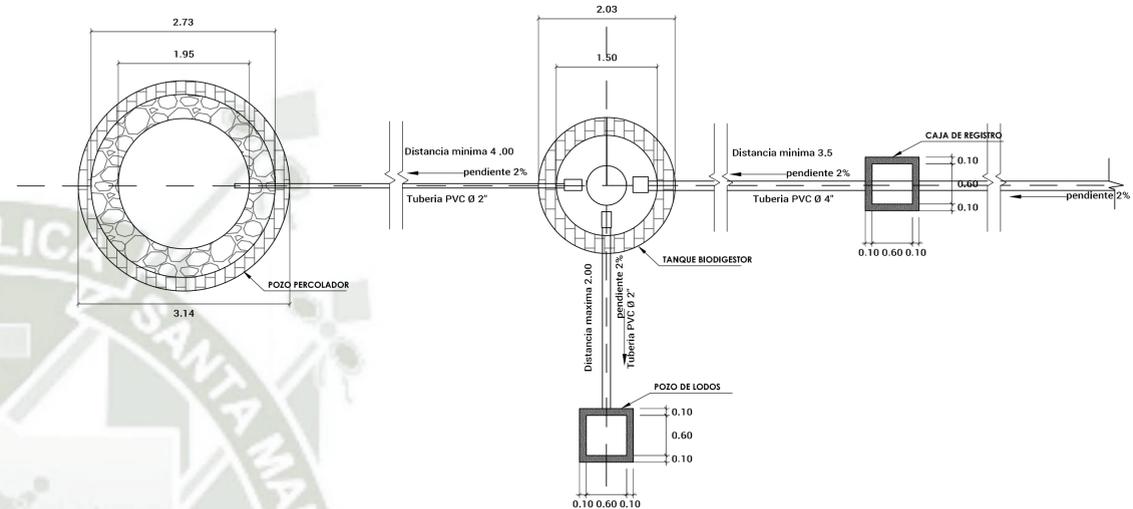
TÍTULO:  
ESQUEMAS EN PLANTA DE  
INSTALACIONES SANITARIAS  
PARA GRUPOS DE REFUGIOS  
Y SU DESARROLLO

LÁMINA:

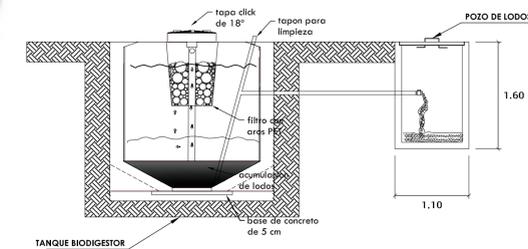
IS-102



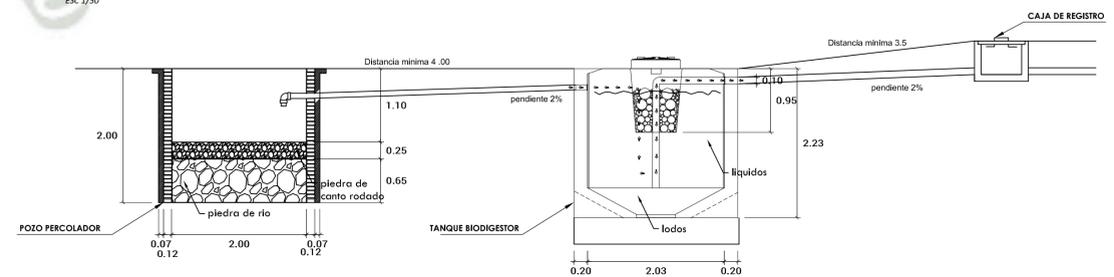
PLANTA INSTALACIONES SANITARIAS DE CLÚSTER  
ESC 1/100



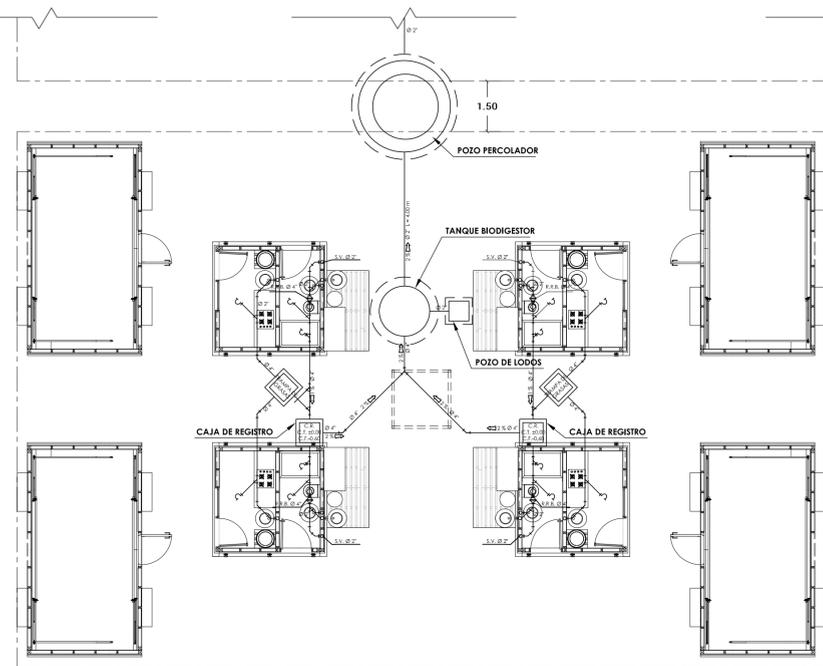
PLANTA DE INSTALACIÓN DE BIODIGESTOR  
ESC 1/50



CORTE DE BIODIGESTOR A POZO DE LODOS  
ESC 1/50



CORTE DE CAJA DE REGISTRO A BIODIGESTOR Y POZO PERCOLADOR  
ESC 1/50



PLANTA INSTALACIONES SANITARIAS GRUPO DE 4 VIVIENDAS INDEPENDIENTES  
ESC 1/100

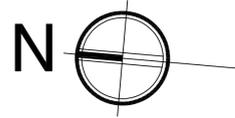
LEYENDA	
—	Tubería 100mm Agua Fría P.V.C.
—	Tubería para Drenaje P.V.C.
—	Tubería para Ventilación P.V.C.

ACCESORIOS			
+	Codo de 90°	+	Codo 90° con Ventilación
+	Codo de 45°	+	Teñ Señalado
+	Codo de 30°	+	Teñ Señalado Simple
+	Unión de Tuberías	+	Teñ Señalado Dobles
+	Unión Vertical	+	Teñ Señalado Dobles
+	Unión con Breda	+	Teñ con Señalado
+	Teñ	+	Pompa P
+	Teñ con Breda	+	Pompa 2P
+	Teñ	+	Drenaje 90m
+	Válvula de Paso	+	Guía
+	Válvula de Compensación	+	Anclaje
+	Válvula de Doble	+	Sumbido y Torpedo P
+	Válvula de Control	+	Clapoteo
+	Válvula GSAT	+	Tapón 1
+	Válvula de Retención	+	Tapón 2
+	Válvula de Retención	+	Tapón 3
+	Válvula de Retención	+	Tapón 4
+	Válvula de Retención	+	Tapón 5
+	Válvula de Retención	+	Tapón 6
+	Válvula de Retención	+	Tapón 7
+	Válvula de Retención	+	Tapón 8
+	Válvula de Retención	+	Tapón 9
+	Válvula de Retención	+	Tapón 10
+	Válvula de Retención	+	Tapón 11
+	Válvula de Retención	+	Tapón 12
+	Válvula de Retención	+	Tapón 13
+	Válvula de Retención	+	Tapón 14
+	Válvula de Retención	+	Tapón 15
+	Válvula de Retención	+	Tapón 16
+	Válvula de Retención	+	Tapón 17
+	Válvula de Retención	+	Tapón 18
+	Válvula de Retención	+	Tapón 19
+	Válvula de Retención	+	Tapón 20
+	Válvula de Retención	+	Tapón 21
+	Válvula de Retención	+	Tapón 22
+	Válvula de Retención	+	Tapón 23
+	Válvula de Retención	+	Tapón 24
+	Válvula de Retención	+	Tapón 25
+	Válvula de Retención	+	Tapón 26
+	Válvula de Retención	+	Tapón 27
+	Válvula de Retención	+	Tapón 28
+	Válvula de Retención	+	Tapón 29
+	Válvula de Retención	+	Tapón 30
+	Válvula de Retención	+	Tapón 31
+	Válvula de Retención	+	Tapón 32
+	Válvula de Retención	+	Tapón 33
+	Válvula de Retención	+	Tapón 34
+	Válvula de Retención	+	Tapón 35
+	Válvula de Retención	+	Tapón 36
+	Válvula de Retención	+	Tapón 37
+	Válvula de Retención	+	Tapón 38
+	Válvula de Retención	+	Tapón 39
+	Válvula de Retención	+	Tapón 40
+	Válvula de Retención	+	Tapón 41
+	Válvula de Retención	+	Tapón 42
+	Válvula de Retención	+	Tapón 43
+	Válvula de Retención	+	Tapón 44
+	Válvula de Retención	+	Tapón 45
+	Válvula de Retención	+	Tapón 46
+	Válvula de Retención	+	Tapón 47
+	Válvula de Retención	+	Tapón 48
+	Válvula de Retención	+	Tapón 49
+	Válvula de Retención	+	Tapón 50

Nomenclatura Abreviada	
V.P.B.P.	Viene y/o bajo Drenaje Pluvial
V.A.P.B.A./A.A.	Viene y/o bajo y/o sobre Agua Plu.
V.P.B.O.	Viene y/o bajo Drenaje
V.P.Z.V.	Viene y/o sobre Ventilación



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA,  
INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

PROYECTO DE TITULACIÓN

TÍTULO PROYECTO:  
REFUGIOS TRANSITORIOS EN CASOS DE  
EMERGENCIA POST-DESASTRE, UTILIZANDO  
MATERIALES SOSTENIBLES, EN EL ÁREA  
METROPOLITANA DE AREQUIPA, 2020

NOTAS:

AUTORES:  
BACH. CRUZ TORRES, PIERINA CRUZ  
BACH. SOLÍS BERNEDO, CHRISTOPHER ALEXANDER

ASESOR:  
ARQ. CRUZ CUENTAS, RICARDO LUIS

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

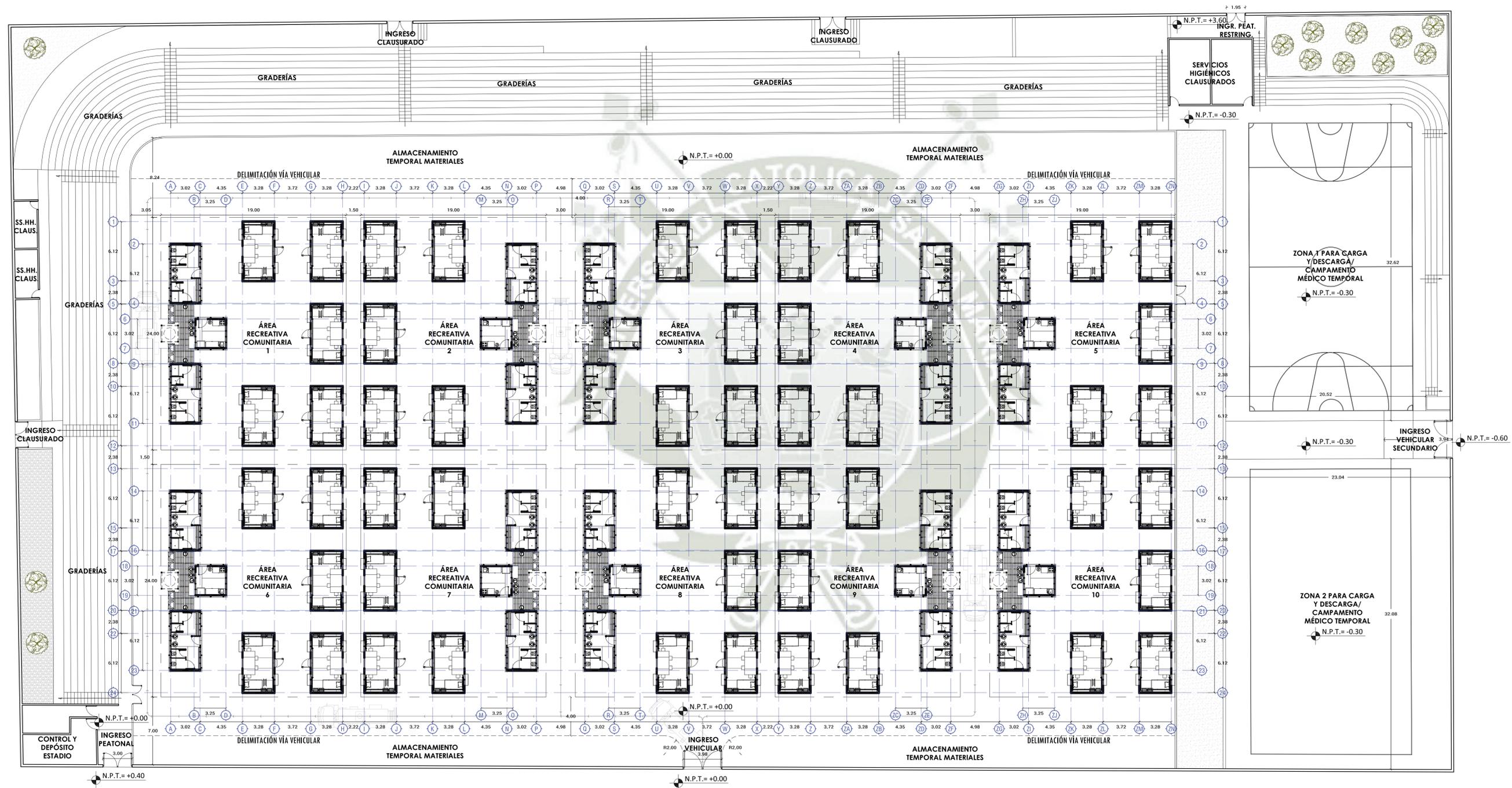
ESCALA:  
INDICADA

FECHA  
DICIEMBRE 2020

TÍTULO:  
PLANIMETRÍA DE UBICACIÓN DE  
REFUGIOS EN GRUPOS TIPO CLÚSTER  
DENTRO DEL ESTADIO ALMIRANTE  
MIGUEL GRAU - PAUCARPATA

LÁMINA:

A-001



PLANTA DE IMPLANTACIÓN DE MÓDULOS EN EL ESTADIO ALMIRANTE MIGUEL GRAU

ESC 1/200