



# Tejido dinámico como articulador entre la estructura y el programa de una vivienda productiva panelera en Nocaima, Cundinamarca

Héctor Fernando Vásquez Contreras | Landris Chimá Racero | Programa de Arquitectura | Facultad de Artes, Comunicación y Cultura | Universitaria Agustiniiana | ✉ hector.vasquezc@uniagustiniana.edu.co; landris.chimar@uniagustiniana.edu.co

## Resumen

La presente investigación relaciona las variables de estructura y programa de una vivienda rural y una enramada panelera, en el contexto de desarrollo del municipio de Nocaima, Cundinamarca, resaltando el factor de la tradición y cultura panelera. Para ello, identificamos y determinamos, con técnicas, las relaciones de las variables en el territorio. A partir del marco teórico de *frame and generic space* (Leupen, 2006) para el análisis de capas, planteamos el sistema portante de núcleos estructurales como contenedo-

res de espacio programático y libradores de espacio genérico. Por último, caracterizamos el programa arquitectónico de acuerdo con la estrategia de hacer visible la infraestructura de la enramada panelera como un eje transversal, por lo que la vivienda rural se teje alrededor de esta para formar un tejido dinámico. Así, desarrollamos un tipo de vivienda productiva panelera adaptable a diferentes pendientes, para ser replicable en los nodos productivos paneleros del municipio.

**Palabras clave:** estructura, programa, vivienda rural, enramada panelera.

# 1. Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis

Parte de la vivienda rural y su área de producción panelera están desvinculadas. En consecuencia, se presenta una fragmentación espacial de cada uno de los programas, teniendo en cuenta la jerarquía contenida en la estructura portante entre las áreas de servicios y los espacios privados y sociales. Esta es una problemática que está presente en el municipio de Nocaima debido a que las áreas de servicios, como espacio programático, determinan que los espacios privados y sociales de la vivienda y la enramada se desarrollen en áreas fuera de la estructura portante, careciendo de espacio genérico. Por lo tanto, en esta investigación nos preguntamos: ¿de qué forma se relaciona la estructura y el programa productivo de la vivienda rural y la enramada panelera?

Así, como objetivo general buscamos evidenciar la relación entre la estructura y el programa productivo de la vivienda rural y la enramada panelera en el municipio de Nocaima, Cundinamarca. A su vez, definimos los siguientes objetivos específicos:

- Identificar la relación espacial de una vivienda rural con una enramada panelera.
- Analizar y distinguir los elementos estructurales como condicionantes de las relaciones espaciales en la vivienda productiva panelera.
- Establecer zonas estratégicas de conectividad de la vivienda productiva con los nodos paneleros.

## 1.1. Hipótesis

La vivienda productiva panelera de Nocaima debe partir de la relación entre la estructura portante y el programa productivo, puesto que el tejido dinámico se conforma mediante espacios genéricos y programáticos que se ven reflejados en la articulación del programa de la vivienda rural y la enramada panelera.

# 2. Marco de referencia

## 2.1. Análisis de Leupen

De acuerdo con el marco teórico de *frame and generic space*, Leupen (2006) identifica las capas que componen una edificación, describiéndolas en la estructura, la escenografía, la circulación, los accesos, las instalaciones y el revestimiento. Para Leupen, unas capas de las edificaciones pueden ser más predominantes que otras, e incluso ser dependientes o independientes. En este sentido, las maneras en las que se relacionan las capas posibilitan la transformación y definición espacial de una edificación.

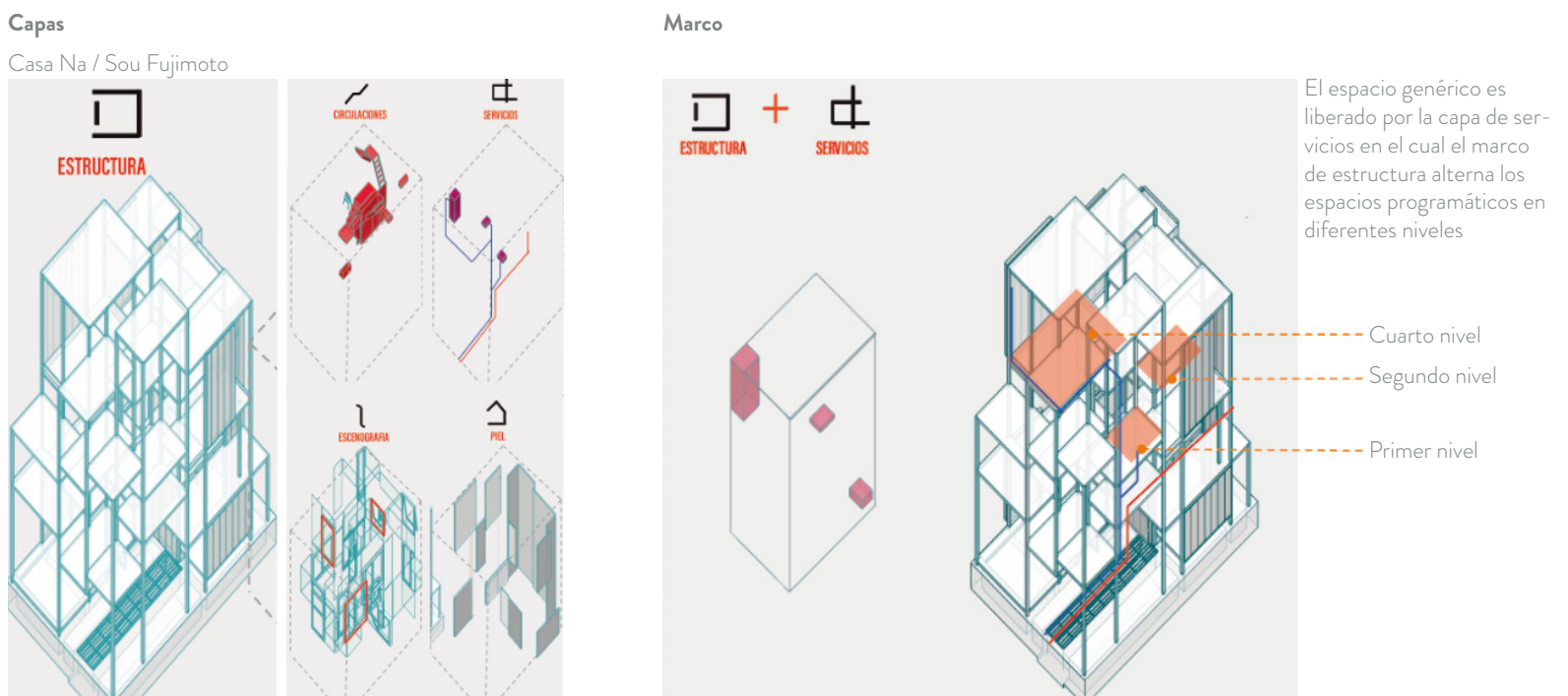
Con base en lo anterior, seleccionamos como referente de estudio la Casa NA del arquitecto Sou Fujimoto (s.f.), teniendo en cuenta que la estructura modifica la disposición espacial y libera espacio genérico en el programa, como se evidencia en la figura 1. Así, concluimos que el marco estructural libera espacio genérico, sumado de la capa de servicios, como resultado de alternar el espacio programático en varios niveles. En este sentido, planteamos la estructura como marco liberador de los programas de la vivienda rural y la enramada panelera.

# 3. Marco conceptual

La consolidación de la vivienda rural y su área productiva parte, como menciona Ching *et al.* (2014), de “comprender el impacto de los sistemas estructurales en el diseño arquitectónico” (p.15). Por lo tanto, la estructura como condicionante y el programa entrelazado con la actividad productiva panelera y la actividad doméstica de la vivienda evidencia una “intención” de la arquitectura de reaccionar al contexto. En esta línea, Bernabéu (2007) establece los siguientes lineamientos para abordar el diseño estructural:

- Valor expresivo de los materiales estructurales: para la vivienda productiva panelera, este valor consiste en que los

Figura 1. Análisis de referente Casa NA



Nota. Fuente: elaboración propia.

materiales deben expresar características de la región y relacionarse con su actividad productiva.

- Nivel de legibilidad y eficiencia de la estructura: este lineamiento indica que se debe manejar un grado de simplicidad que, a su vez, permita elementos no habituales, para lograr eficiencia por medio de la solidez constructiva de una estructura tecnológica.
- Adecuación de la estructura al proyecto arquitectónico: para el concepto de vivienda productiva panelera se debe concebir la estructura y el programa como un todo. Esta caracterización de la estructura como contenedora, que maneja la forma y el cerramiento con pieles contenedoras de la multiplicidad de actividades del programa en un mismo espacio, es necesaria.

Así, los espacios se configuran de tal forma que la vivienda desarrolla un crecimiento progresivo conforme a la estructura y actividad. Tomando como referencia a Aravena y Lacobelli (2012), el marco estructural se entiende como una solución para la vivienda progresiva que crece proporcionalmente a los espacios, lo que no requiere mano especializada. Cadavid y Ortiz (2015), por su parte, exponen que las interacciones entre programas dependen del tipo de productividad que haya, la cual determina la flexibilidad espacial; sin embargo, los instrumentos de la actividad, en su mayoría, llevan a ocupar más espacio del que se tiene contemplado, por lo que se requieren nuevas estrategias.

Por tal motivo, el programa tiene un enlace directo con la función de reacción que establece la relación mencionada. En cuanto a la combinación, yuxtaposición, manipulación y reinención de los espacios en la vivienda productiva, su configuración pasa por la caracterización del espacio, cuyas relaciones se establecen mediante diagramas de relaciones (Wood y Andraos, 2006). Debido a que

actualmente existe una fragmentación entre los espacios privados y sociales, como resultado, estos pueden llegar a transformarse para permitir la visibilidad de los espacios genéricos polivalentes, de tal manera que el área programática tenga mayor integración a la vivienda rural y la enramada panelera. De esta manera, la relación entre la estructura y el programa tiene que ser recíproca (Koolhaas, *et al.*, 2006).

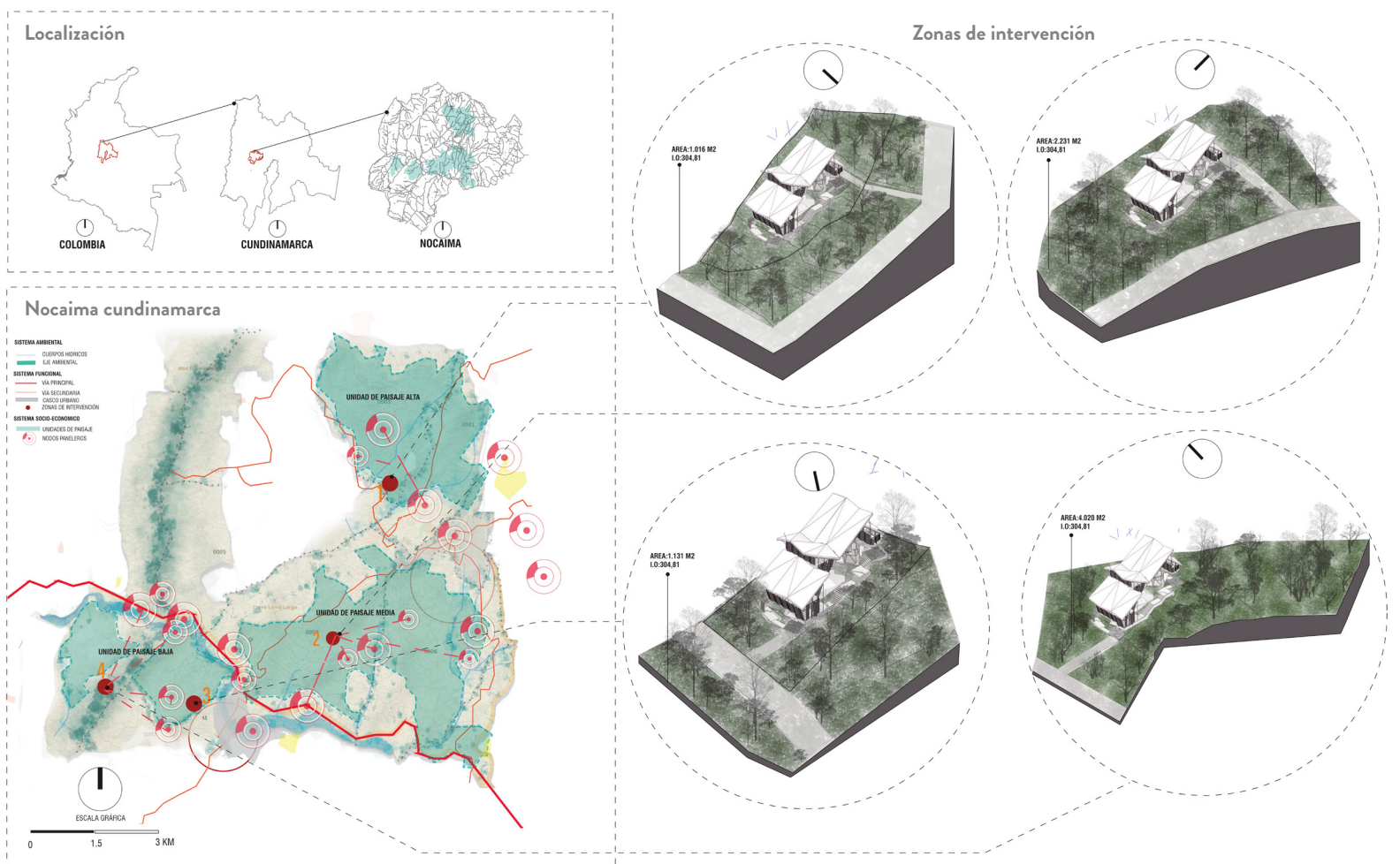
### 3.1. Tejido dinámico entre la estructura y el programa

En relación con lo anterior, el concepto de tejido dinámico es el elemento articulador entre la estructura y el programa. En este marco, Smithson (2011) propone el concepto de *mat-building* para hacer referencia al fenómeno “que se asocia a la idea de tejido o malla de extensión horizontal y es capaz de crecer y transformarse en base a unas leyes internas que le otorgan orden y unidad” (Perich, 2011, p.81). De esta manera, la unidad empieza a interconectar la vivienda rural y la enramada panelera por medio de tejidos articuladores, de patrones, tejidos contenedores y permeables-expansivos. En efecto, el tejido dinámico desarrollado en la vivienda productiva panelera relaciona la estructura y el programa en los marcos de estructura y progresividad, escenografía, en el tejido espacio colectivo y espacios programáticos y no programáticos.

## 4. Campo geográfico de estudio

El campo de estudio está ubicado en Nocaima, Cundinamarca; municipio que cuenta con aproximadamente 5.303 habitantes según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística

Figura 2. Localización y zonas de intervención



Nota. Fuente: elaboración propia.

(Dane, 2005). Colombia cuenta con 26 departamentos productores de panela, siendo Cundinamarca el segundo departamento con mayor área de caña de azúcar cosechada, con un 21% (González, 2016, 25 de octubre). La producción panelera a pequeña escala se concentra en los municipios de la provincia de Gualivá en Cundinamarca, como Nocaima, que tiene alrededor de 40% de población económicamente activa, y un 6,1% en el ámbito de la producción panelera.

Teniendo en cuenta los puntos anteriormente desarrollados aplicados al campo de estudio, y la normativa existente, proponemos un eje de desarrollo para el municipio como parte de la estrategia urbana en relación con la actividad productiva panelera (ver figura 2). Este se divide en tres unidades —unidad de paisaje alta, media y baja— con sus áreas de intervención, ubicando la conectividad de estas con los nodos paneleros. A partir de la normativa, establecimos un 30% de índice de ocupación de la zona de intervención de menor área (1), para ser replicado en las otras zonas de mayor área:

- Zona de intervención 1: unidad de paisaje alta, con un área de 1.016m<sup>2</sup> y un área de ocupación de 304,87m<sup>2</sup>.
- Zona de intervención 2: unidad de paisaje media, con un área de 2.231,48 m<sup>2</sup> y un área de ocupación de 669,44 m<sup>2</sup>.
- Zona de intervención 3: unidad de paisaje baja, con un área de 1.131,99m<sup>2</sup> y un área de ocupación de 339,59 m<sup>2</sup>.
- Zona de intervención 4: unidad de paisaje baja, con un área de 4.020,12 m<sup>2</sup> y un área de ocupación de 603,9 m<sup>2</sup>.

## 5. Metodología

El enfoque metodológico de esta investigación es cualitativo y la metodología se compone de tres etapas que se aplican a un grupo conformado por trabajadores y familias del sector productivo panelero: identificación, modelo y desarrollo. De esta manera, y como se evidencia en la figura 3, identificamos que para una vivienda productiva panelera el proceso de molienda inicia por el almacenamiento de la materia prima y pasa por un circuito de proceso compuesto de la siguiente manera:

1. *Apiladero*: donde se almacena la caña.
2. *Trapiche*: donde se dispone el motor que muele la caña.
3. *Fondos*: donde están los jugos de la caña para su proceso de cocción y para lograr las cochas que permiten hacer la panela.
4. *Moldeo*: es un cuarto con todas las medidas sanitarias para el moldeo de la panela en gaveras.
5. *Empaque y almacenamiento*: donde está el producto terminado para, finalmente, su comercialización en los diferentes puntos paneleros del municipio.

### 5.1. Etapa I. Identificación

Relacionamos las variables de estructura y programa en el territorio, comparando tipos, materialidad, horas-tiempo de trabajo y actividades domésticas. Como resultado, identificamos núcleos de productividad panelera y vivienda rural en ejes de conectividad, teniendo en cuenta la proximidad a las vías; posteriormente, realizamos una clasificación de tipos de vivienda rural y enramada panelera: tipo artesanal, tipo moldeo y tipo técnica (ver figura 4).

#### 5.1.1. Notación y Extracto.

Por medio de la técnica de notación, como forma de representación de las particularidades del programa, realizamos una clasificación de las formas de agrupación espacial. Así, identificamos tres de tipos de vivienda con enramadas paneleras:

1. *Tipo I-Artesanal* (ver figura 5): el programa productivo corresponde al trapiche más antiguo que utilizaba animales para la producción; por lo tanto, la estructura solo contiene el espacio programático de fondos. Por el contrario, en la vivienda, las áreas de servicios se desarrollan en el espacio programático desarticulado del sistema estructural, al igual que el espacio genérico.
2. *Tipo II-Moldeo* (ver figura 6): a diferencia del caso anterior, el tipo moldeo tiene un espacio confinado para el cuarto de moldeo, que facilita el proceso de empaque de la panela y la producción media lineal de fondos, lo que fragmenta los espacios contenidos por la estructura desarticulando el espacio genérico. Por último, en la vivienda, la mayoría de las actividades sociales se desarrollan en el espacio genérico, desarticulado de la estructura, que contiene el espacio programático.
3. *Tipo III-Técnica* (ver figura 7): en este caso, la actividad productiva está contenida en la estructura, en espacios programáticos y genéricos correspondientes al área del apiladero de la caña de azúcar, por lo que se tiene mayor productividad. Por el contrario, en la vivienda, las áreas de servicios están desarticuladas de las áreas sociales y privadas, aunque ambas están contenidas en sistemas estructurales independientes.

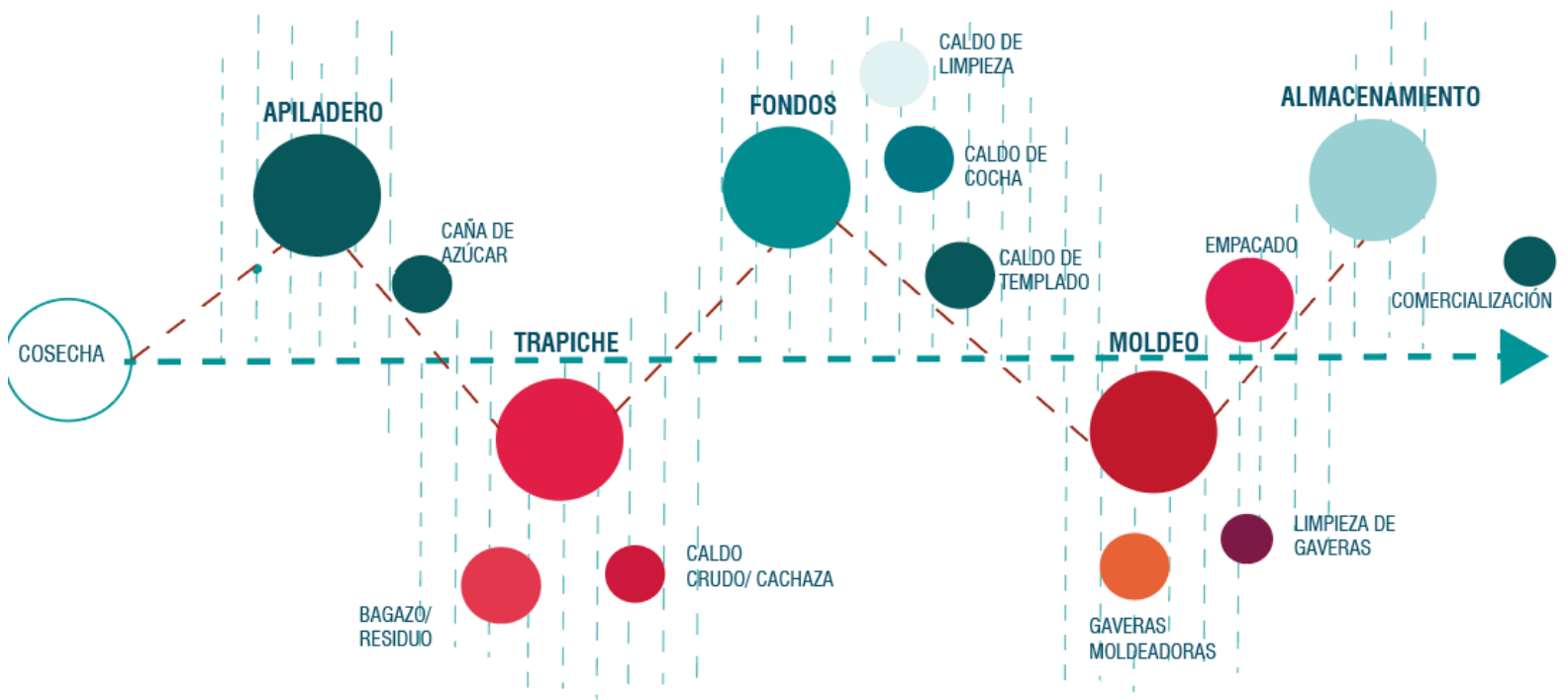
Como resultado, la mejor relación se presenta en el tipo moldeo por la cantidad de producción de panela a media escala y sin infraestructura especializada, por lo que puede ser replicable en cuanto a la relación entre la estructura portante y el programa productivo de la vivienda rural.

---

Colombia cuenta con 26 departamentos productores de panela, siendo Cundinamarca el segundo departamento con mayor área de caña de azúcar cosechada, con un 21% (González, 2016, 25 de octubre).

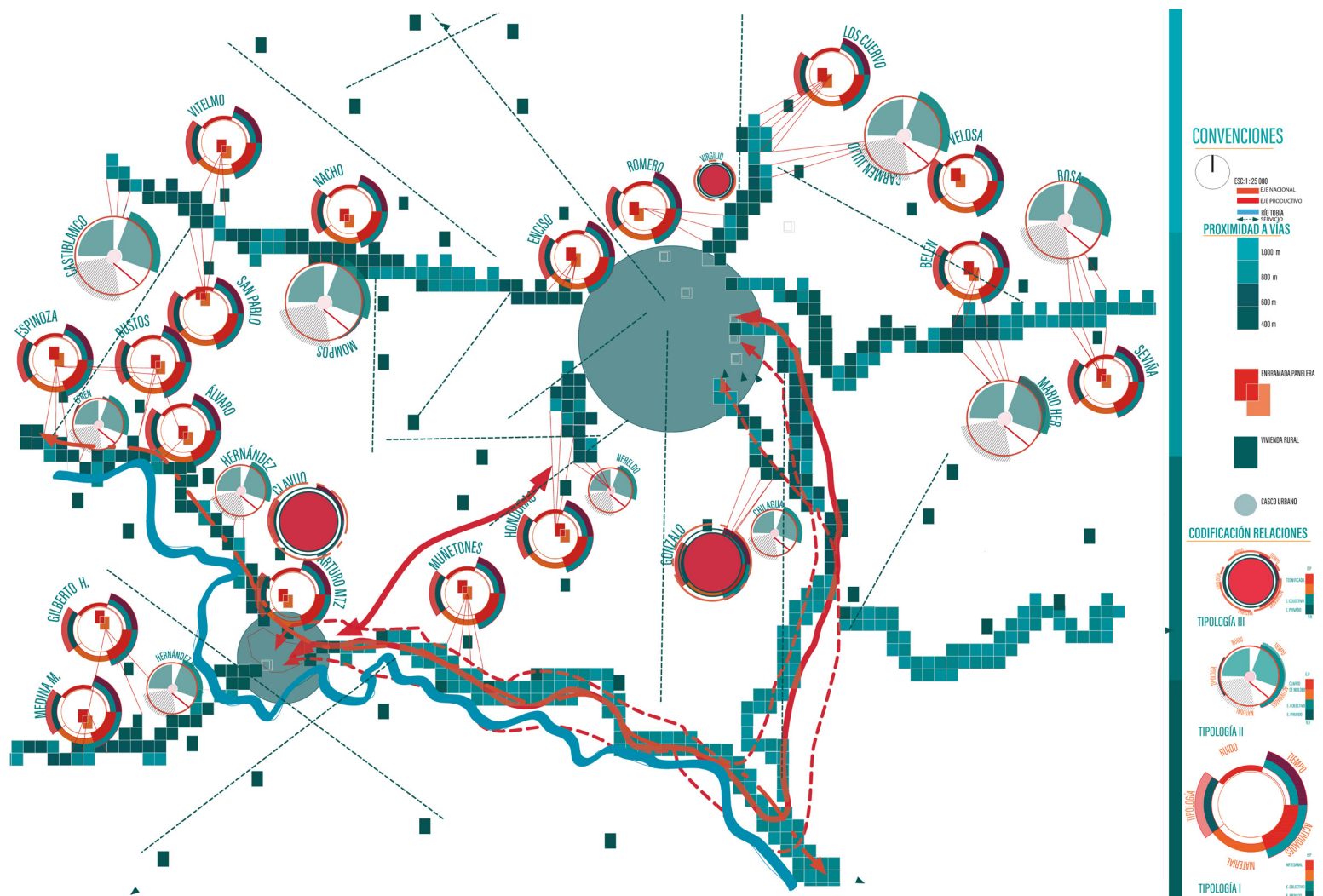


Figura 3. Diagrama del proceso de la panela



Nota. Fuente: elaboración propia.

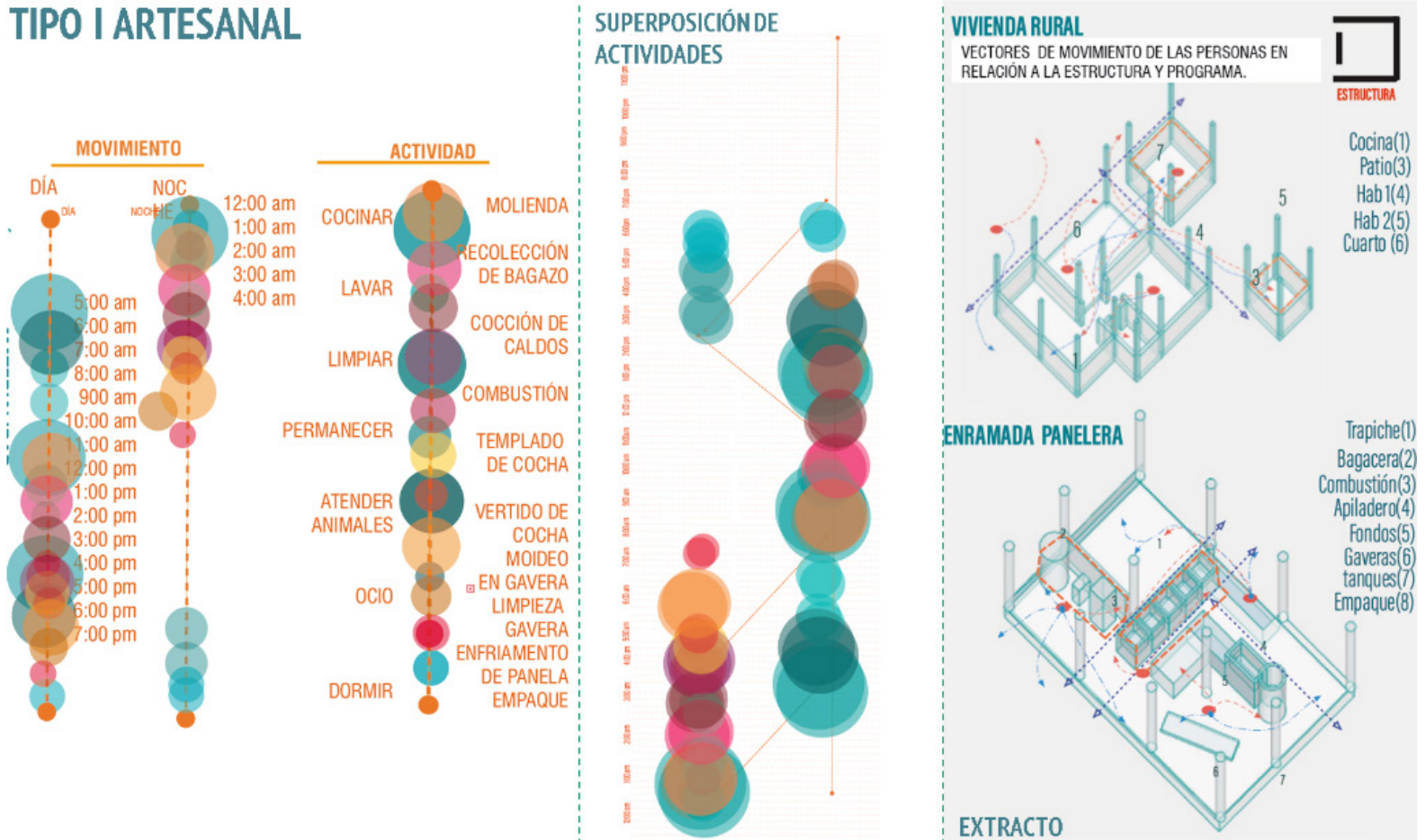
Figura 4. Nodos paneleros y su ubicación en el municipio de Nocaima



Nota. Técnica de recolección de información: localizamos las enramadas paneleras, que se identifican por los apellidos de sus dueños, y las rutas de acceso; codificamos las relaciones entre la vivienda y la enramada. Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Notación y extracto Tipo I-Artesanal

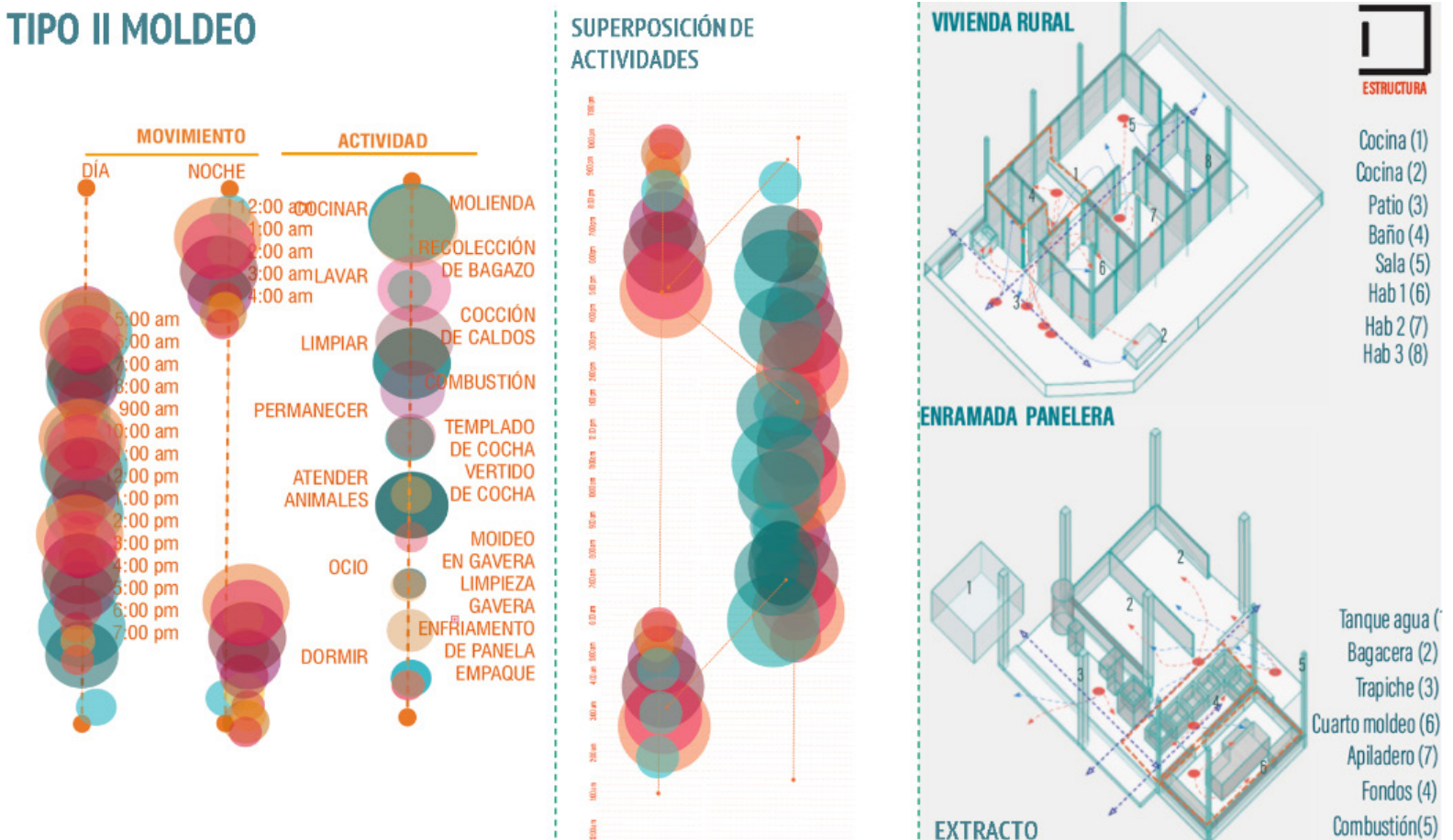
## TIPO I ARTESANAL



Nota. El extracto representa la división programática de ambos programas y el flujo en el desarrollo de las actividades dentro y fuera de la estructura portante. Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Notación y extracto Tipo II-Moldeo

## TIPO II MOLDEO

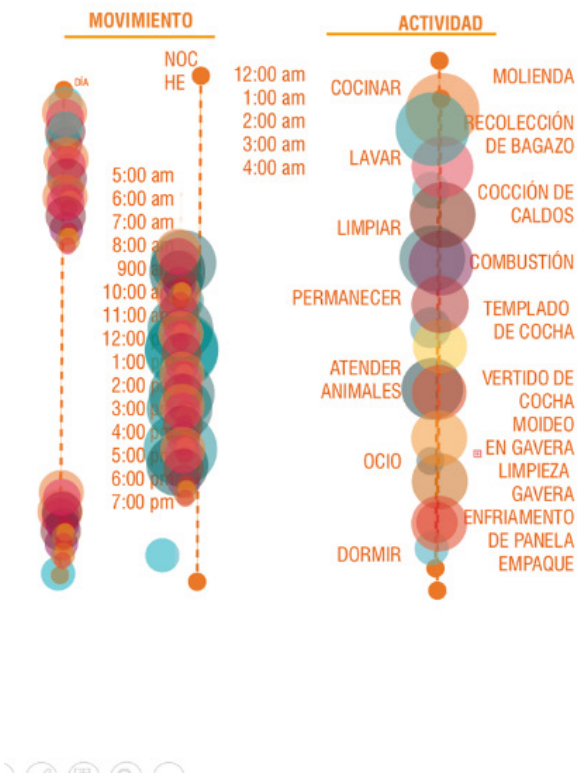


Nota. Fuente: elaboración propia.

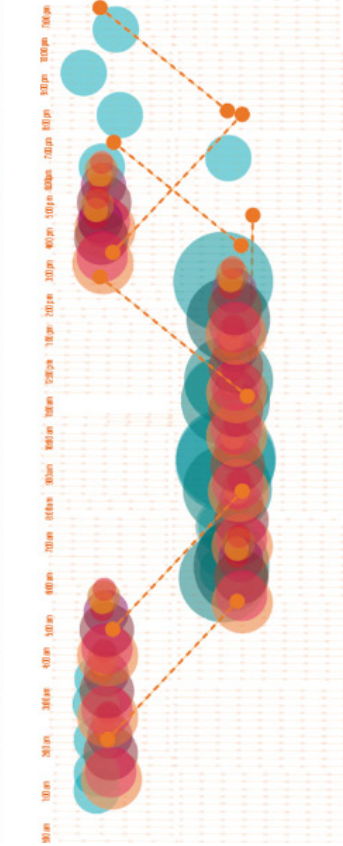


Figura 7. Notación y extracto Tipo III-Técnica

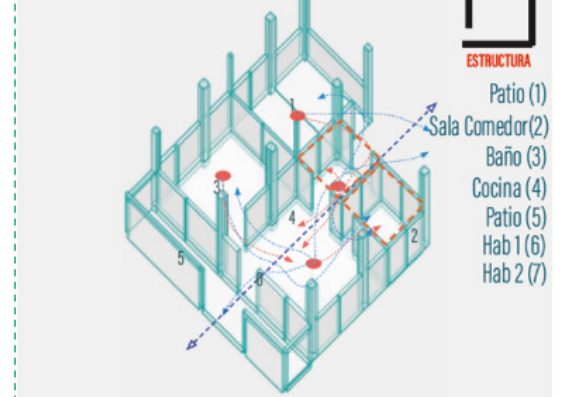
## TIPO III TÉCNICA



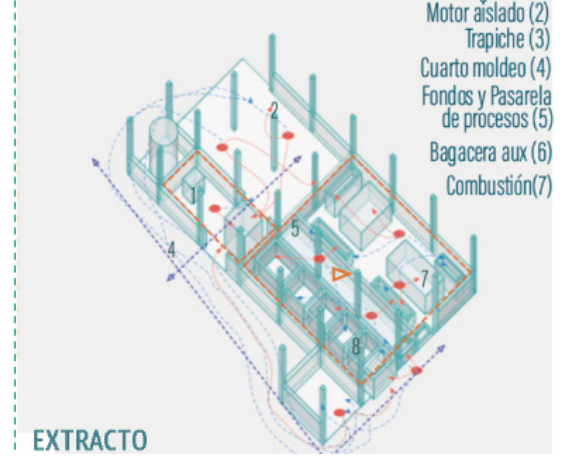
### SUPERPOSICIÓN DE ACTIVIDADES



### VIVIENDA RURAL



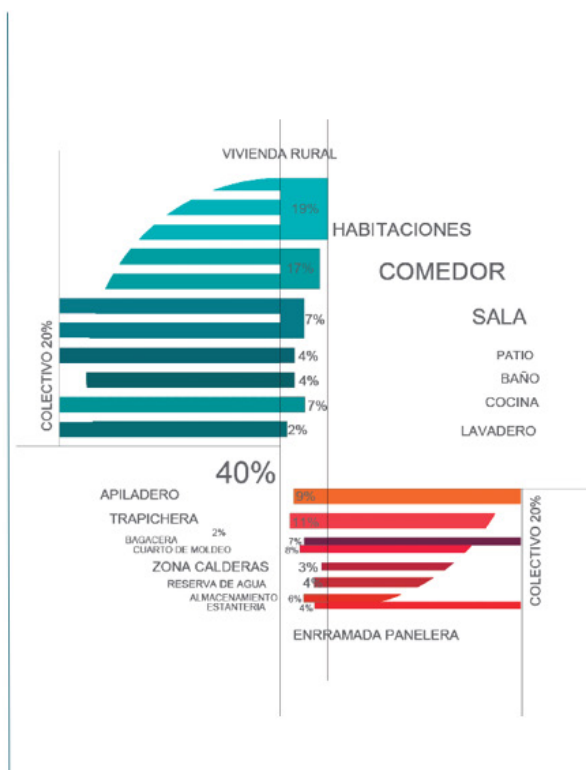
### ENRAMADA PANELERA



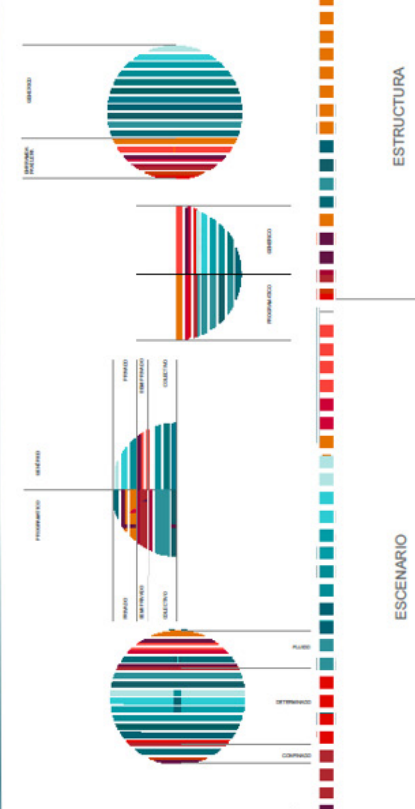
Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Programa e intención

## PROGRAMA



### FILTROS



### INTENSIÓN: EL CISNE



Nota. Los filtros son una estrategia para determinar las características de los espacios, de ambos programas, principalmente los genéricos y programáticos. Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Etapa II. Modelo

En relación con la estructura como condicionante de los espacios programáticos y genéricos, el programa puede configurarse como una estrategia de relación espacial. En este sentido, disponemos que el 60 % del programa corresponda a la vivienda y el 40% al área productiva del proceso de la molienda. Posteriormente, determinamos la intención del programa aplicando el cisne (Wood y Andraos, 2006), como se muestra en la figura 8; este término tiene el propósito de hacer visible la infraestructura productiva que generalmente se oculta detrás de la vivienda; situación que causa la fragmentación. Por lo tanto, enmarcamos la enramada panelera en un eje longitudinal, determinando un inicio, nudo y desenlace de la vivienda que se teje alrededor.

Por último, desarrollamos el concepto de tejido dinámico para dos tipos de estrategias (ver figura 9). En primer lugar, la longitudinal central, configurada a partir de dos centralidades que se refuerzan con el eje longitudinal por el espacio programático correspondiente a la enramada. En segundo lugar, la vertical central, correspondiente a las siguientes reglas aplicadas a la vivienda: (1) el espacio programático queda como centro; (2) el espacio privado va en escalonamiento perimetralmente; y (3) los marcos deben corresponder a un patrón que componen el concepto de tejido dinámico.

### 5.2.1. Neutralidad-Transferencia para el espacio colectivo.

En relación con la temática expuesta de los espacios genéricos y programáticos articulados por el tejido dinámico entre la estructura y el programa de la vivienda productiva panelera, realizamos una estrategia de no composición con la neutralidad para el primer ni-

vel colectivo, formada a partir de una grilla absoluta para generar un campo. De esta manera, establecimos zonas de actividad por medio de las células variables compuestas a partir de extractos de notación: célula panelera programática, célula programática intermedia, célula no programática y célula exterior colectiva. Estas células se disponen en el campo a partir de los principios de ritmo y superposición (ver figura 10).

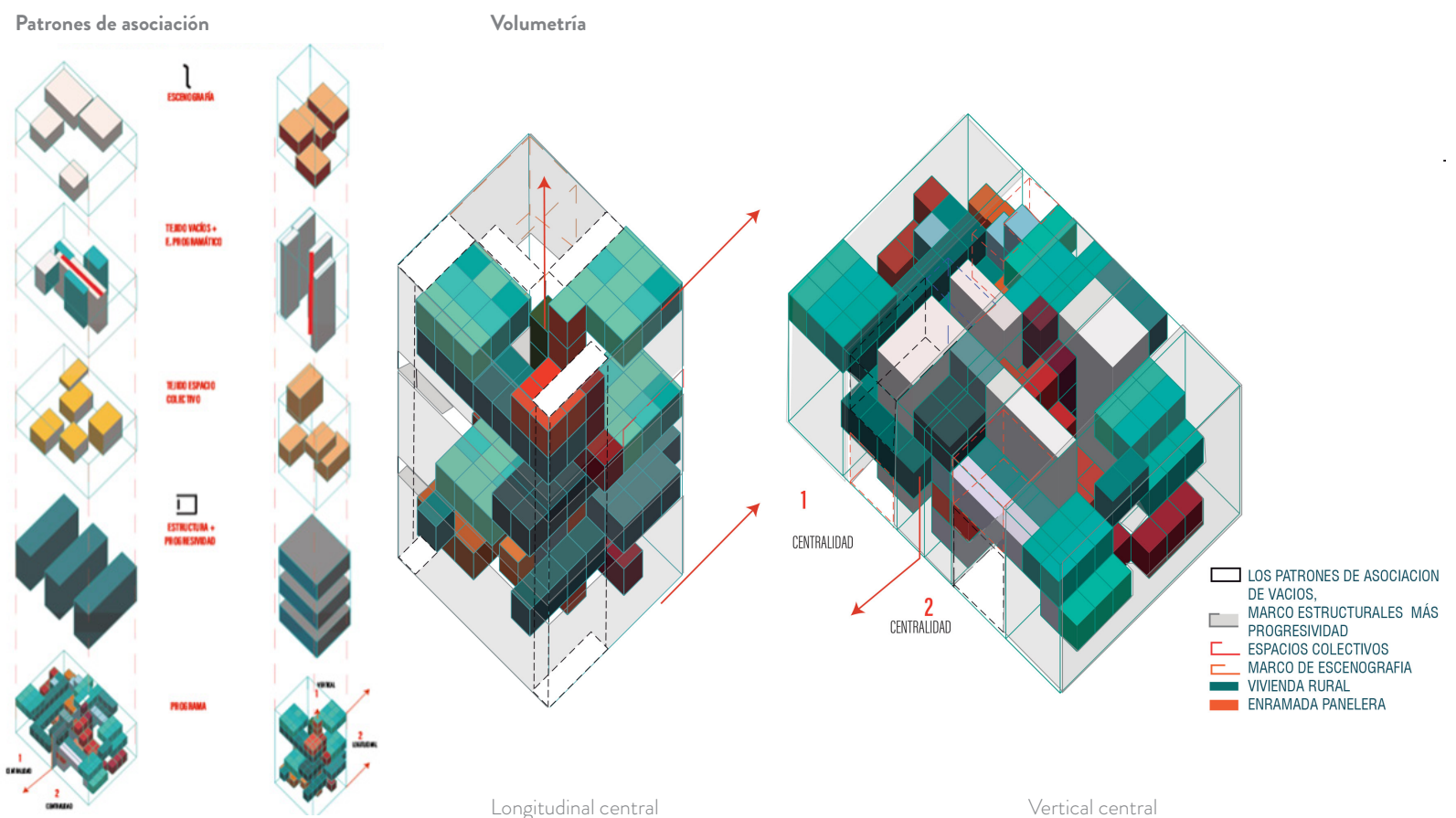
Posteriormente, intervenimos, por medio de un objeto encontrado, una imagen de textura paramétrica similar a la topografía irregular e inclinada del municipio, la cual condicionó todos los elementos y zonas de actividad productiva logradas, para configurar el esquema de primer nivel colectivo, que relaciona la actividad productiva panelera y la vivienda rural (ver figura 11).

## 5.3. Etapa III. Desarrollo

La estrategia de implantación parte del análisis de las áreas para el desarrollo de la vivienda rural productiva de nodos paneleros. En ese orden de ideas, identificamos los sistemas urbanos para establecer tres unidades de paisaje en relación con la actividad productiva del municipio (ver figura 12):

1. Sistema ambiental: el eje ambiental del río Tobia relaciona las unidades de paisaje media y baja.
2. Sistema funcional: la infraestructura vial articula dos ejes: eje superior, unidad de paisaje alta y media; y eje inferior, unidad de paisaje media y baja.
3. Sistema socio-económico: las unidades de paisaje potencializan los núcleos paneleros.

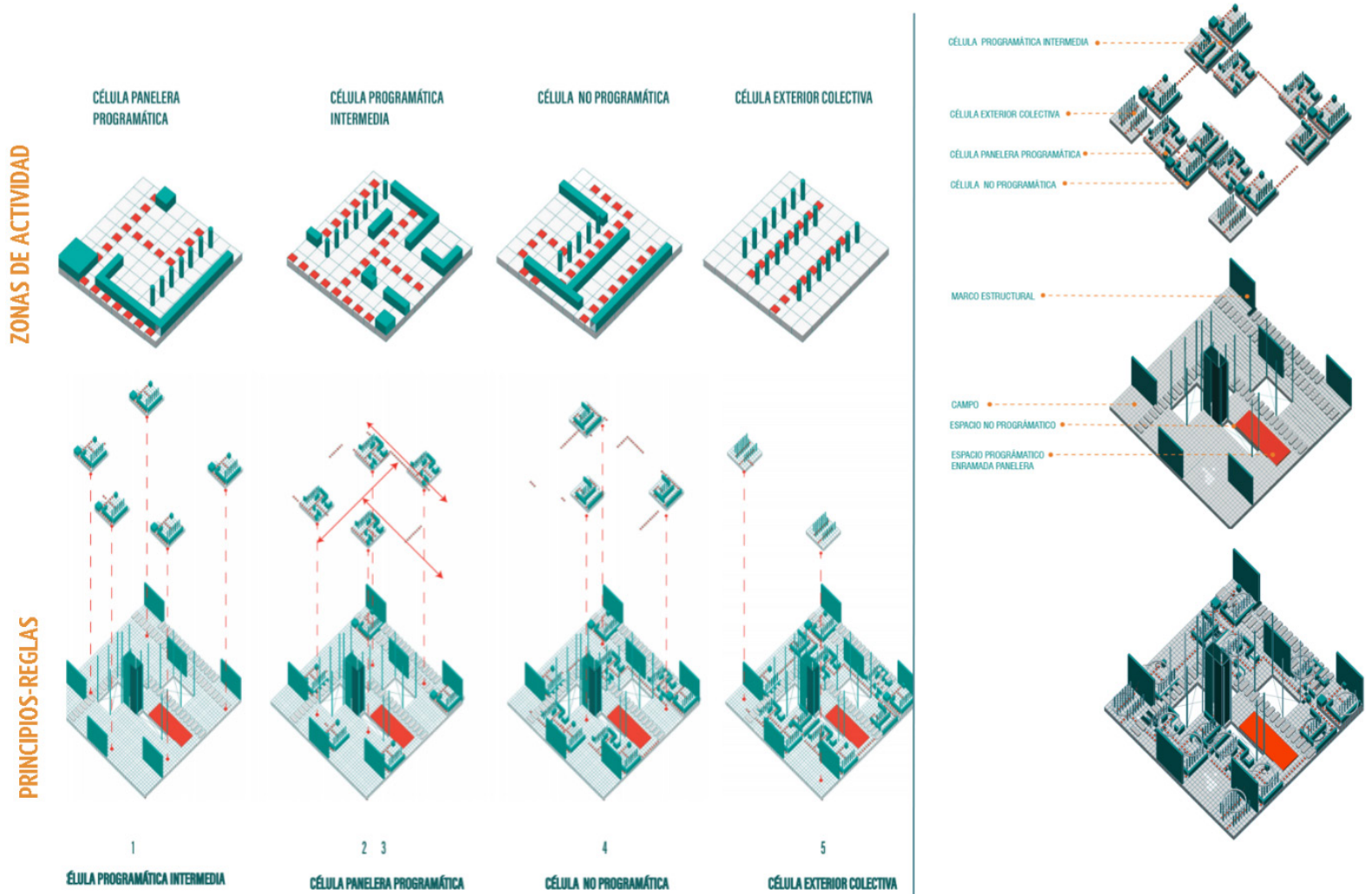
Figura 9. Concepto - programa



Nota Longitudinal central y vertical central corresponden a una propuesta volumétrica programática para una vivienda productiva panelera, que relaciona ambos programas por medio del tejido dinámico. Fuente: elaboración propia.

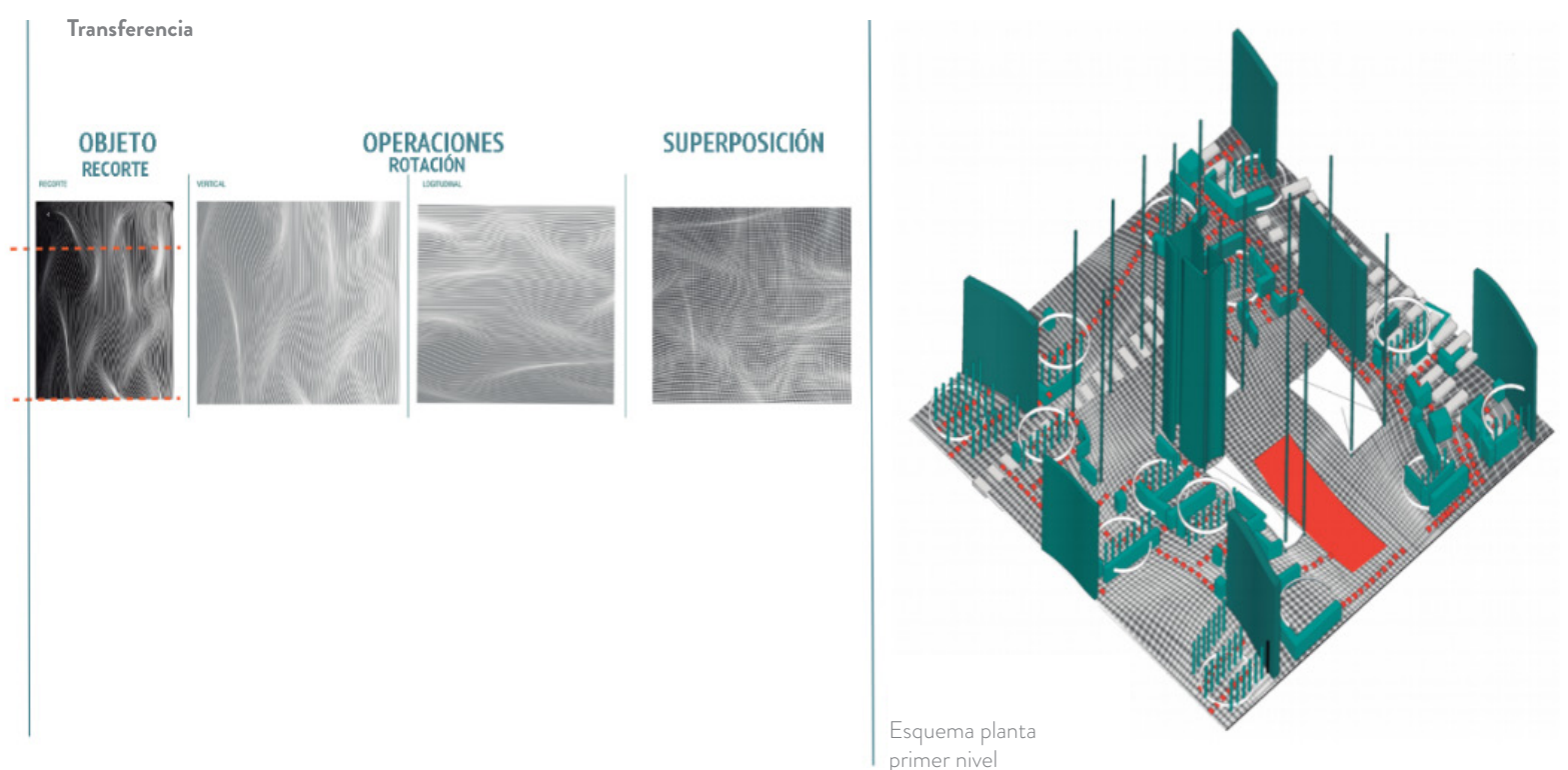


Figura10. Reglas y neutralidad



Nota. La neutralidad es una estrategia de no composición para el primer nivel colectivo, con relación a la determinación de zonas de actividad, entre colectivas y productivas, en la vivienda productiva panelera.

Figura 11. Esquema de primer nivel

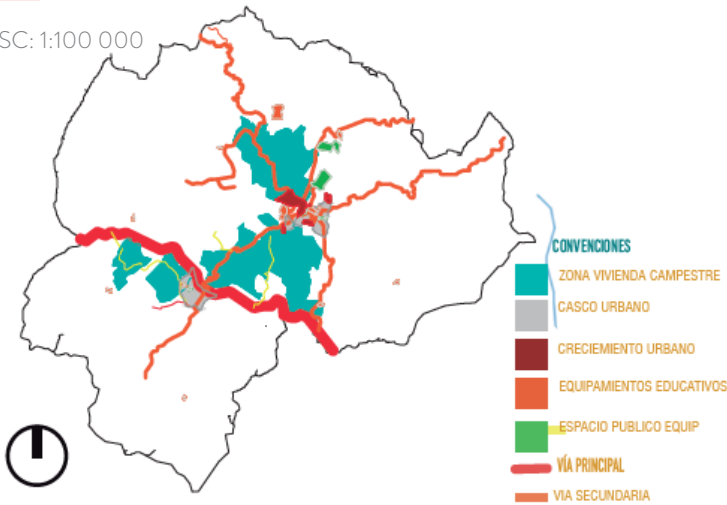


Nota. Transferencia como técnica de diseño a partir de un objeto intervenido y transferido a la neutralidad. Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Sistemas urbanos

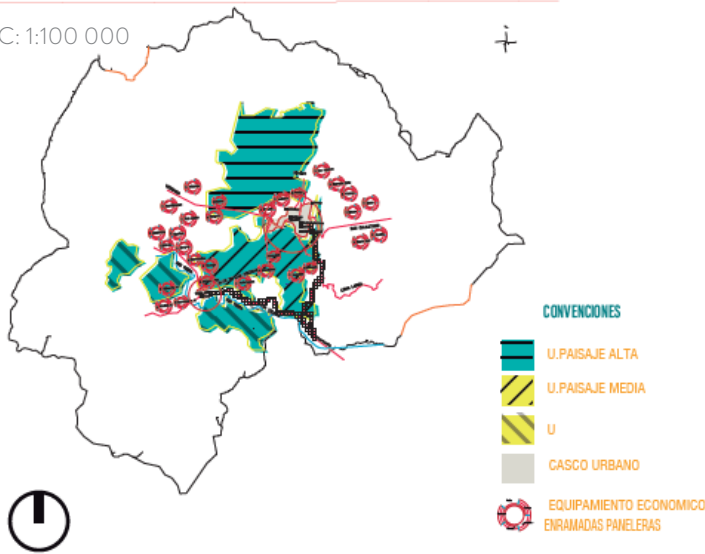
Sistema funcional

ESC: 1:100 000



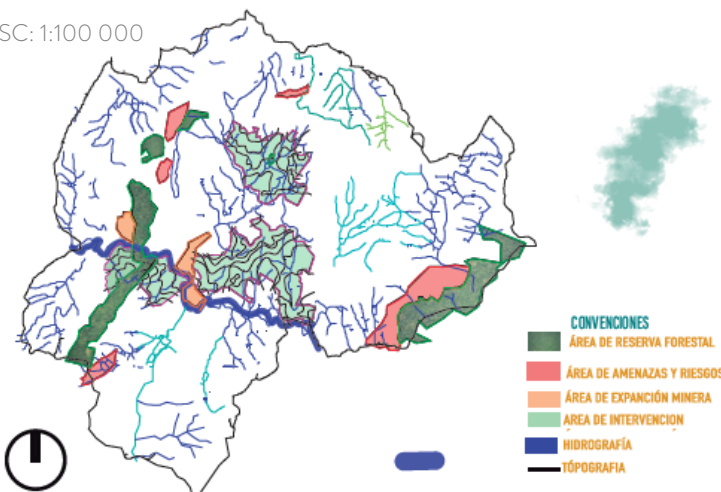
Sistema socio-económico

ESC: 1:100 000



Sistema ambiental

ESC: 1:100 000



Nota. Fuente: elaboración propia.

## 6. Descripción de los datos obtenidos e interpretación y discusión de la información

### 6.1. Notación Estructural Programática

Con el objetivo de determinar los elementos estructurales que condicionan las relaciones espaciales en la vivienda productiva panelera, partimos de la experimentación comparando siete sistemas estructurales como marco liberador de espacio genérico, siguiendo las características del sistema estructural de acuerdo con el manual de estructuras ilustrado de Ching *et al.* (2014): estructuras de pórticos rígidos, muros rigidizadores, núcleos con vigas estabilizadoras, estructuras tubulares, pórticos articulados, vigas Vierendeel, estructuras tensadas y forjados en maderas. Por otro lado, como segunda característica, sumamos la estructura con el espacio programático de ambos programas. Por último, como tercera característica, establecimos la estructura y el programa de acuerdo con la adaptabilidad del lugar de emplazamiento debido a la pendiente alta.

A continuación, presentamos los resultados de los experimentos:

1. *Aporticado*: a partir de una rejilla de 4x4m con propuesta de cimentación de micropilotes, el marco estructural actúa como contenedor de espacio genérico. Como segunda característica, el espacio programático de la vivienda se distribuye en diferentes niveles y el espacio programático de la enramada panelera como un eje transversal a la estructura. La estructura, al emplazarla en el terreno, no permite espacio genérico para el primer nivel colectivo.
2. *Muros pantalla*: el marco estructural de los muros pantalla, sumados a la transferencia, libera espacio genérico en las placas para la vivienda. Al emplazarlo en el terreno en el primer nivel, se crean espacios determinados que delimitan el espacio programático del programa productivo.
3. *Núcleos estructurales más vigas*: los núcleos y cubierta concentran el espacio programático y actúan como marco liberador de espacio genérico, establecido por la modulación de placas con tensores, disponiendo el eje transversal del espacio programático de la enramada panelera. El marco estructural en la topografía se comporta como tres estructuras independientes y abre la posibilidad de operaciones de rotación y transferencia.
4. *Pilares más núcleos*: el sistema estructural dual, a partir de núcleos con pilares, contiene el espacio programático en núcleos funcionales, y el espacio genérico es modulado por células que se disponen en una rejilla. Al emplazarlo en el primer nivel, el sistema estructural contiene y delimita el espacio genérico.
5. *Muros pantalla más vigas Vierendeel*: los muros pantalla ascienden desde la transferencia disponiendo vigas Vierendeel para liberar espacio genérico en la vivienda; el espacio programático queda como un eje transversal. En el emplazamiento en el terreno, el espacio genérico queda liberado.
6. *Aporticado más cerchas y tensores*: el aporticado, a partir de un encofrado tipo túnel como contenedor de espacio programático horizontal, cuenta en su parte superior con cerchas y tensores para las placas, con el fin de liberar espacio genérico en el primer nivel. Sin embargo, al emplazarlo, no se libera espacio genérico en la vivienda.



Figura 13. Experimentos; notación estructural programática (2020)

| EXPERIMENTO                                  | ①   | ②  | ③  | ④   | ⑤   | ⑥   | ⑦   |
|--|---|--|--|---|---|---|---|
| SISTEMA ESTRUCTURAL                          | APORTICADO  | MUROS PANTALLA   | NÚCLEO ESTRUCTURAL + VIGAS   | PILARES + NÚCLEOS   | MUROS PANTALLA - VIGAS VIRENDEL   | APORTICADO - CERCAS - TENSORES.   | APORTICADO MADERA UNIONES METAL   |
| VOLUMETRÍA                                   | <p>Marco estructural en madera a partir de una regilla con dimensiones 4x4 m, con una propuesta de micropilotes de concreto.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> | <p>Marco estructural a partir de muros pantalla sumados a la transferencia de tejido paramétrico, liberan el E. genérico en las placas.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> | <p>Marco estructural con núcleos y cubierta concentra el E. programático y a su vez libera el E. genérico dispuesto por una modulación de placas suspendidas, siendo flexible y progresivo.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> | <p>Marco estructural dual de núcleos con pilares, concentra E. programático, y el espacio genérico queda contenido por los regillos.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> | <p>Muros pantalla que ascienden desde la transferencia, disponiendo vigas virendel que quedan suspendidas por los muros liberando espacio.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> | <p>Aporticado a partir de un encofrado tipo tunel el cual en su parte superior cuenta con cercas las cuales se usan para la distribución del programa.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> | <p>Corresponde a un sistema aporticado en función de la cubierta como un sifón en la línea de producción panelera que se eje transversal del programa.</p> <p>ESPACIO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E. Genérico</li> <li>E. programático</li> <li>Flujos</li> </ul> |
| TOPOGRAFÍA                                   | <p>La estructura actúa como contenedor del E. genérico, el E. programático queda distribuido en diferentes niveles en relación a el E. programático de la Enramada como eje transversal.</p>  | <p>El marco estructural y el programa toma la volumetría del Xyz longitudinal más la transferencia "Tejido paramétrico" yuxtapuestos al eje programático de la Enramada Panelera.</p>  | <p>El programa se conforma en tres volúmenes yuxtapuestos sobre el eje transversal programático de la enramada panelera en primer nivel.</p>   | <p>Los núcleos son funcionales con E. programático en relación a enramada en primer nivel, el espacio genérico queda modulado por celulas.</p>  | <p>Lo encontramos en todo el primer nivel acompañado de los muros pantalla que están contrapuestos con la transferencia.</p>  | <p>Se desarrolla alrededor del espacio programático generado por un encofrado tipo tunel de hormigón superponiendo el espacio genérico con tensores.</p>  | <p>Se desarrolla de manera lineal correspondiendo a la topografía, acompañando la línea de producción panelera.</p>   |
| RESULTADO - PLANTA LIBRE                     | <p>El marco estructural contiene espacio genérico para la planta de primer nivel adaptándose al terreno si altera el programa.</p> <p>TRANSFERENCIA</p>   | <p>Los muros pantalla crean espacios determinados y delimitan el espacio genérico y programático en el primer nivel.</p>   | <p>El marco estructural se comporta en estructuras independientes abren posibilidades a la rotación y transferencia en relación a la actividad programática panelera.</p>  | <p>El marco dual al adaptarse al terreno confina y delimita el espacio genérico en primer Nivel.</p>  | <p>Los muros pantalla crean espacios determinados en primer nivel liberando la topografía, lo que nos permite solo operar en los espacios que van a quedar suspendidos por las vigas virendel.</p>  | <p>El tunel prefabricado es dispuesto de manera transversal a la topografía, haciendo que los espacios colgantes en escalonamiento, correspondan a la topografía.</p>   | <p>La cubierta acompaña la topografía de manera escalonada, de forma lineal para que los sifones terminen funciones a favor de la producción.</p>   |
| Características de la estructura como marco: | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>  | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>   | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>   | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>  | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>  | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>  | <p>① Libera E. genérico.</p> <p>② Contiene E. Programático.</p> <p>③ E. determinados y fluidos.</p> <p>④ Flexibilidad y progresividad.</p>  |
| CALIFICACIÓN                                 | ① ② ○ ○   | ① ② ③ ○  | ① ② ③ ④  | ○ ② ③ ④   | ① ○ ③ ○   | ○ ② ③ ④   | ○ ② ③ ○   |

Nota. Experimentación como técnica para determinar la relación de las variables de la estructura y el programa productivo para la vivienda productiva panelera. Fuente: elaboración propia.

7. *Aporticado en madera y uniones de metal:* el sistema aporticado en función de la cubierta funciona como un sifón de vapores para la línea de producción panelera, conteniendo el espacio programático. Al emplazarlo en el primer nivel crea espacios determinados.

### 6.2. Análisis de la Notación Estructural Programática

Las características que evaluamos para determinar cómo la estructura condiciona las relaciones espaciales en la vivienda productiva panelera fueron las siguientes:

- Estructura como marco liberador de espacio genérico
- Estructura como marco contenedor de espacio programático
- Espacios determinados y fluidos
- Flexibilidad y progresividad

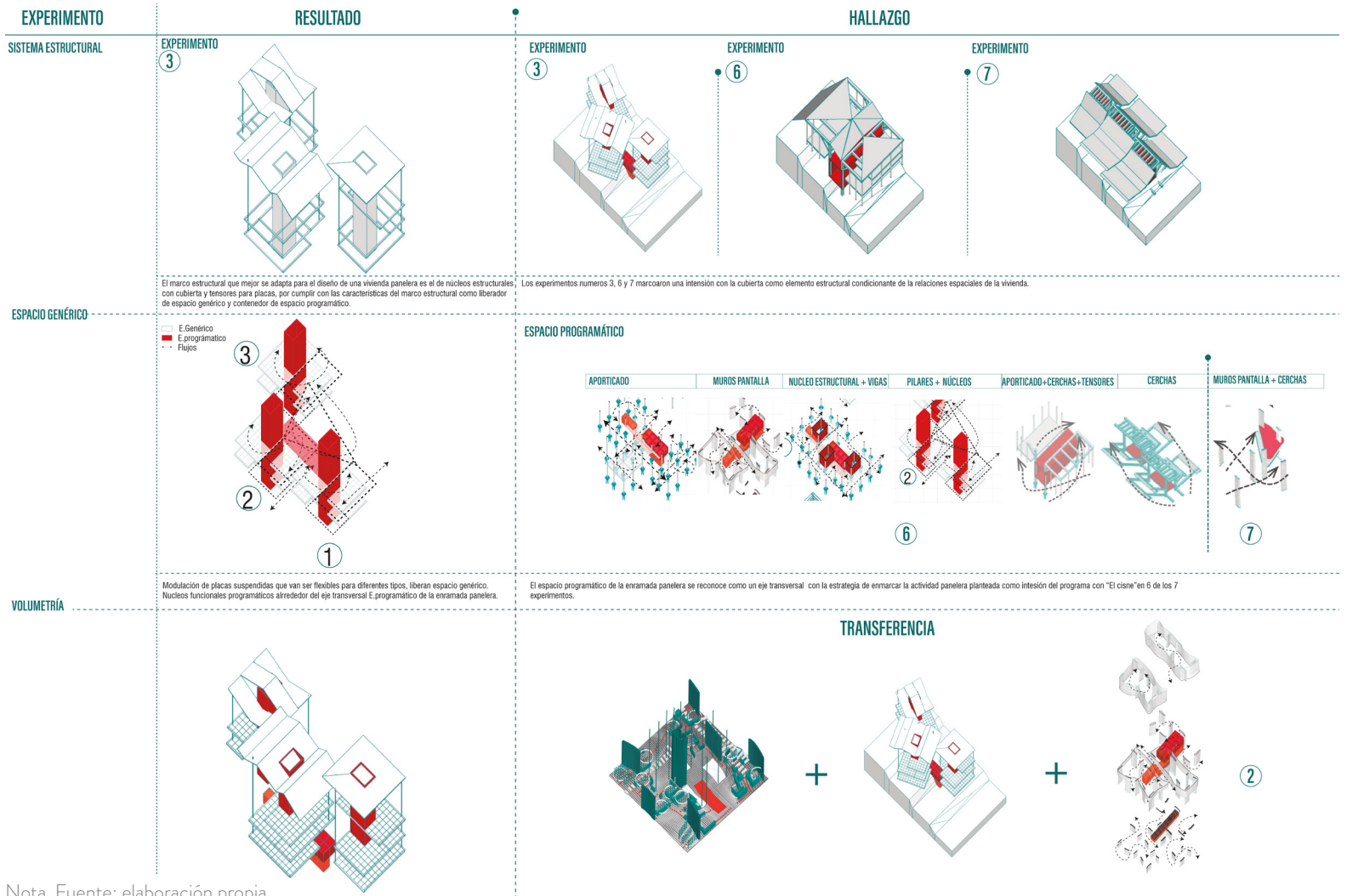
Posteriormente, por medio de una evaluación le asignamos un puntaje a cada sistema estructural, según cada característica, para determinar cuál es el sistema más viable que cumple con todas las características,

así como para establecer qué elementos estructurales son condicionantes de las relaciones espaciales entre el programa productivo y la vivienda rural. En este sentido, concluimos que el sistema estructural de mayor puntaje fue el experimento tres (3), de núcleos estructurales, que funciona como contenedor de espacio programático, resaltando los elementos de cubierta y placas suspendidas tejidas y escalonadas entre los núcleos por tensores para liberar espacio genérico en los espacios de la vivienda. Como se muestra en la figura 14, disponemos la estrategia del programa el cisne, mencionado anteriormente, marcando el inicio, nodo y desenlace por tres núcleos que rodean el espacio programático de la enramada panelera.

### 6.3. Hallazgos

El espacio programático correspondiente a los fondos y calderas de la enramada panelera debe estar ubicado de forma transversal o lineal a la vivienda, lo que vincula los espacios de ambos programas, como se presenta en seis de los siete experimentos. Además, los experimentos tres (3), seis (6) y siete (7) muestran una intención con la cubierta como elemento estructural condicionante de las relaciones espaciales de ambos programas.

Figura 14. Resultado estructura y hallazgos



Nota. Fuente: elaboración propia.

## 7. Prueba piloto

### 7.1. Sección Programática

A partir de los resultados de la notación estructural programática, realizamos la sección programática con las operaciones de *Hole + Stark* sobre el tejido dinámico como articulador de los núcleos estructurales programáticos y el programa productivo, como un eje transversal a los espacios genéricos de la vivienda, los cuales van en placas suspendidas y escalonadas (ver figura 15).

### 7.2. Estructura

Como se muestra en la figura 16, proponemos un sistema de núcleos estructurales con cimentación de dados con micropilotes. Los núcleos los determinamos por anillos metálicos que van rotando y cambiando de dimensiones según el nivel, soportados por pilares en madera. Por último, destacamos la cubierta en plegadura de la que se sostienen las placas en madera por tensores y otras, en su lugar, se sujetan por anillos metálicos.

### 7.3. Plantas

La estructura actúa como marco liberador de espacio genérico en múltiples niveles debido a que contiene el espacio programático. Siguiendo el marco de *frame and generic space* de Leupen (2006), en el primer nivel colectivo aplicamos el resultado de la transferencia para nuevamente hacer las operaciones de rotación y re-

pligabilidad, debido a que los núcleos estructurales condicionan las relaciones espaciales (ver figura 17). A continuación, sacamos el extracto de las células de actividad y quitamos el campo; como resultado, agrupamos en formas para sacar zonas de actividad y circulaciones y, posteriormente, hacer plataformas escalonadas, dispuestas para el tejido dinámico que lo marcamos así:

- Núcleo estructural programático de bioseguridad: enmarcamos el inicio para acceder al área productiva.
- Núcleo estructural programático panelero: contiene las actividades confinadas de la actividad panelera, almacenamiento y limpieza de gaveras, y está rodeado de espacio programático el espacio de trapiche y el eje lineal de los fondos donde se prepara el producto.
- Núcleo estructural programático de la vivienda: planteamos el acceso a la vivienda y al espacio colectivo exterior relacionando huertos, área de lavado, e incluyendo la estufa en el exterior como una característica de la vivienda rural y las zonas de permanencia.

Para la intervención del terreno contemplamos gaviones en piedra que actúan como muros de retención para las plataformas de actividad, debido al clima templado semihúmedo y a que la actividad productiva implica que en el proceso de los fondos aumenta la temperatura. El circuito panelero (ver figura 18) está compuesto por siete procesos relacionados con distintas áreas: (1) apiladero de caña de azúcar; (2) trapiche para la molienda y extracción de jugos de la panela; (3) bagacera para disponer los residuos orgánicos; (4) fondos, que son las calderas; (5) cuarto de moldeo de la panela; (6) empaque; y (7) almacenamiento y limpieza de gaveras para el moldeo de la panela.



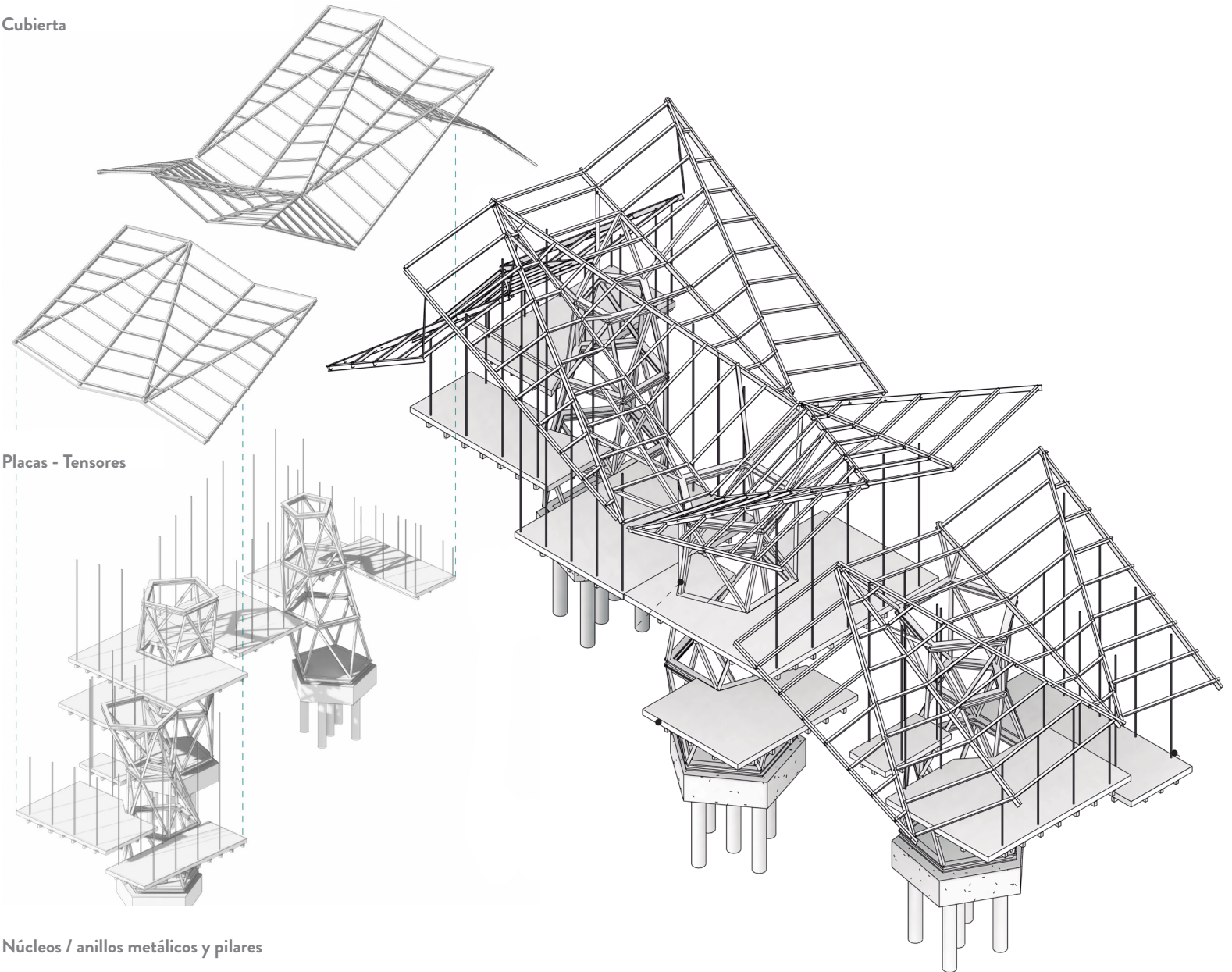
Figura 15. Diagrama programático



Nota. La sección es una propuesta de cómo la vivienda productiva panelera debe partir del tejido dinámico en relación con la estructura portante en núcleos estructurales programáticos y adaptarse a diferentes pendientes. Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Sistema estructural

Cubierta



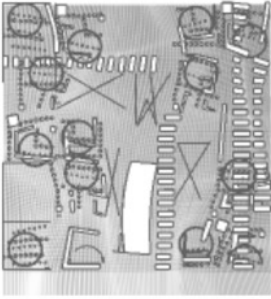
Núcleos / anillos metálicos y pilares

Nota. Fuente: elaboración propia.

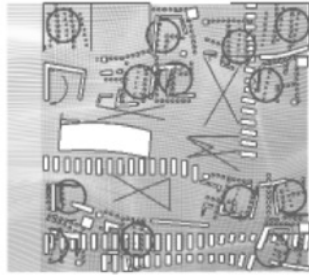
Figura 17. Transferencia aplicada

## PRIMER NIVEL: OPERACIONES

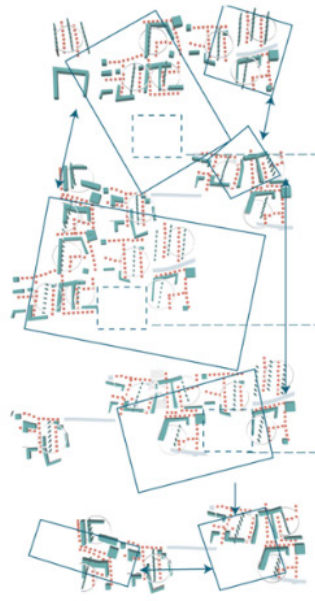
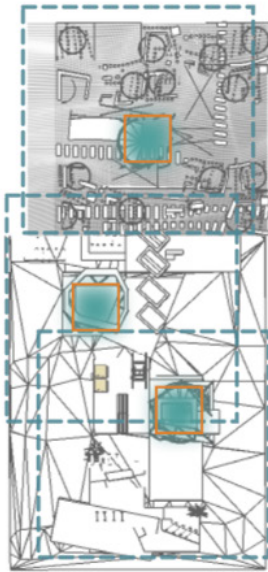
### TRANSFERENCIA



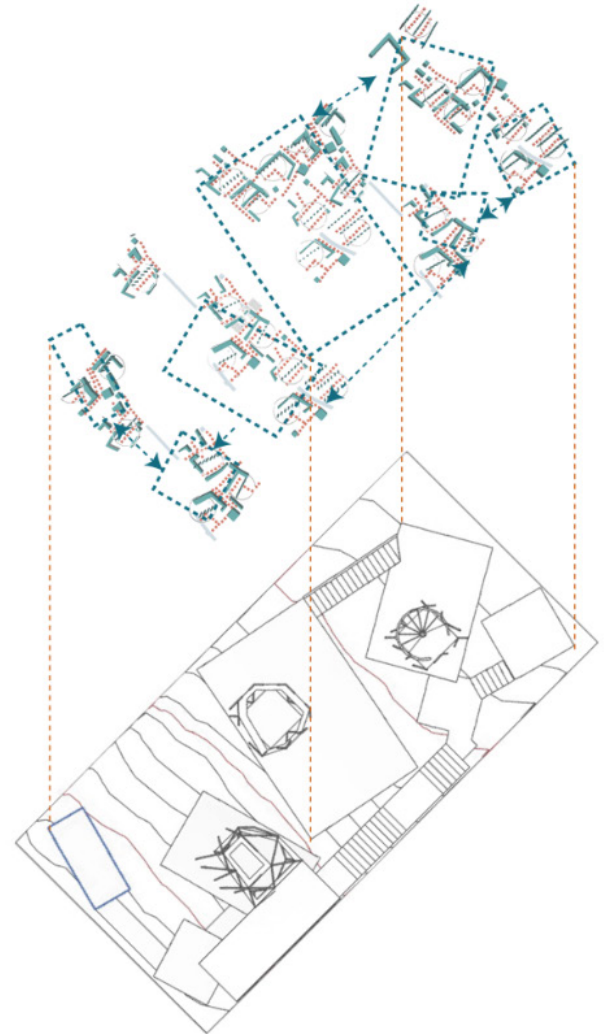
### ROTACIÓN



### REPLICABILIDAD

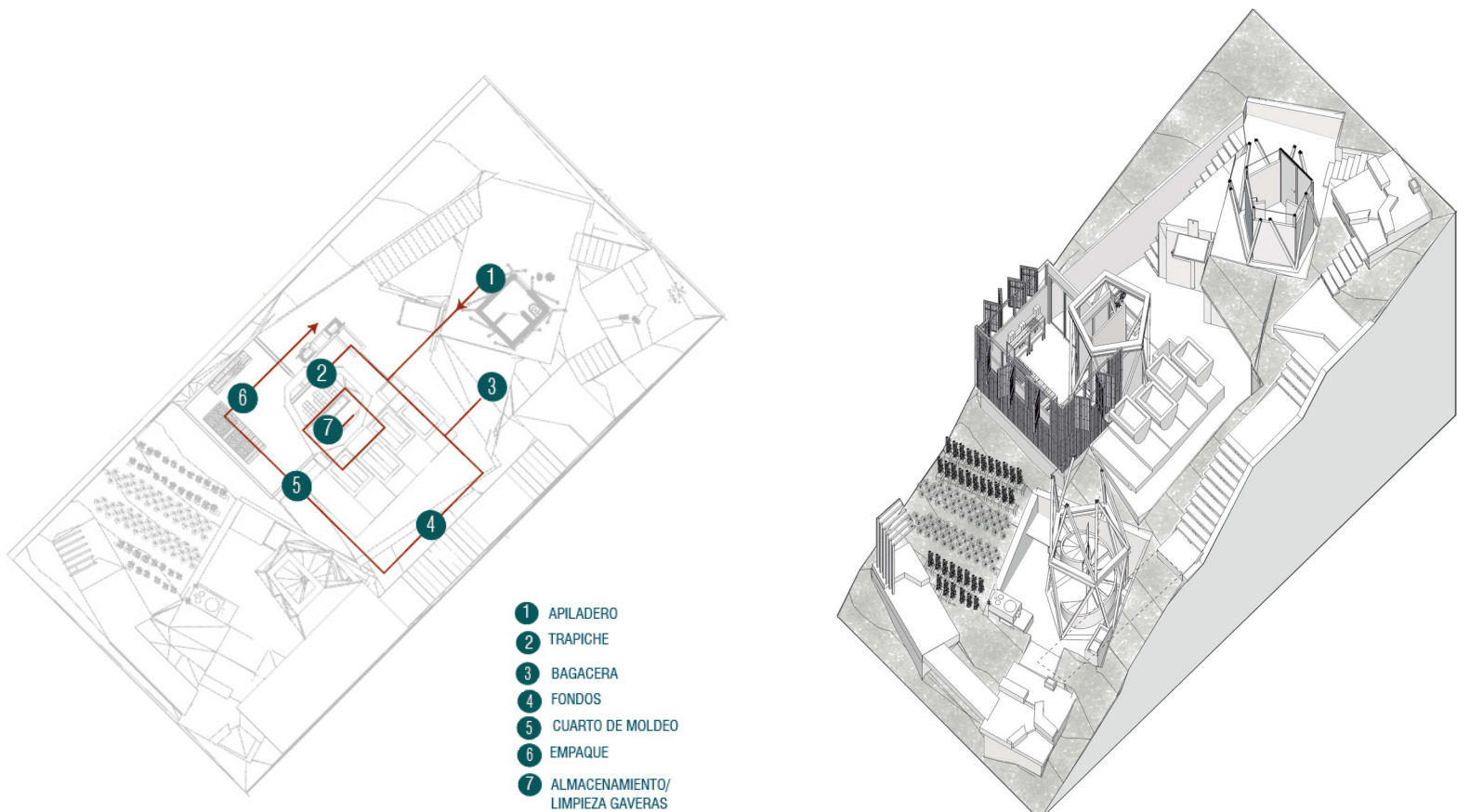


## ZONAS DE ACTIVIDAD



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Circuito panelero y primer nivel



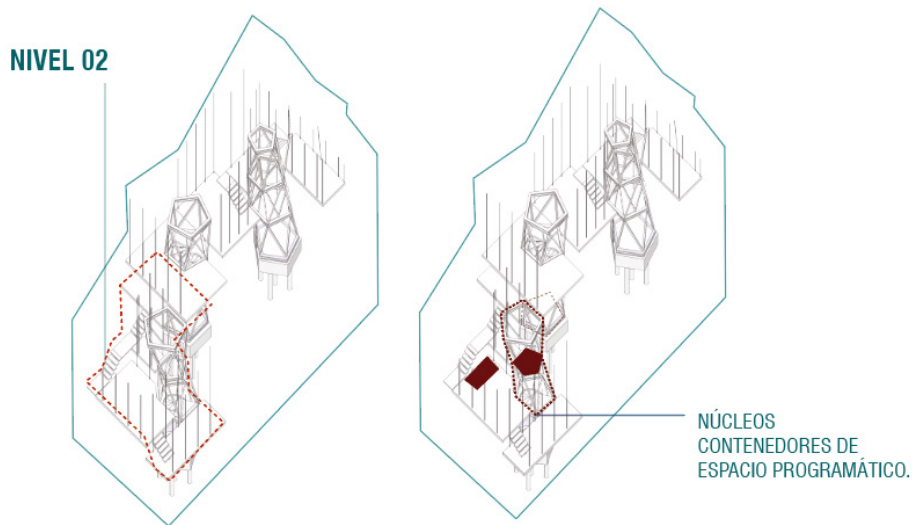
Nota. Fuente: elaboración propia.



### 7.3.1. Segundo Nivel.

Para la vivienda, el tejido dinámico articula el espacio colectivo exterior y el interior por medio del núcleo estructural que contiene diferentes niveles y parte de las áreas de servicios y la cocina; disponemos tanto el espacio programático como el social sin frag-

Figura 19. Marco estructura versus espacio genérico

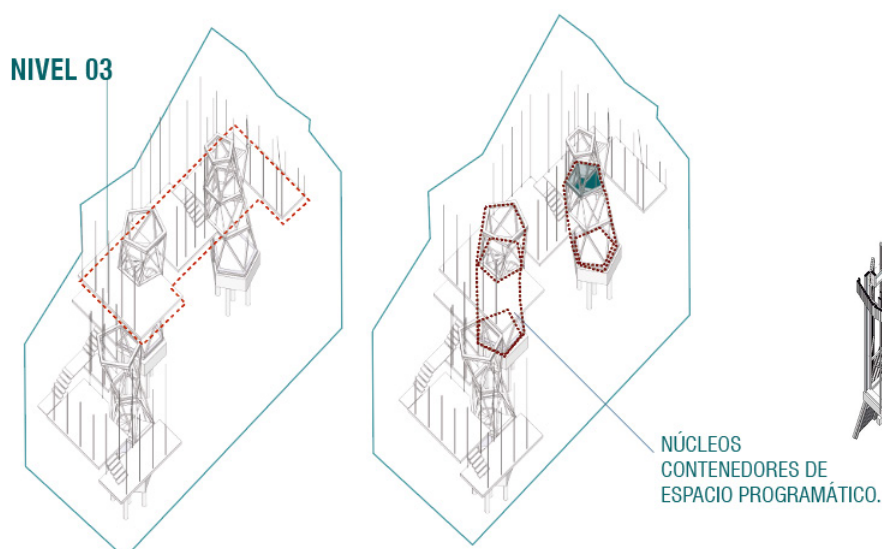


Nota. Fuente: elaboración propia.

### 7.3.2. Tercer Nivel.

Dicho tejido dinámico relaciona los espacios genéricos de transición entre áreas privadas, como las habitaciones en multiniveles o doble altura, debido a la inclinación de la cubierta que permite mantener la relación exterior e interior sobre el área de los fondos de la actividad productiva panelera. El espacio genérico es liberado por el núcleo estructural programático panelero, la circulación

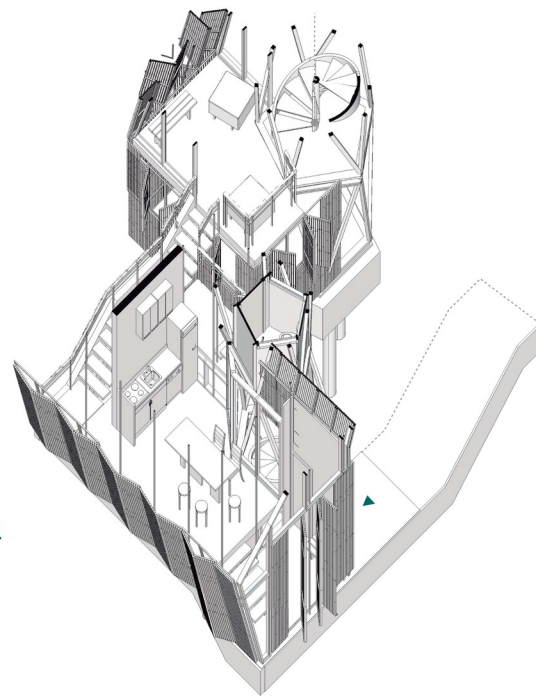
Figura 21. Marco estructura versus espacio programático.



Nota. Fuente: elaboración propia.

mentarlos. Adicionalmente, los espacios genéricos se presentan en múltiples niveles, por lo que se tienen visuales hacia el exterior y al área productiva (ver figura 19 y figura 20).

Figura 20. Segundo nivel

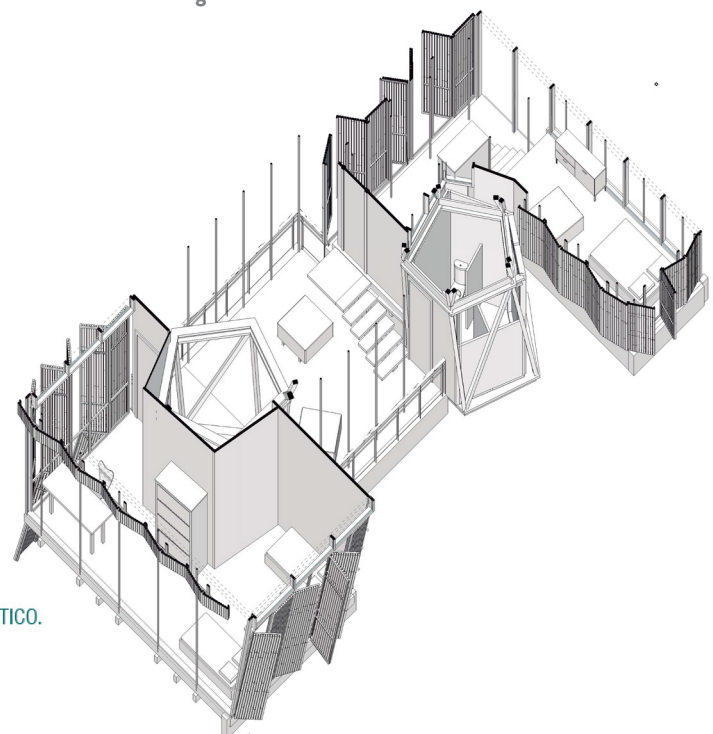


Nota. Fuente: elaboración propia.

vertical y el núcleo estructural programático de bioseguridad con las áreas de servicios (ver figura 21 y figura 22).

Ahora bien, como se muestra en la figura 23, evidenciamos cómo la capa de estructura condiciona las demás capas, actuando como marco liberador de espacio genérico y contenedor de espacio programático.

Figura 22. Tercer nivel



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Capas de Leupen en la vivienda productiva panelera

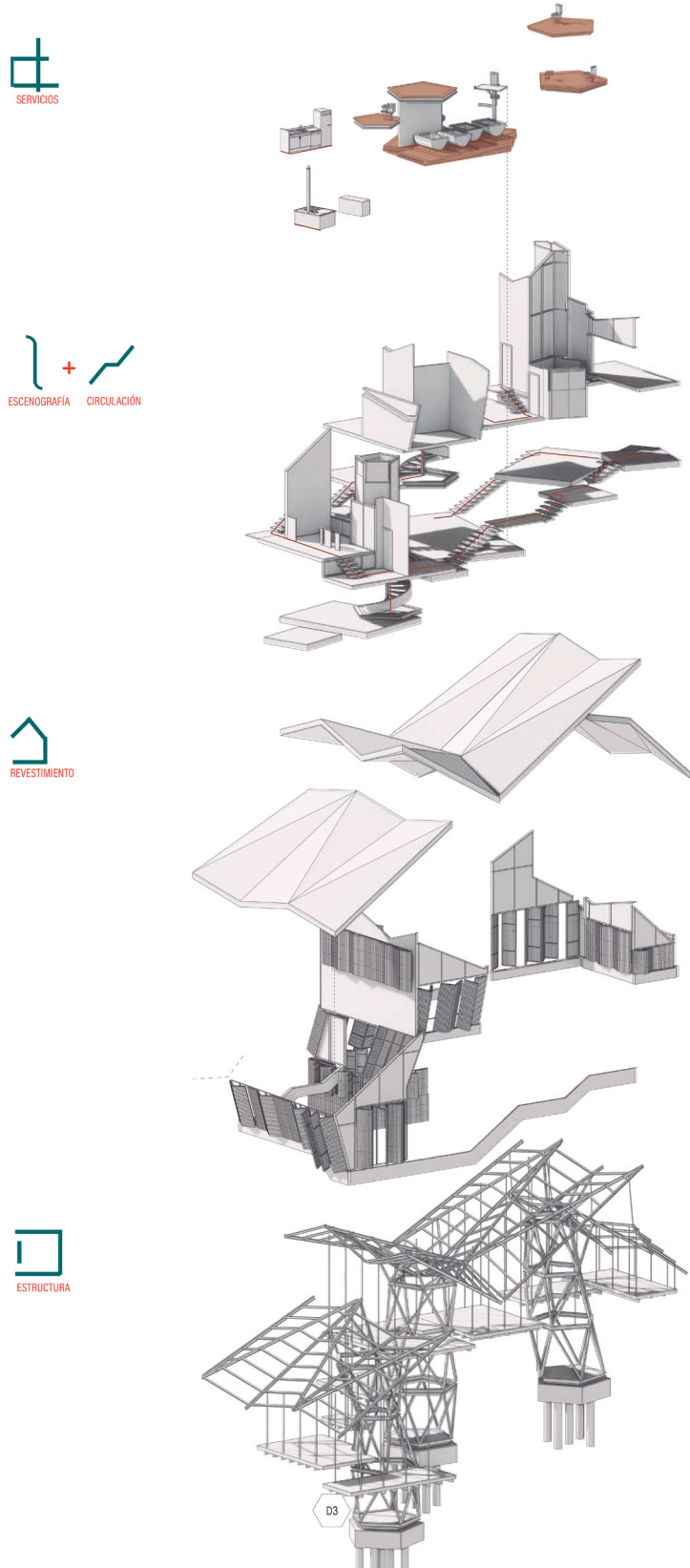


Figura 23. Capas de Leupen en la vivienda productiva panelera

## 7.4. Fachada

A partir de la notación y extracto identificamos que la mayoría de las actividades en cada tipo eran desarrolladas fuera de la vivienda, en relación exterior. Este resultado lo trasladamos para resolver la fachada con elementos verticales que se abran y cierren según el horario y espacio de la actividad (ver figura 24 y figura 25).

## 7.5. Emplazamiento

Determinamos diferentes orientaciones de emplazamiento de la vivienda productiva panelera a partir de las vías de acceso y las dimensiones de la zona de intervención (ver figura 26 y figura 27). Con la ventaja del primer nivel con espacios determinados hay un alto flujo de corrientes de viento, y la fachada es orientada para proteger de la incidencia del sol.

Ahora bien, como se muestra en la figura 28, la estrategia bioclimática aprovecha la recolección de aguas lluvias en un 47,2% del área total de la cubierta, dirigiéndolas hacia un tanque de almacenamiento localizado en el núcleo de la vivienda, para ser utilizado en actividades de riego y lavado.

El modelo de vivienda (ver figura 29, figura 20 y figura 31) corresponde al índice de ocupación del 30% de la zona de intervención que es de menor área, para ser replicado en las otras zonas.

## 8. Conclusiones

La relación entre la estructura y el programa de la vivienda rural y la enramada panelera debe articularse al concepto de tejido dinámico, entendiendo la estructura portante como condicionante de las relaciones espaciales del programa y como marco liberador de espacio genérico y contenedor de espacio programático. Para ello, identificamos que las relaciones espaciales en la vivienda rural y la enramada panelera están condicionadas por el espacio programático, en áreas de servicios desarrolladas horizontalmente en el sistema estructural principal, sin espacio genérico.

Por consiguiente, la estrategia del programa de la vivienda productiva panelera la desarrollamos a partir de los resultados de la notación y extracto con el tipo moldeo, debido a la escala de producción panelera (media-alta) y el espacio programático que no requiere grandes porcentajes de áreas. Proponemos que el programa de la vivienda corresponda al 60% y el programa productivo panelero al 40%, en relación con el proceso de la molienda. A diferencia de la intención principal del programa el cisne, con el que concluimos el área productiva en un eje longitudinal y lineal por toda la vivienda, definimos la estrategia en un circuito de "u" del área productiva, debido a la inclinación del lugar de emplazamiento y la normativa, así como para mantener el espacio confinado para el cuarto de moldeo de la panela y la salida del producto. Por otra parte, recomendamos la implementación de un motor eléctrico para la molienda de la caña de azúcar en la vivienda productiva panelera, debido a que este no genera ruido por la relación directa con la vivienda, ni emisiones contaminantes teniendo en cuenta que los motores convencionales funcionan con gasolina.

A partir de la experimentación, concluimos que los elementos estructurales que determinan las relaciones espaciales en la vivienda productiva panelera para liberar espacio genérico son los núcleos estructurales, la cubierta y las placas suspendidas por tensores. Con la estrategia de alternar dicho espacio programático contenido por medio del marco estructural en diferentes niveles se puede liberar espacio genérico, como mencionamos en el ejemplo aplicado a la teoría de *frame and generic space* (Leupen, 2006). En definitiva, los núcleos estructurales condicionan las relaciones espaciales, al disponerlos según la estrategia del programa de denotar el tejido dinámico en un inicio (núcleo de bioseguridad y relación con los accesos), un nodo (área productiva panelera) y un desenlace (áreas sociales al exterior-interior). Además, las áreas de servicios se alternan en diferentes niveles por el núcleo estructural y, por medio del espacio colectivo, se terminan

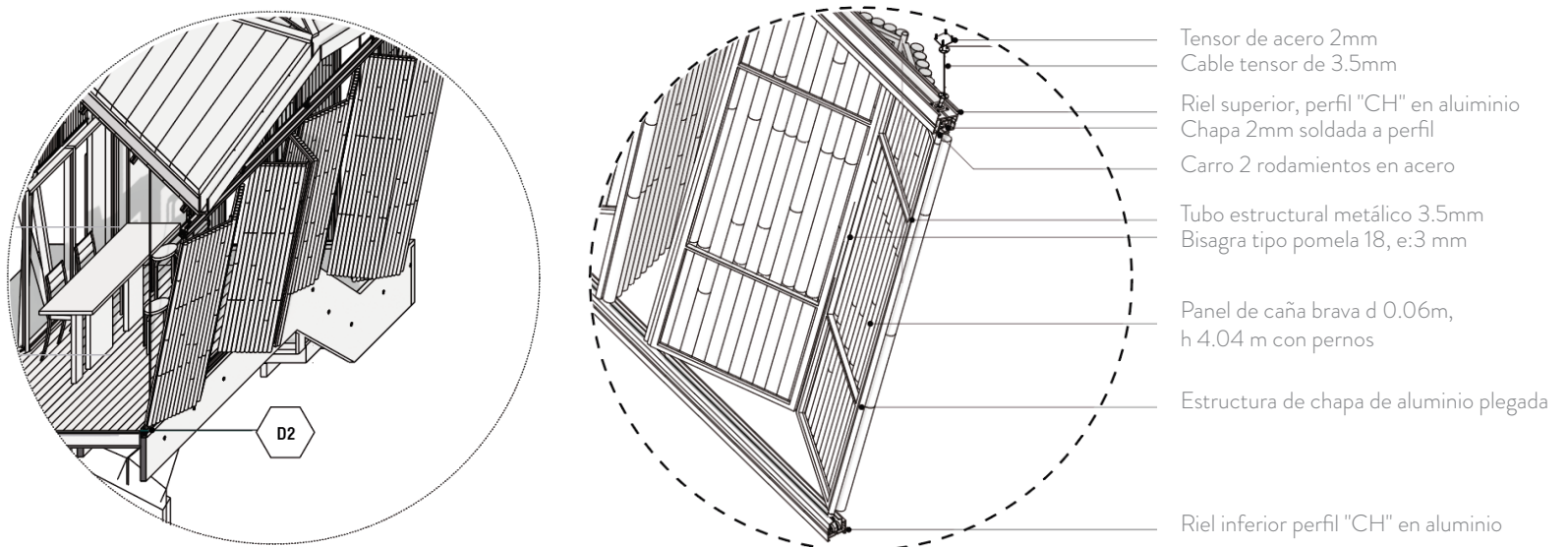


Figura 24. Fachada de la vivienda productiva panelera



Nota: Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Detalle de la fachada con paneles de caña brava



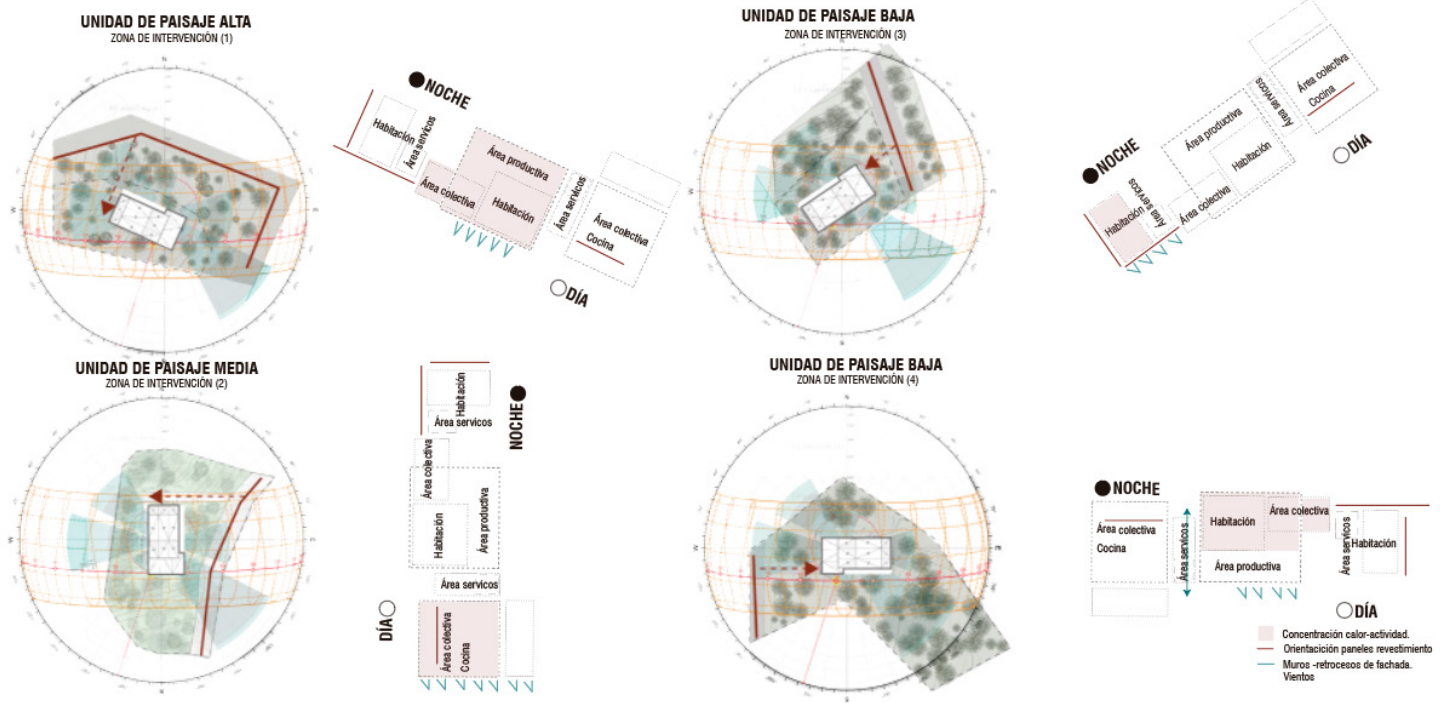
Nota. Propuesta de revestimiento en paneles de caña brava, material autóctono de la región, para que puedan abrirse, cerrarse y rotarse según los horarios y el emplazamiento de la vivienda productiva panelera. Fuente: elaboración propia.

tejiendo las áreas privadas sobre el área productiva de la vivienda panelera. Sin embargo, la multiplicidad de niveles no aplica del todo para el área productiva en el caso del tipo moldeo, debido a que en la producción panelera los elementos programáticos deben tener un circuito o flujo de trabajo en un mismo nivel. Ahora bien, la replicabilidad en zonas de intervención la determinamos por medio de unidades de paisaje (alta, media y baja) en relación con la localización de las áreas de núcleos paneleros para la conectividad con las vías de acceso.

En síntesis, considerando el objetivo general, evidenciamos que la relación entre la estructura y el programa de la vivienda

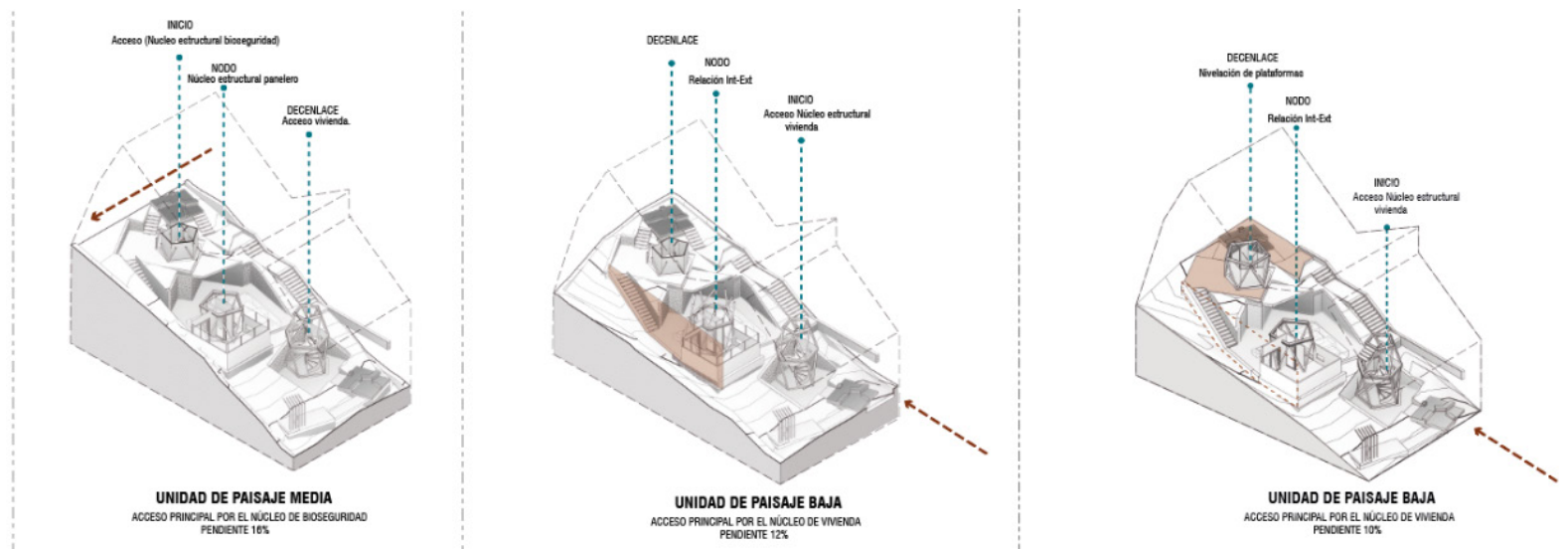
rural y la enramada panelera sí existe, pasando de estar condicionada solo por la estructura con espacio programático horizontal a estar condicionada por la estructura contenedora de espacio programático vertical, alternado en diferentes niveles, y como marco liberador de espacio genérico de ambos programas. Con base en lo anteriormente expuesto, afirmamos que la hipótesis es verdadera, debido a la relación entre la estructura portante y la actividad productiva panelera de la vivienda rural. Así, proponemos una manera diferente de abordar la vivienda productiva panelera por medio de espacios genéricos y programáticos del tejido dinámico.

Figura 26. Variaciones de emplazamiento



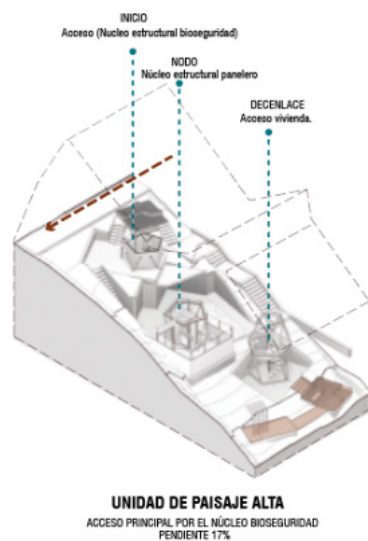
Nota. La orientación de la vivienda productiva panelera varía según las vías de acceso a la zona de intervención; las estrategias bioclimáticas contemplan los espacios con mayor incidencia solar para que la disposición de la fachada y cubierta genere sombra. Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Variaciones del primer nivel



Nota. Variaciones en el primer nivel colectivo en las zonas de intervención debido a las pendientes; la zona uno (1) evidencia cambios de niveles; en las zonas tres (3) y cuatro (4), el acceso a la vivienda es por el núcleo de la vivienda y la liberación de la fachada se presenta en el área productiva.

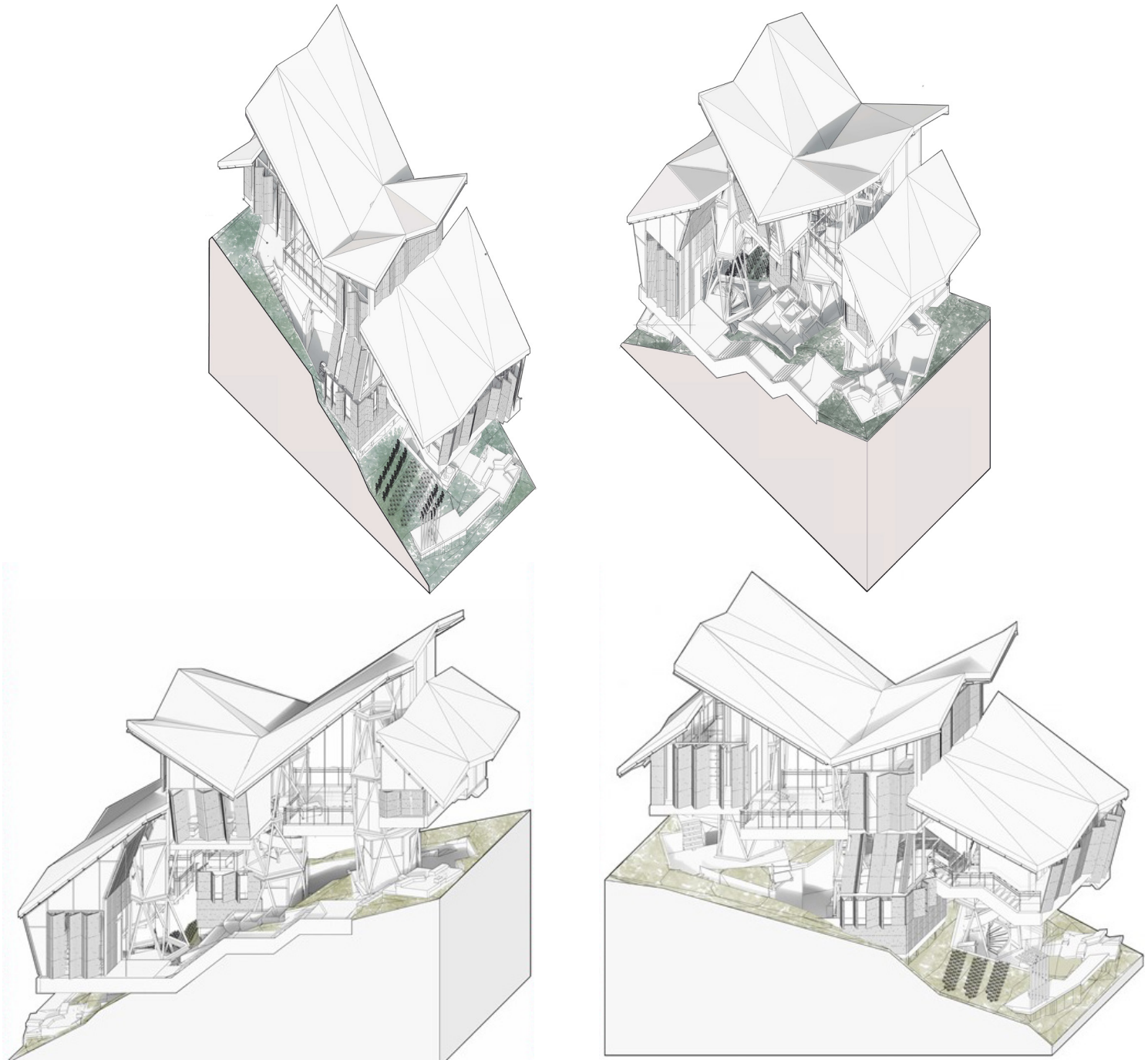
Figura 28. Sistema de recolección de aguas lluvias



Nota: Fuente: elaboración propia.



Figura 29. Axonometría de la vivienda productiva panelera



Nota. Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Visualización de acceso a la vivienda productiva panelera



Nota. Fuente: elaboración propia.



Figura 31. Visualización nocturna de la vivienda productiva panelera



Nota. Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Aravena, A. y Lacobelli, A. (2012). *Elemental. Manual de vivienda incremental y diseño participativo*. Ostfildern: Hatje Cantz Verlag
- Bernabéu, A. (2007). *Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea. El trabajo de Cecil Balmond*. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. Recuperado de: <https://oa.upm.es/910/>
- Cadavid, D. y Ortiz, F. (2015). *Casa tomada. Una investigación sobre la vivienda productiva en Medellín*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Recuperado de: [https://www.academia.edu/33609233/Casa\\_Tomada\\_Investigaci%C3%B3n\\_sobre\\_vivienda\\_productiva\\_en\\_Medell%C3%ADn](https://www.academia.edu/33609233/Casa_Tomada_Investigaci%C3%B3n_sobre_vivienda_productiva_en_Medell%C3%ADn)
- Casa NA/Sou Fujimoto (s.f). Inicio [Página de ArchDaily]. Recuperado el 8 de diciembre de 2021 de: <https://www.archdaily.co/02-155411/casa-na-sou-fujimoto>
- Ching, F. D. K., Onouye, B. y Zuberbuhler, D. (2014). *Manual de estructuras ilustrado*. Barcelona: España: Gustavo Gili
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) (2005). *Resultados Censo General 2005. Población censada después de compensada por omisiones de cobertura geográfica y contingencia de transferencia. Nocaima (Cundinamarca)*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/censo2005/regiones/cundinamarca/nocaima.pdf>
- González, X. (2016, 25 de octubre). *Panela le apuesta a diversificar sus mercados*. Agronegocios. Recuperado de: <https://www.agronegocios.co/agricultura/panela-le-apuesta-a-diversificar-sus-mercados-2622228>
- Koolhaas, R., Tschumi, B., Miljacki, A., Lawrence, A. R. y Schafer, A. (2006). 2 Architects 10 Questions on Program. *PRAXIS: Journal of Writing + Building*, (8), 6-15. <https://www.jstor.org/stable/24328969>
- Leupen, B. (2006). *Frame and generic space. A study into the changeable dwelling proceeding from the permanent*. Rotterdam: 010 Publishers
- Perich, A. (2011). Aquellas cosas, secretas y necesarias: el orfanato de Aldo van Eyck. *DPA: Documents de Projectes d'Arquitectura*, (27/28), 76-83. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/14193>
- Smithson, A. (2011). Como reconocer y leer un mat-building. Evolución de la arquitectura actual hacia el mat-building. *DPA Documents de Projectes d'Arquitectura* (27/28). Recuperado de: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14185/Como%20reconocer%20y%20leer%20un%20mat-building\\_Alison%20Smithson.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14185/Como%20reconocer%20y%20leer%20un%20mat-building_Alison%20Smithson.pdf)
- Wood, D. y Andraos, A. (2006). Program Primer v 1.0 A Manual for Architects. *PRAXIS: Journal of Writing Building*, (8), 111-121. <https://www.jstor.org/stable/24328982>