

**Estructura portante y envolvente como tejido articulador del espacio genérico y productivo
en la vivienda rururbana**

Farid Giovanni Castillo Penagos

Steven Alfonso Caicedo Roa

Universitaria Agustiniana
Facultad de Arte, Comunicación y Cultura
Programa de Arquitectura
Bogotá, D.C.

2021

**Estructura portante y envolvente como tejido articulador del espacio genérico y productivo
en la vivienda rururbana**

Farid Giovanni Castillo Penagos
Steven Alfonso Caicedo Roa

Directora Arq.
Laura Marcela Jaramillo Acosta

Trabajo de grado para optar al título de Arquitecto

Universitaria Agustiniana
Facultad de Arte, Comunicación y Cultura
Programa de Arquitectura
Bogotá, D.C.
2021

Resumen

Una de las características más relevantes de la envolvente en la actualidad radica en su constitución como un subsistema estructural independiente, esto se posibilita gracias a que la estructura portante actúa como su marco liberador; por lo contrario, en la vivienda rururbana de Guavatá la estructura portante condiciona la envolvente al contenerla dentro de ella, esta es una característica común en las viviendas tradicionales, como consecuencia los espacios genéricos y productivos no se articulan de manera que permitan la unidad funcional de la vivienda, lo que llevó a preguntar ¿de qué forma la relación entre la estructura portante y la envolvente permite articular el espacio genérico y productivo a la vivienda?. Para lograr esto se busca evidenciar las relaciones entre la estructura portante y la envolvente, de tal manera que se escoge la envolvente como la variable independiente sometiéndola a un proceso de clasificación de los modelos existentes en el campo de estudio y se contrastan con modelos de referencia externos, esto para analizar su articulación con los diferentes espacios genéricos y productivos en la vivienda; para ello se plantean diferentes métodos que tienen origen en el problema investigativo y desarrollo en el ámbito arquitectónico, lo que determina el resultado de la formulación experimental, que en relación con la envolvente y la estructura portante permite establecer determinados porcentajes de envolvente de carácter libre y contenida según su programa interior, lo que posibilita las bases para proyectar una edificación arquitectónica.

Palabras clave: elementos estructurales, revestimientos, vivienda productiva, desarticulación, espacio genérico, espacio productivo.

Tabla de contenido

Introducción	5
Tema de investigación	7
Problema de Investigación	8
Objetivos	9
Justificación.....	10
Marco Referencial.....	11
Antecedentes	11
Marco Conceptual	13
La estructura portante.....	13
La envolvente	14
Espacio, espacio genérico y productivo	15
Campo geográfico de estudio	17
Hipótesis.....	19
Metodología	20
Fase A: Exploración	20
Fase B: Configuración.....	25
Fase C: Proyección.....	27
Análisis de resultados.....	32
Conclusiones	36
Referencias	39

Introducción

En la relación entre estructura portante y envolvente se identifican 3 franjas de desarrollo, donde ubicamos los tipos de vivienda productiva destacando las de carácter rururbano como caso de estudio, a partir de esto iniciamos el planteamiento problema donde reconocemos que los espacios para los procesos productivos se encuentran desarticulados, debido a que la estructura portante condiciona la envolvente al contenerla dentro de ella, lo cual no permite la extensibilidad, flexibilidad o porosidad como conceptos que permiten la articulación de nuevos espacios a la vivienda. Esta investigación tiene como finalidad ser una alternativa para las dificultades económicas del campesino en post pandemia, otorgando un modelo arquitectónico de rápido ensamblaje y costos reducidos que articula los escenarios genéricos y productivos a través de la relación de las variables investigadas. Lo anterior llevó a preguntar ¿de qué forma la relación entre la estructura portante y la envolvente permite articular el espacio genérico y productivo a la vivienda?; teniendo en cuenta esto se establece como objetivo principal evidenciar la relación de las variables como eje articulador del espacio genérico y productivo, implementando la metodología mixta, planteando las siguientes fases:

Fase de exploración: se busca clasificar y analizar las diferentes relaciones encontradas en el estudio de campo, implementando herramientas como el mapping de localización de viviendas, fichas comparativas de relaciones obtenidas y extractos de referentes externos para la recolección de datos y conceptos.

Fase de configuración: Para formular nuevas relaciones implementamos herramientas como el barajeo que permite enriquecer las actividades de la vivienda adicionando un programa reactivo, del mismo modo con la herramienta xyz generar nuevas relaciones espaciales, y se propone una patente con el concepto de envolvente libre como tejido de articulación espacial. Adicionalmente las herramientas neutralidad y transferencia permiten una aproximación en forma arquitectónica y diseño urbano.

Fase de proyección: A partir de la formulación experimental se establece el modelo que responde a la relación óptima que establece la unidad funcional y da solución a los problemas técnicos para lograr la configuración del prototipo del nuevo modelo de vivienda productiva guayabera en Guavatá, Santander. Concluyendo que a partir de las estrategias de configuración la envolvente se convierte en un elemento libre que articula espacios y los determina, dejando de ser un elemento

netamente divisorio y se transforma en un elemento que responde directamente al programa de la vivienda; la estructura por su parte actúa como un elemento escultórico subordinado que articula y brinda apoyo a la envolvente.

Tema de investigación

La relación entre la estructura portante y la envolvente en la articulación del espacio genérico y productivo de la vivienda rururbana, debido a que la composición de la envolvente en la actualidad se concibe como independiente a la estructura principal, para ello se plantean diferentes métodos que dan origen a la idea de establecer una envolvente de carácter libre.

Problema de investigación

En la vivienda rururbana de producción guayabera la estructura portante condiciona a la envolvente al estar contenida dentro de ella; la envolvente se convierte en un elemento estático y pesado que está en relación continua con la configuración del espacio, condición que se vuelve relevante para el proceso investigativo, pues, como consecuencia los espacios genéricos y los espacios productivos no se articulan de manera que permitan la unidad funcional; lo que nos llevó a preguntar, ¿De qué forma la relación entre la estructura portante y la envolvente permite articular el espacio genérico y productivo a la vivienda rururbana?.

Objetivos

Objetivo general

Evidenciar la relación entre la estructura portante y la envolvente en la articulación del espacio genérico y productivo de la vivienda rururbana.

Objetivos específicos

- Clasificar las relaciones de la estructura portante y la envolvente de las viviendas rururbanas obtenidas del estudio de campo.
- Analizar las envolventes que están directamente relacionadas con los espacios genéricos y productivos por medio de fichas comparativas y extractos.
- Formular relaciones estratégicas entre la envolvente y la estructura para articular los espacios genéricos y productivos.

Justificación

La relación entre estructura portante y envolvente funciona como determinante en la nueva configuración espacial de la vivienda, para articular y potencializar los espacios genéricos y productivos, entendiendo que, para la conformación de la vivienda productiva, las envolventes no pueden estar completamente contenidas, porque deben ser independientes en ciertos espacios para responder a la dualidad de enmascarar y revelar.

Marco referencial

Antecedentes

De la relación de estructura y envolvente es correcto decir que una de las estrategias de diseño que establece Van Strate, (2016) dice que el diseño estructural se basa en no considerar que la estructura es completamente estática y estable, sino entender su valor y potenciar su capacidad como determinante de la definición espacial, lo cual, en relación con la envolvente puede generar fenómenos de percepción espacial, sea por temas de luz o cambios de sistemas estructurales, esto para lo que denomina estructura alterada. Sin embargo, en lo que denomina estructura optimizada menciona la envolvente como un sistema que se ancla a la estructura y este a su vez determina su composición, posibilitando la idea de identificar elementos estructurales; por otra parte, menciona una estructura contenedora, la cual, es una estrategia que incluye el uso de pieles y fachadas estructurales (p. 4). A partir de esto Van Strate, (2016) concluye:

Sería erróneo limitar a la estructura exclusivamente como el conjunto de elementos que constituyen el soporte estático de un edificio e ignorar su potencial creativo en la arquitectura. Por medio de las estrategias abordadas es posible considerar a los elementos estructurales como oportunidades a partir de las cuales se puede plantear la forma y su configuración espacial y compositiva (p. 4).

Por lo tanto, desde la perspectiva de la composición y diseño, las principales características que definen el sistema son una clara identificación de forma y estructura, es decir, una solución que supere la forma exterior independientemente de su soporte estructural.

El layer estructura es formulada por Leupen, (2006) como la configuración de muros, pisos, columnas y vigas que transfieren cargas hasta la cimentación; entendiendo lo anterior, las estructuras contemporáneas contienen el programa de la vivienda, las cuales son de construcción monolítica en su mayoría y la estructura es en forma de esqueleto, dichas estructuras se combinan en las diferentes tipologías de viviendas; la primera es la relación monolito/monolito, la cual se subdivide en fachada portante, división de carga, pared, suelo macizo, y estructura de caja; la segunda relación es esqueleto/monolito, la cual se subdivide en esqueleto dom-ino y estructura reticulada; la tercera categoría es monolito/esqueleto la cual se subdivide en fachada portante y pared divisoria de carga; finalmente la cuarta categoría es esqueleto/esqueleto, la cual se compone por esqueleto 3D (p. 243).

Por otra parte la teoría semperiana fundamenta el revestimiento con un origen textil, contraponiendo la idea ya establecida de que los muros que articulaban los cerramientos generalmente cumplían una función estructural o de seguridad, siendo pesados y netamente funcionales, a partir de esto Semper plantea: “el mito de una envoltura delimitadora del espacio, cuya característica es la ligereza y respecto a la cual la estructura se encuentra subordinada y es tan sólo soporte” (Semper, como se citó en Fanelli, Gargiani, 1999, pp. 6-7).

Esto nos permite concluir que la problemática de las envolventes se basa en la no independencia de los elementos que configuran el espacio y su falta de ligereza, por lo tanto, pauta las bases de una nueva relación de las variables de estudio como una forma de separar los componentes por capas y de esta forma configurar una relación optimizada y ligera.

Teniendo en cuenta lo anterior podemos aplicarlo en la categorización y clasificación de la relación de las variables y más específicamente en las envolventes del estudio de campo; de este modo se puede pensar en la estructura portante como el layer arquitectónico independiente que lleva las cargas a la cimentación y al mismo tiempo tiene la capacidad de liberar la envolvente que articula el espacio.

Marco conceptual

La estructura portante

Para la relación funcional de los espacios desarticulados de la vivienda, se busca la independencia de los elementos para que sea la estructura el marco liberador de la envolvente y de esta forma albergar el espacio genérico y productivo. Ching, (2009) define la estructura como:

Este es un concepto que por muchos años se ha creído que son un sistema de elementos netamente establecidos para la resistencia de las edificaciones, pero en las últimas décadas se ha modificado esta visión pues los arquitectos e ingenieros se dieron cuenta de la importancia de las estructuras a tal punto de dejar al descubierto las mismas para así poder contemplar la excelencia y belleza escultórica que pueden llegar a ser cuando se funden con un buen concepto de diseño. (pp. 2-20).

Teniendo en cuenta lo anterior Ching, (2009) muestra cómo las estructuras han sufrido una evolución notoria desde los mismos materiales empleados años atrás, contrastando con nuevos materiales, pero insiste en que han existido patrones de repetición en cuanto las formas usadas para la estática de las construcciones, las cuales se diseñan de tal forma que afronten fenómenos naturales como los vientos, la gravedad o fenómenos vibratorios, como lo son, sismos o terremotos (p. 7). A partir de esto “las estructuras alteradas son consecuencia de un deseo claro de provocación que busca, mediante la distorsión premeditada de configuraciones o sistemas estructurales clásicos, modificar la percepción del espacio, de manera que resulte sugerente y sorprendente” (Kane, como se citó en Velastegui, Cáceres, y Llanga 2014, p. 3). Del mismo modo “las estructuras optimizadas de la arquitectura contemporánea parten de unas condiciones de contorno determinadas y plantean un sistema que les permite explorar nuevas configuraciones formales a través de la optimización del funcionamiento estructural para cada caso concreto” (Aguiló, como se citó en Velastegui et al, 2014, p. 3).

Como conclusión, podemos decir que la estructura portante convencional es necesario decodificarla a partir de la alteración, ya que cambia su forma pero sigue cumpliendo su propósito de transmitir las cargas, del mismo modo en la optimización, la estructura por medio de nuevos sistemas constructivos logra configurar formas novedosas, respondiendo así a las determinantes universales como el confort térmico, calidad espacial y sostenibilidad, pero en este caso se

convierte en un elemento subordinado en el que se apoya la envolvente al ser la protagonista de la conformación de viviendas productivas.

La envolvente

Los últimos conceptos dieron la pauta para escoger la envolvente como variable independiente, Velasco y Robles, (2011) definen la envolvente como un filtro regulador de las condiciones de temperatura del espacio interno; además, destacan que su configuración depende de tres factores determinantes: funcionales, tecnológicos y medioambientales; adicionalmente, establecen características propias para la conformación de la envolvente, las cuales son: localización, morfología y escala, posición relativa, parámetros de estructura, configuración 3d y sección estructural, lo que establece los parámetros de cerramiento, los cuales hablan de las composiciones modulares para establecer tipos y grados de permeabilidad, todo esto teniendo en cuenta la materialidad de lo anterior mencionado para su óptima configuración (pp. 94-99).

En las viviendas rururbanas productivas de guayaba, la envolvente se encuentra contenida dentro de la estructura, Leupen, (2006) explica que los elementos de la vivienda se deben entender como dependientes o independientes y al relacionarlos de la manera adecuada deben permitir la configuración de espacios óptimos, ya sean genéricos o productivos (pp. 46-102)

Para hacer un acercamiento de este concepto desde la arquitectura, Varini, (2016) da una definición donde dice que “cuya intención es separar un espacio interior de uno exterior, generar microclimas y comunicar el carácter de la construcción” (p. 14).

Adicionalmente Zurigarin, (2013) hace énfasis en que las envolventes en fachada son la cara pública del edificio al constituirse como un elemento del escenario urbano, por tal razón con el movimiento del modernismo se abolió que la apariencia externa del edificio, tenía que reflejar también la función, lo que permitió que las envolventes adoptaran el concepto de flexibilidad como forma de dar importancia a la superficie exterior.

Por otra parte, las envolventes pueden tener un tratamiento especial de tal forma que respondan a la luz que incide en ellas, igualmente se busca aprovechar lo más que se pueda, los recursos naturales con el fin de reducir el impacto ambiental en la construcción. Por esto el uso de envolventes ligeras es fundamental para un diseño sostenible que trasciende para contribuir a la experiencia del recorrido en la edificación, dejando como conclusión que las envolventes deben ser elementos que sin perder resistencia permitan el ingreso adecuado de luminosidad y a su vez

controlen las visuales del espectador, teniendo siempre en cuenta que la estructura independiente quede resguardada generando un diálogo para que no compita con la envolvente, y pueda quedar inadvertida en su relación con la percepción visual de los habitantes (pp.6-30).

Entendido esto es posible analizar que la integración por diseño, módulos, materialidad y sistemas estructurales o simplemente componentes, son los que permiten variedad de posibles configuraciones, marcando una idea clara de la complejidad a lo cual se le debe entender desde el grado en que responde la gestión cuidadosa de los recursos existentes en los lugares de intervención, categorizando la envolvente como una relación entre el desempeño y el impacto que tienen en la vivienda lo que abre una nueva ruta dentro de la investigación.

Es por esto que cuando se entiende el contexto, se analizan y se interpretan estas características tipológicas de las viviendas, se puede deducir que al independizar los elementos arquitectónicos se le permite a la envolvente ser un elemento independiente que aun así sigue configurando, determinando y confinando cada espacio que compone la edificación, pero esta vez de una manera autónoma, seccionada y categorizada que se vincula, relaciona y responde directamente a la actividad que se desarrolla en el interior.

Espacio, espacio genérico y productivo

Para entender el concepto Rigotti et al, (2014) define el espacio como una extensión medible y finita que se ubica en los ejes cartesianos X, Y, Z (p. 27).

De igual manera Rigotti et al, (2014) amplía, expone y analiza diferentes proyectos y su materialidad empleada para proyectar el espacio como un todo lo cual pauta la forma y cómo se emplean adecuadamente en las nuevas arquitecturas, expresando que a partir de la disposición del volumen se puede entender el orden espacial y a partir del vínculo entre la presencia humana y el plano se concluye una relación con el sentir (pp.3-11).

Seguido a esto Leupen, (2006) define los espacios genéricos como aquellos que sin salir propiamente del espacio se pueden realizar diferentes actividades, analizando su capacidad de cambio a partir de características como: alterable, que es aquel que se puede modificar internamente, extensible, que tiene la posibilidad de modificar el exterior de la vivienda, y polivalente, como aquel que no contiene elementos estructurales o arquitectónicos y permite múltiples usos. En conclusión, estos espacios son versátiles ya que responden a diferentes dinámicas presentes en la vivienda (p. 3).

Por otro lado, según Puentel, (2016) el espacio productivo es lo más importante en el crecimiento de la actividad, dicho espacio modifica la vivienda que habitan y su entorno inmediato, la arquitecta investiga sobre las problemáticas espaciales que se presentan por la no planificación de dichas actividades introducidas forzosamente en una vivienda de bajos recursos como método de supervivencia (p. 110). Dicha investigación llevó a los integrantes de las viviendas a manifestar ciertas dificultades: “en el momento de desarrollar de manera conjunta las tareas reproductivas del hogar. El espacio de trabajo vinculado con la vivienda fue valorado positivamente por los usuarios, evidenciándose muchas iniciativas para la autoconstrucción del espacio productivo” (Puentel, 2016, p. 110).

Teniendo en cuenta lo anterior, en Guavatá el espacio productivo es el medio para el mejoramiento de la calidad de vida, dichas áreas y los espacios genéricos muchas veces son improvisados por lo tanto se desvinculan de la vivienda, los recursos no se aprovechan y el espacio útil es ineficiente al no estar pensados desde la progresividad y la extensibilidad, conceptos que se pueden tomar para diseñar envolventes libres que respondan como tejidos que articulan la actividad interna y espacio exterior.

Campo geográfico de estudio

En el municipio de Guavatá - Santander, las viviendas albergan actividades de carácter productivo, al ser este municipio el de mayor área cultivada y cosechada de guayaba, contando con nodos de producción con proximidad a ejes viales de flujo comercial, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la actividad es del 56% con respecto a las de industria y comercio ocupando el 54% restante.

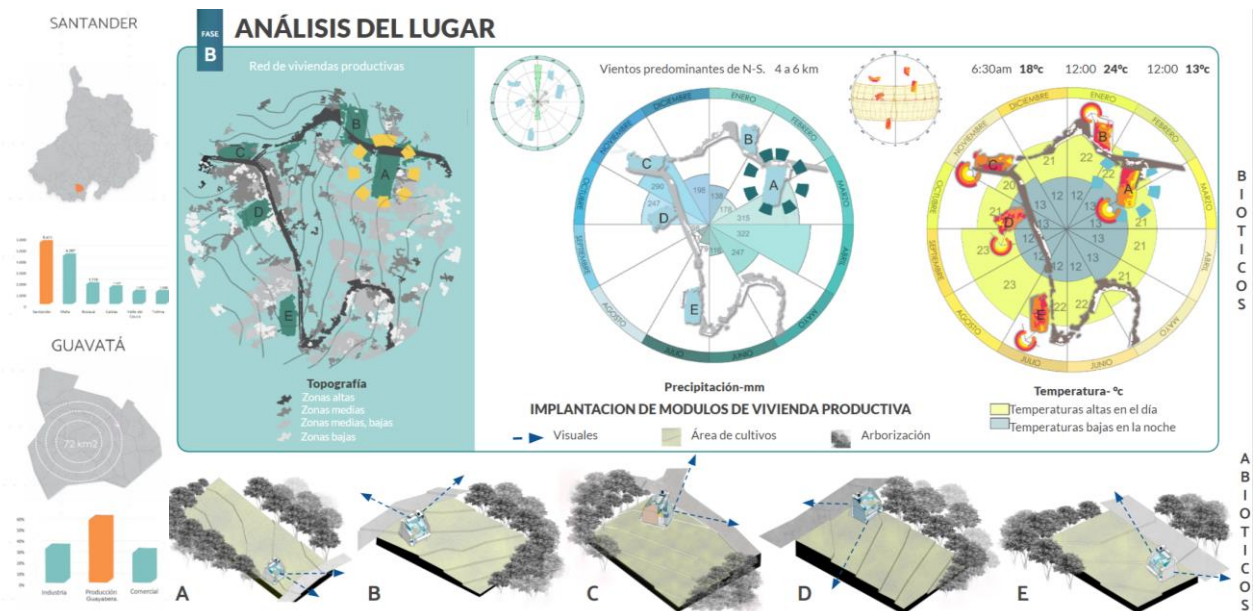


Figura 1. Análisis del lugar. Autoría propia (2021).

Teniendo en cuenta las condiciones bióticas y abióticas del lugar se determinan algunos predios de interés, los cuales se articulan con la proyección del corredor guayabero que busca conectar las centralidades productivas.

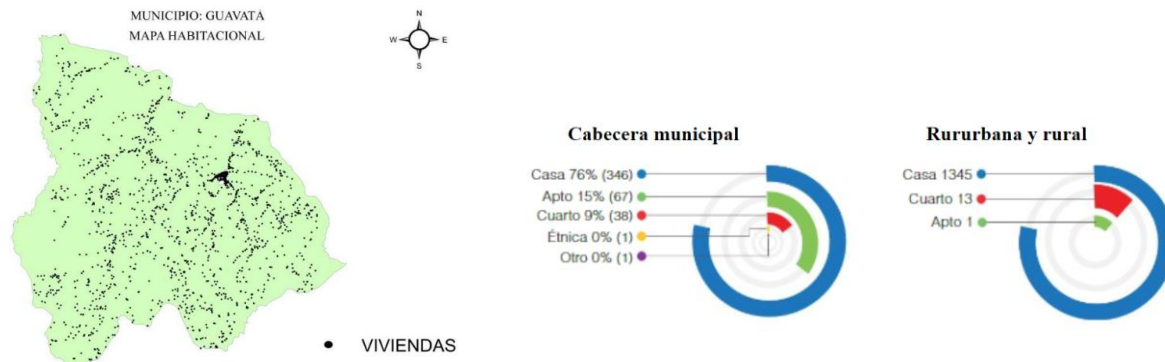


Figura 2. Localización de viviendas y tipo de ocupación. Alcaldía municipal de Guavatá (2021)-2023).

Teniendo en cuenta la figura 2 una gran proporción de familias vive en los sectores rururbanos y rurales conformando el 94% respecto a la cabecera municipal que corresponde al 71%,

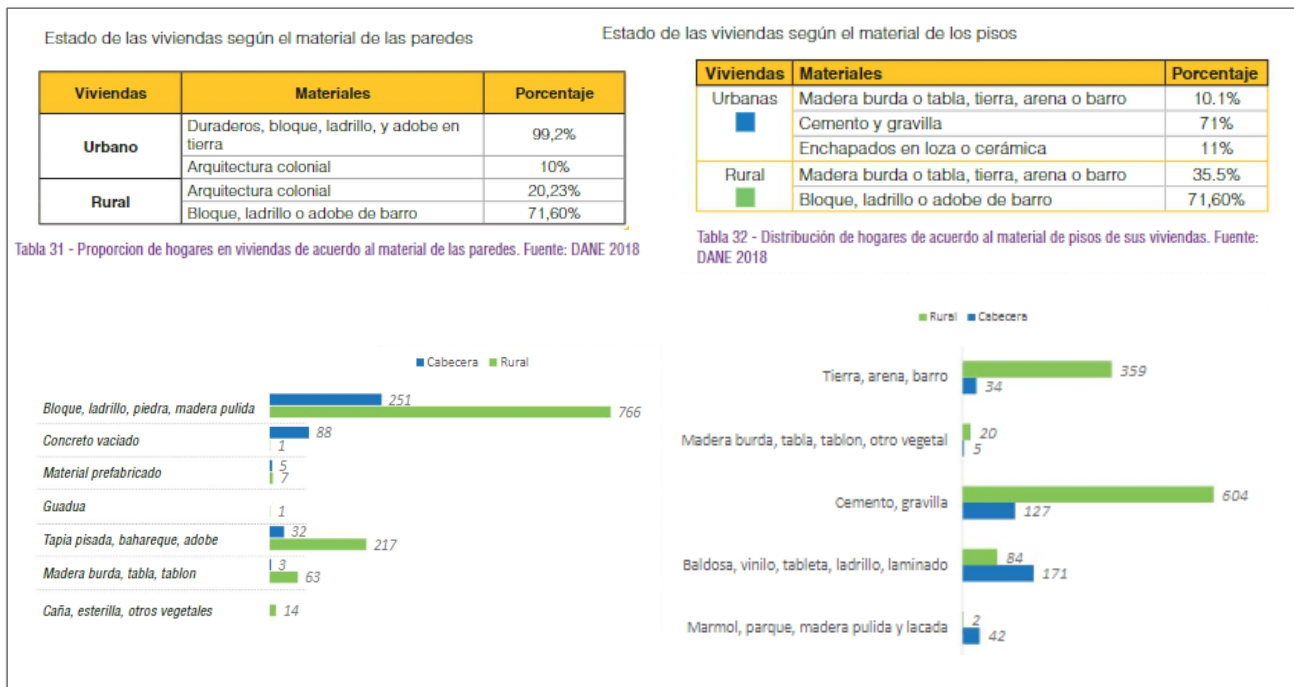


Figura 3. Plan de desarrollo. Alcaldía municipal de Guavatá (2021-2023).

A partir de la figura 3 se evidencia los principales materiales de los muros y al ser diversos, el 99.2% de las familias viven en casas hechas con materiales duraderos, especialmente en bloque, ladrillo y adobe; solo el 10% son edificios coloniales; en las áreas rururbanas y rurales, la cifra global ha bajado al 92,7%, que sigue siendo alta, sin embargo, el 20,3% de los hogares vive en edificios coloniales y el 71,6% de los hogares vive en casas de bloque, ladrillo o adobe.

Hipótesis

Para realizar la vivienda productiva de Guavatá se deben investigar las relaciones entre la estructura portante y la envolvente, ya que estas variables permiten configurar el tejido de articulación para albergar el espacio genérico y productivo en la vivienda.

Variables: Estructura portante y envolvente

Metodología

La metodología implementada es mixta, la cual se compone por 3 fases:

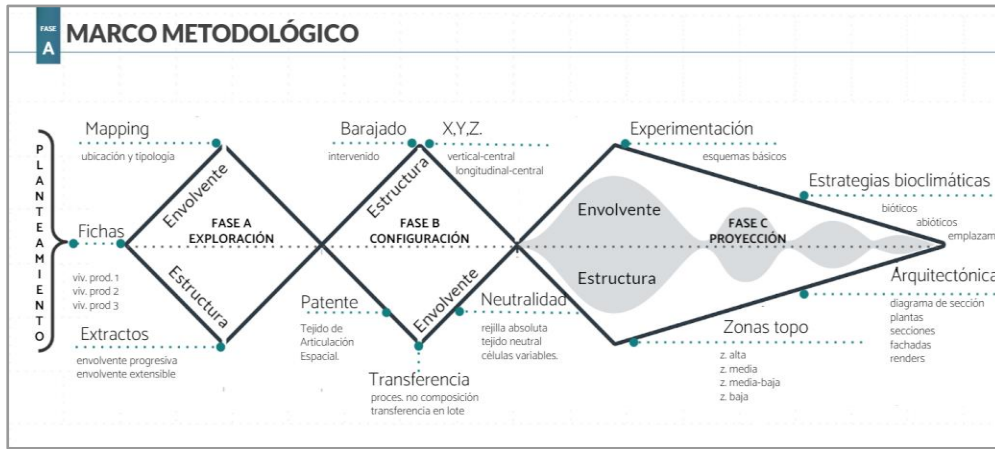


Figura 4. Marco metodológico. Autoría propia (2021).

Fase A exploración: Se implementa la herramienta mapping la cual se establece en el lugar de estudio, e identificamos los nodos de producción y las viviendas productivas con proximidad a ejes viales de mayor flujo comercial (figura 5), teniendo en cuenta esto procedemos a la selección del caso (figura 6), donde identificamos que en la vivienda rururbana se encuentra desarticulada la unidad espacial productiva, mientras que la urbana presenta problemáticas espaciales por la no planificación al introducir la actividad productiva de manera forzosa; por lo tanto establecemos la vivienda rururbana como caso de estudio, siendo esta última un área estratégica por sus dimensiones y el programa que contiene.

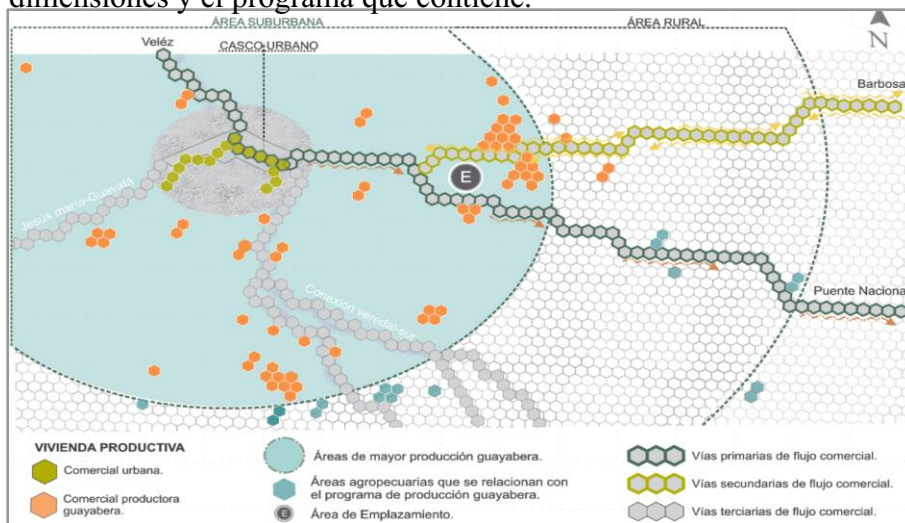


Figura 5. Mapping-ubicación (2021).

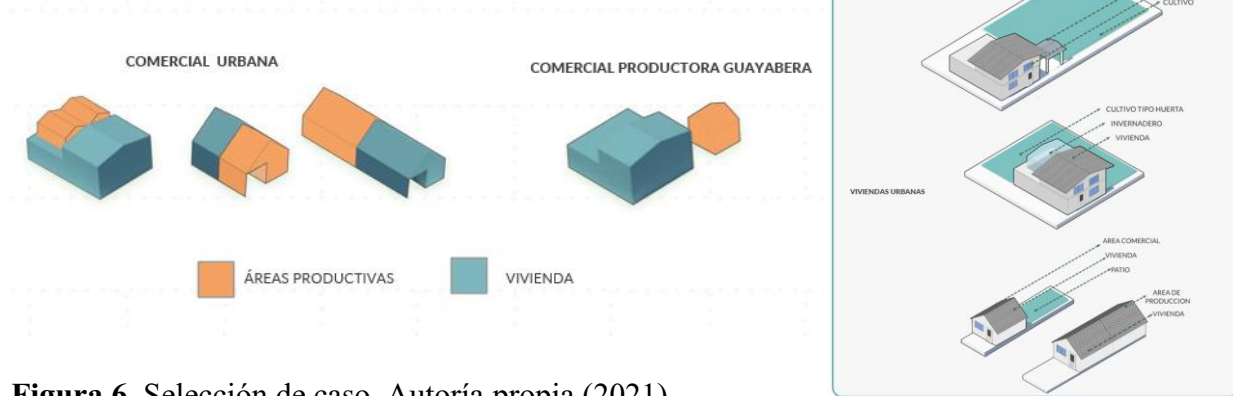


Figura 6. Selección de caso. Autoría propia (2021).

A partir de lo anterior, en la figura 7 al clasificar las relaciones del estudio de campo se obtiene: Contenida, cuando la estructura porticada contiene la envolvente monolítica. Estructural, envolvente de masa monolítica que cumple la función de muros estructurales y Modular, estructura optimizada reforzada a través de la envolvente modulada. En la figura 8, analizamos las envolventes con respecto a los espacios genéricos y productivos, dando como resultados envolventes pesadas, estáticas, y alterables; para finalizar en la figura 9 procedemos con el reconocimiento de la materialidad de los sistemas constructivos empleados.

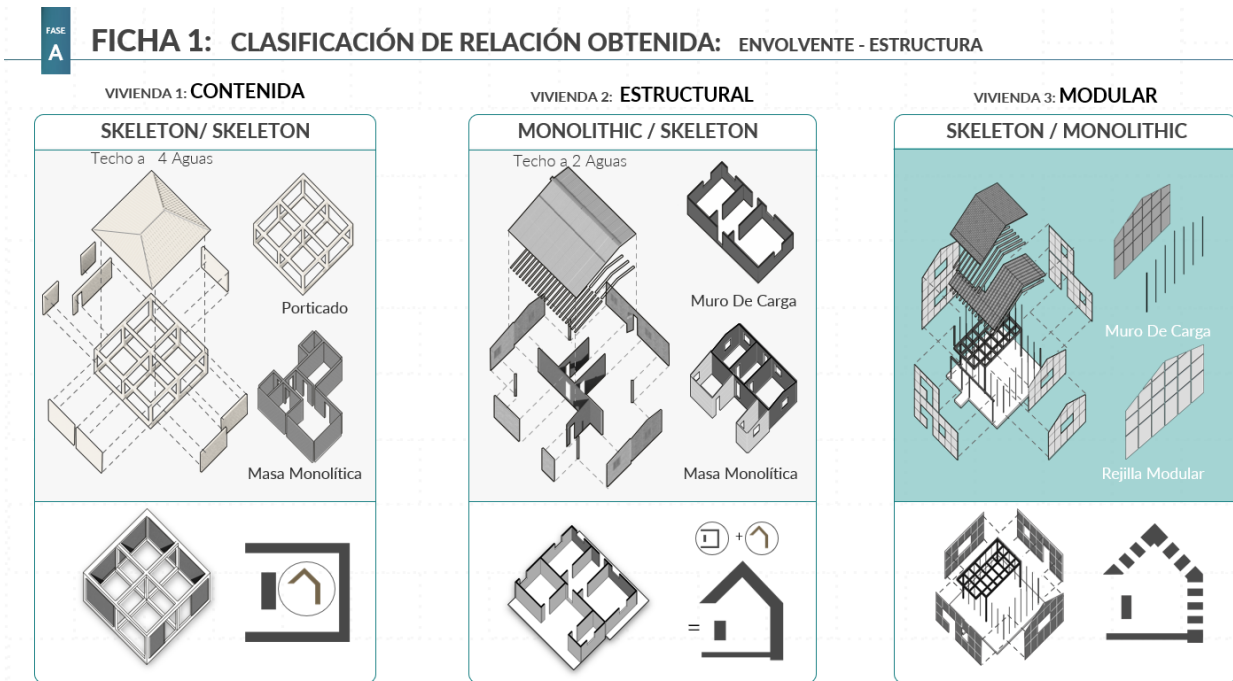


Figura 7. Ficha comparativa 1. Autoría propia (2021).

FASE A FICHA 2: ENVOLVENTE - Espacios genéricos y productivos

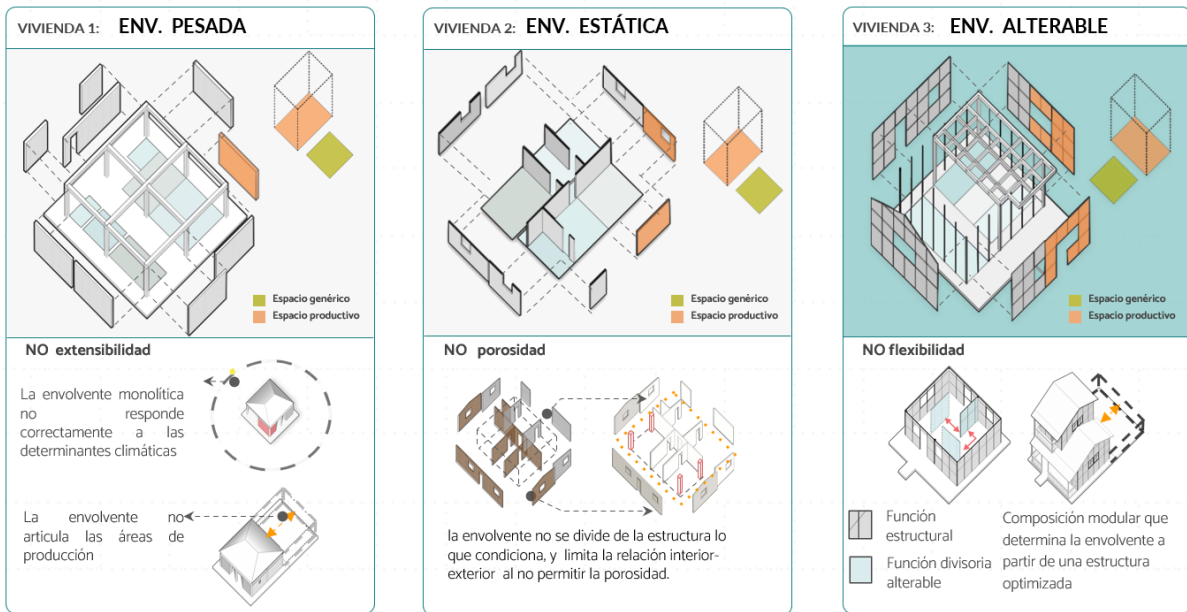


Figura 8. Ficha comparativa 2. Autoría propia (2021).

FASE A FICHA 3: RECONOCIMIENTO DE MATERIALIDAD: ENVOLVENTE - ESTRUCTURA

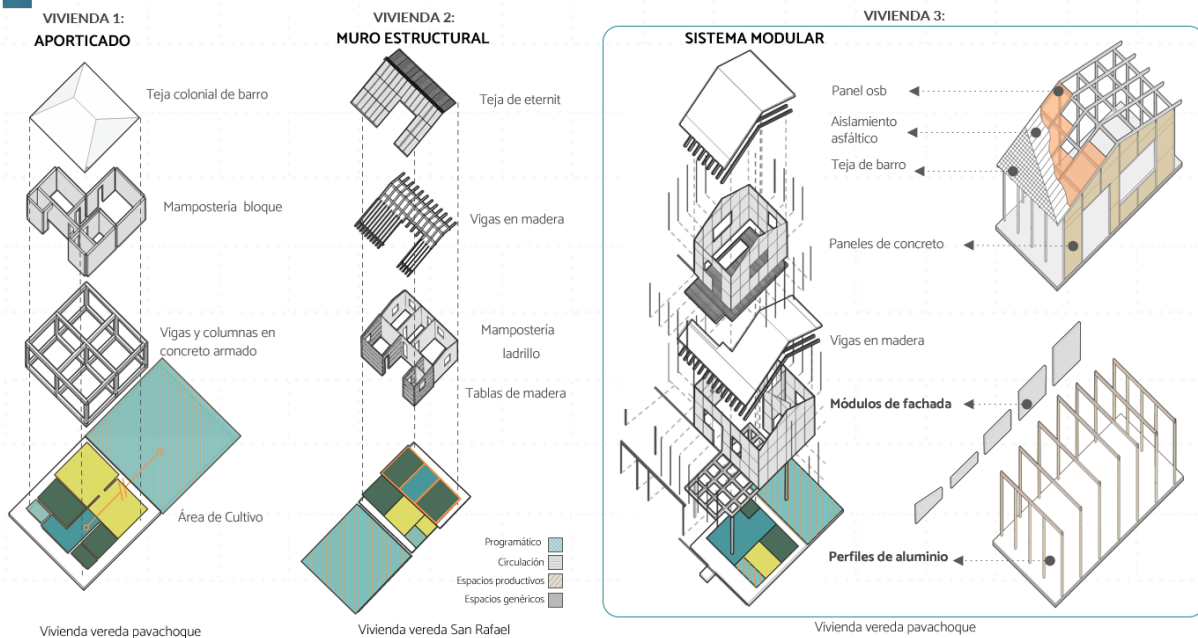


Figura 9. Ficha comparativa 3. Autoría propia (2021).

Para reforzar esto hicimos dos extractos de referentes, prototipos de vivienda sostenible y productiva rural en este caso la de Bogotá, la cual se divide en 4 unidades espaciales y al contar

con una envolvente codificada delimita y configura el espacio genérico que apoya los procesos domésticos, lo cual se identifica en la figura 10; el siguiente está ubicado igualmente en Bogotá, en este ejemplo la envolvente con su transparencia puede volverse un elemento que se independiza de la estructura para albergar el espacio genérico y productivo de la vivienda.

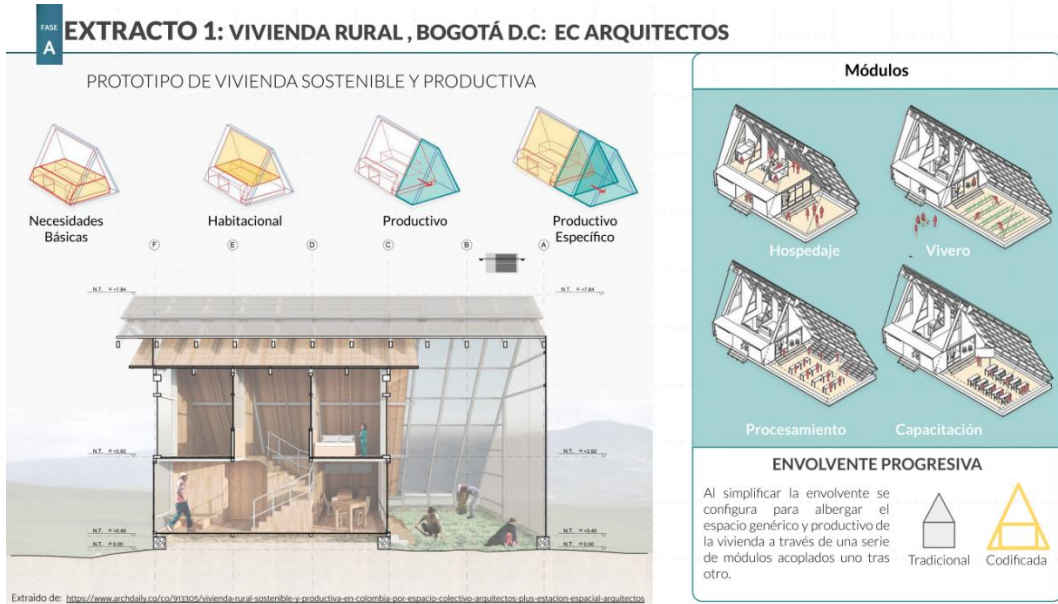


Figura 10. Sección explicativa. Betancourt, C, Hurtado, A, Contreras, S (2019)

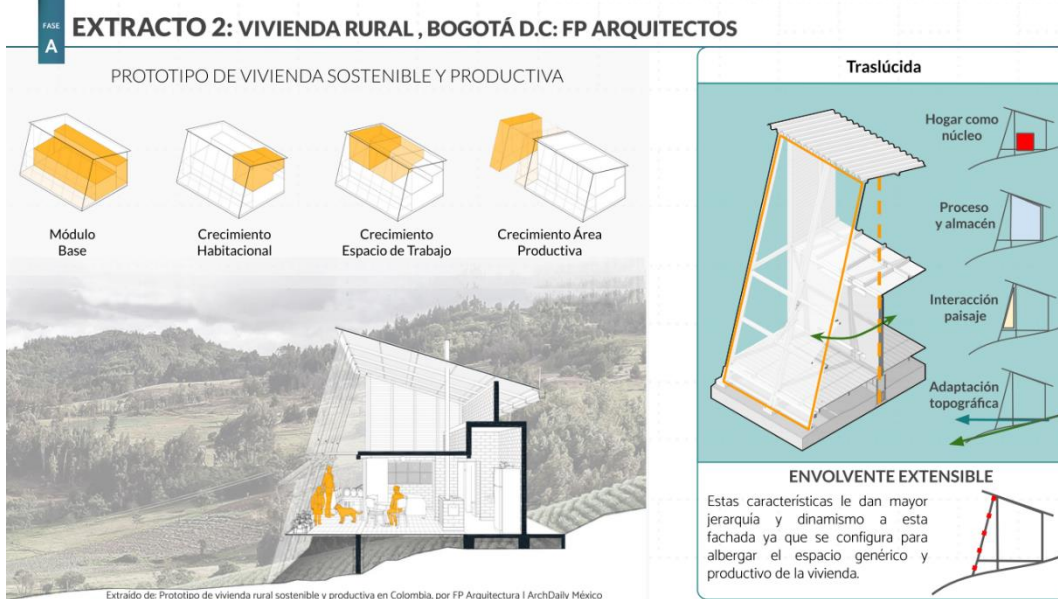
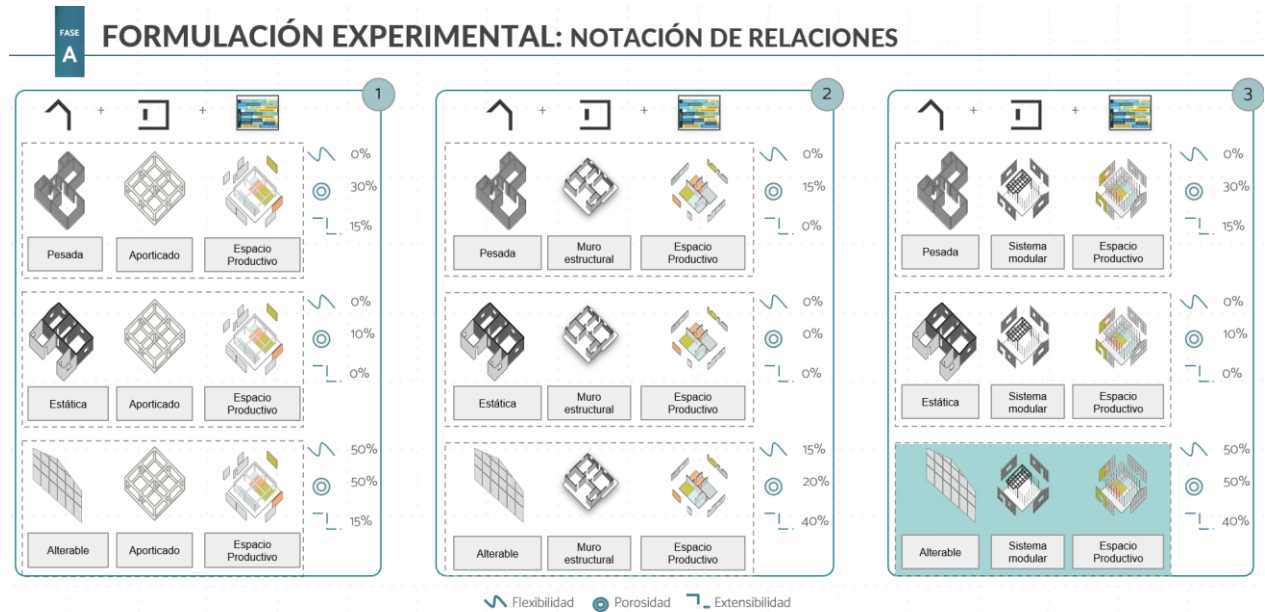


Figura 11. Sección explicativa. FP Arquitectura. (2019).

Como conclusión, en la figura 12 ideamos una tabla con las configuraciones de las estructuras y envolventes del estudio de campo, que al ser calificadas bajo tres conceptos permiten independizar

la envolvente.



ENVOLVENTE LIBRE: Resultado

En el estudio de campo los 3 tipos de estructuras y los 3 tipos de envolvente de las viviendas, indican que para la funcionalidad como lo es la productivo - educativa, ninguna permite la flexibilidad, porosidad, y extensibilidad, como conceptos para la articulación de nuevos espacios. Por lo tanto se procede a una nueva base de experimentación con los sistemas estructurales y su relación con una envolvente libre.

Figura 12. Formulación experimental del estudio de campo. Autoría propia (2021)

A continuación, estos fueron los resultados de la formulación experimental, la ficha 12 muestra gráficamente la notación del trabajo de campo, generando nueve relaciones de las variables y su afectación en el espacio productivo, dichas relaciones se califican bajo los conceptos de flexibilidad, porosidad y extensibilidad, características atribuidas a la envolvente; en la relación 1, envolvente pesada, estructura porticada con respecto al espacio productivo, genera 0% de flexibilidad, 30% de porosidad y 15% de extensibilidad.

La relación 2, envolvente estática, estructura porticada con respecto al espacio productivo, genera 0% de flexibilidad, 10% de porosidad y 0% extensibilidad; la relación 3, envolvente alterable, estructura porticada con respecto al espacio productivo, genera 50% de flexibilidad, 50% de porosidad y 15% de extensibilidad.

La relación 4, envolvente pesada, muro estructural con respecto al espacio productivo, genera 0% de flexibilidad, 15% de porosidad y 0% de extensibilidad; la relación 5, envolvente estática, muro estructural con respecto al espacio productivo, genera 0% de flexibilidad, 0% de porosidad y 0% de extensibilidad. La relación 6, envolvente alterable, muro estructural con respecto al espacio productivo, genera 15% flexibilidad, 20% porosidad y 40% extensibilidad; a relación 7, envolvente

pesada, sistema estructural modular con respecto al espacio productivo, genera 0% de flexibilidad, 30% de porosidad y 15% de extensibilidad.

La relación 8, envolvente estática, sistema estructural modular con respecto al espacio productivo, genera 0% de flexibilidad, 10% de porosidad y 0% de extensibilidad. y por último la relación 9, envolvente alterable, sistema estructural modular con respecto al espacio productivo, genera 50% de flexibilidad, 50% de porosidad y 40% de extensibilidad, esta relación existente es la que mejor relaciona las variables con respecto al espacio productivo y sus porcentajes de flexibilidad, porosidad y extensibilidad son las más destacadas en los sistemas relacionados con anterioridad. Sin embargo, para la funcionalidad como lo es la productivo - educativa, ninguna permite la flexibilidad, porosidad, y extensibilidad, como conceptos para la articulación de nuevos espacios.

Como conclusión se determina que ninguna relación alcanza los porcentajes óptimos para establecer una envolvente que articule los espacios genéricos y productivos.

Fase B configuración: Teniendo en cuenta los resultados experimentales se plantea el concepto de envolvente libre como tejido de articulación espacial, debido a que la envolvente es aquel tejido que articula el espacio genérico y productivo al resto de la vivienda. Para lograr esto, las franjas programáticas se apoyan en una ecuación matemática que permite entender un programa estructurado, el cual libera la envolvente para formarse como un elemento independiente, ya que al separarse se identifica una nueva relación entre las variables de investigación, dando como resultado un esquema abstracto de la nueva vivienda productiva; En la figura 12 se explica gráficamente que la patente consta de tres pasos: el paso A, busca ubicar el programa como si se tratara de una sección arquitectónica, consecuentemente el paso B, se ejecuta al reacomodar las franjas programáticas para adicionar la estructura y por último el paso C, articula la envolvente albergando los espacios genéricos y productivos. Teniendo esto claro, la figura 13 muestra gráficamente la propiedad de la multiplicación distributiva, la cual se ejecuta de la siguiente manera, $(a+b) * c = ac+bc$, la cual se traduce como, (a) el programa arquitectónico se le suma la (b) estructura) y se multiplica la (c) envolvente, lo cual es igual al resultado de (a) el programa multiplicado por la (c) envolvente, sumado con la (b) estructura, multiplicada por la (c) envolvente.

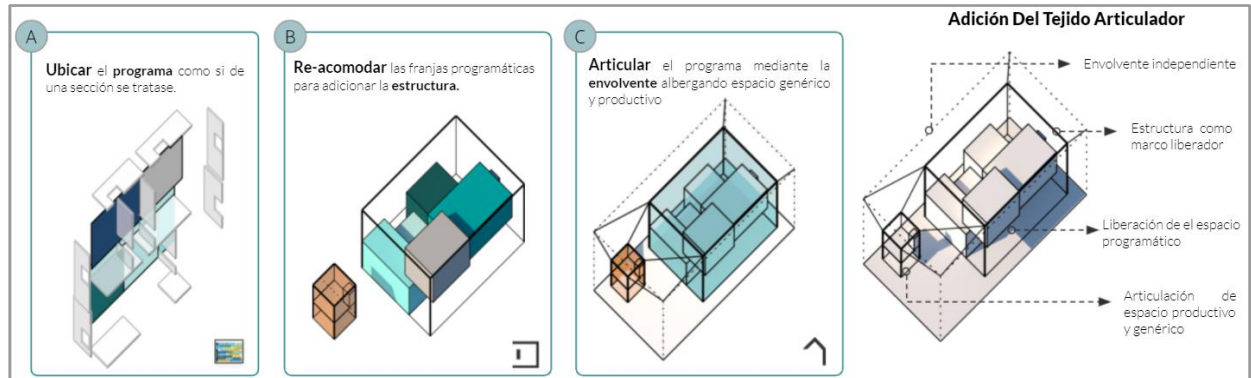


Figura 13. Patente paso a b y c. Autoría propia (2021).

Propiedad de multiplicación distributiva:

$$(a + b) \cdot c = ac + bc$$








 + ) ·  =   +  

Figura 14. Patente, propiedad de multiplicación distributiva. Autoría propia (2021).

Teniendo en cuenta lo anterior reubicamos el programa productivo existente de la vivienda, adicionando un programa reactivo que busca generar riqueza de actividades, en la figura 14 por medio de la herramienta barajeo se evidencia que es posible generar relaciones programáticas poco convencionales y en la figura 15 la herramienta xyz actúa como los ejes que funcionan para entender las actividades en un plano tridimensional, y por último las estrategias volumétricas otorgan un esquema de la forma.

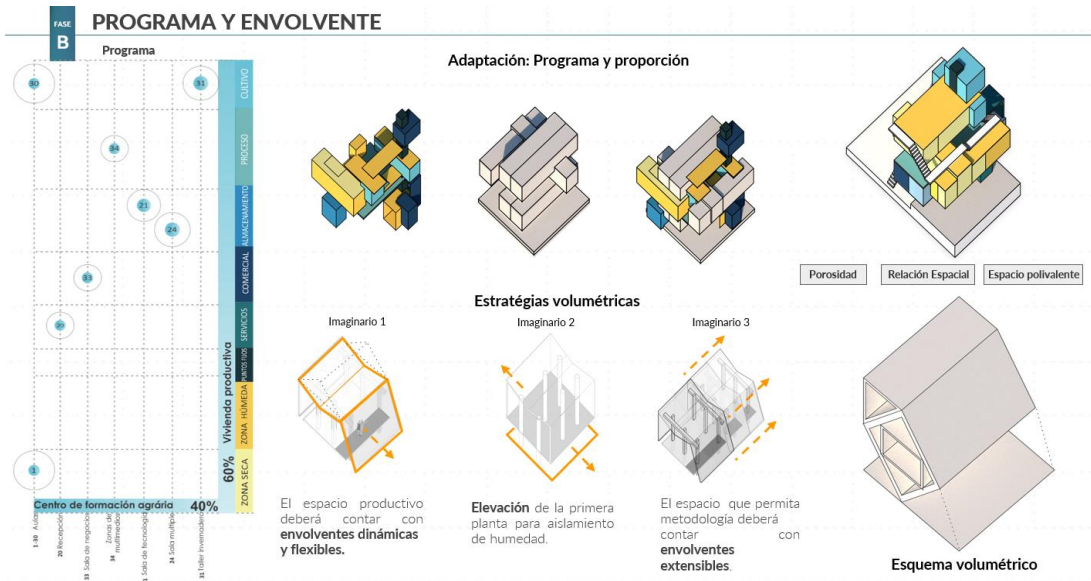


Figura 15. Programa y envolvente. Autoría propia (2021).

Fase C proyección: Esta fase se plantea a partir del resultado de la formulación experimental que el estudio de campo arrojó, proponiendo sistemas estructurales en relación con las diferentes envolventes, esto para calificar la relación que más aporta a la unidad funcional. Teniendo en cuenta esto se define un sistema estructural y un sistema de envolvente, el cual se debe ejecutar de manera técnica para evidenciar dicha relación.

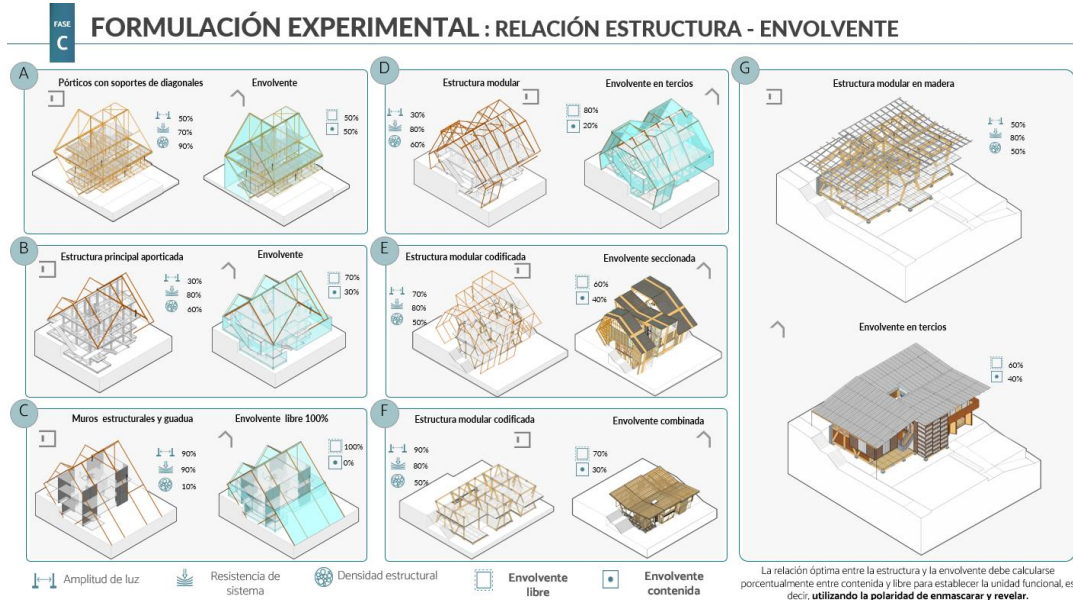


Figura 16. Formulación experimental B. Autoría propia (2021).

En relación con lo anterior, la figura 16 evidencia los sistemas de formulación experimental, el cual establece 5 modelos de relación para la estructura portante primaria y la estructura de la

envolvente como secundaria: A. pórticos con diagonales en guadua, B. estructura porticada de acero tubular y guadua, C. muros de concreto armado, y guadua, D. estructura porticada de acero tubular y envolvente en tercios de guadua, E. estructura modular codificada en acero tubular y envolvente en tercios de guadua, F. estructura modular codificada en madera y envolvente en tercios, G. estructura modular codificada en madera y envolvente en tercios ajustada a las condiciones contextuales. Dichos modelos estructurales se califican bajo tres conceptos: amplitud de luz, resistencia del sistema y densidad estructural, ya que se relacionan directamente con los porcentajes de los conceptos de envolvente, los cuales son contenida y libre.

Como conclusión la envolvente se libera de la estructura para configurarse por módulos independientes, lo cual permite escoger el sistema G, el cual es estructura modular de madera relacionada con una envolvente en tercios que responde al programa contenido.

Estructura

En la figura 17, se diseña un sistema modular a partir de la codificación de los pórticos del estudio de campo, que se propone como estrategia para neutralizar la estructura, teniendo en cuenta que este módulo se repite estructurando el resultado final con base en la formulación experimental, homogeneizando el espacio en la edificación, esto con el fin de generar una estructura ligera donde se evita el uso de soldadura, lo que permite ser desmontable implementando el uso uniones atornilladas, disminuyendo tiempos constructivos y costos.

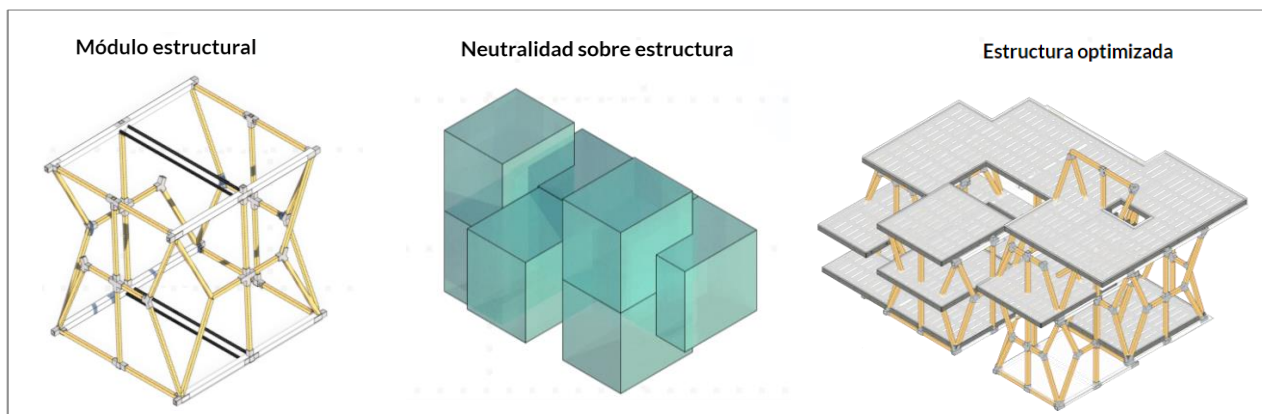


Figura 17. Neutralidad aplicada a la estructura. Autoría propia (2021).

Envolvente

En la figura 18, al hacer la transferencia se codifica la geometría de una fotografía con un

proceso de no composición, dando como resultado una subestructura modular que al dividirse en tercios y al emplearse a manera de tejidos superpuestos, responden cada uno a las necesidades del programa.

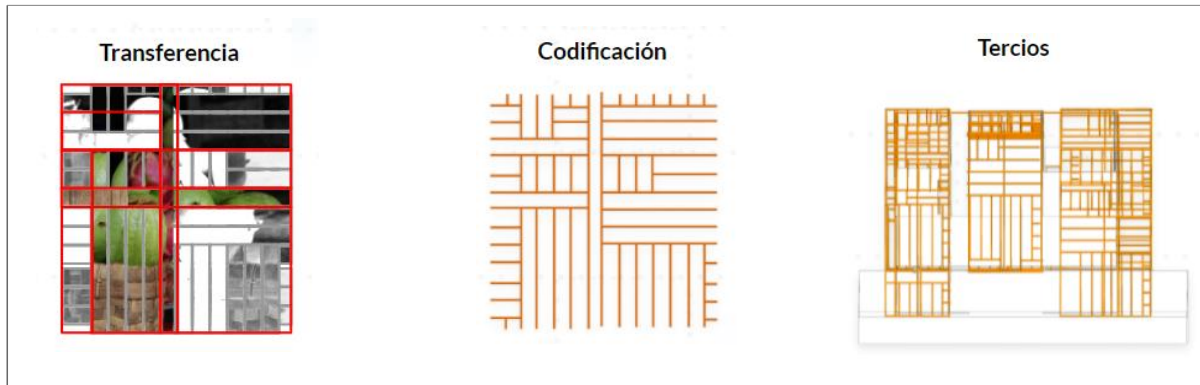


Figura 18. Transferecia aplicada a la envolvente. Autoría propia (2021).

Espacio genérico y productivo

En la figura 19, podemos observar que la vivienda se desarrolla en 2 niveles, la primera planta alberga los espacios domésticos, compuestos por área privada y área social, y se establecen las zonas de transición las cuales se vinculan como áreas de apoyo; un ejemplo de esto es el biohuerto que responde de manera directa a los usuarios de la vivienda, y el taller de invernadero complementando el proceso productivo.

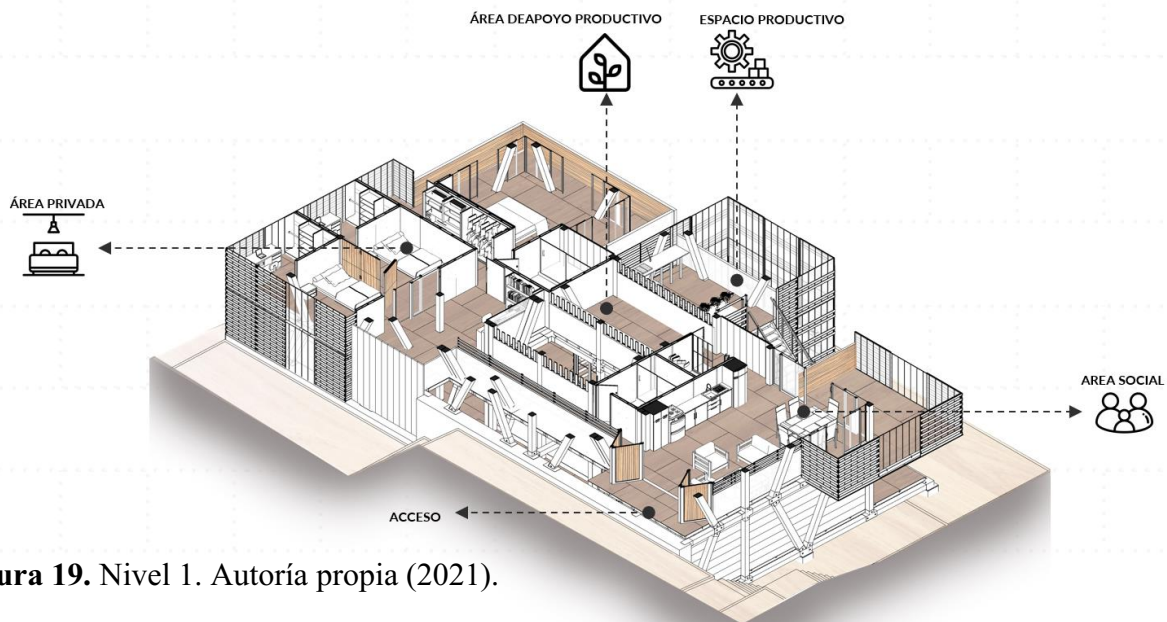


Figura 19. Nivel 1. Autoría propia (2021).

La figura 20 muestra que la planta baja alberga áreas de servicios, área de producción, y espacio

genérico polivalente, dicho espacio alberga actividades como la sala de computación, el espacio de capacitación y la zona de hospedaje. Se implementan paredes divisorias móviles para articular de maneras variables estos espacios.

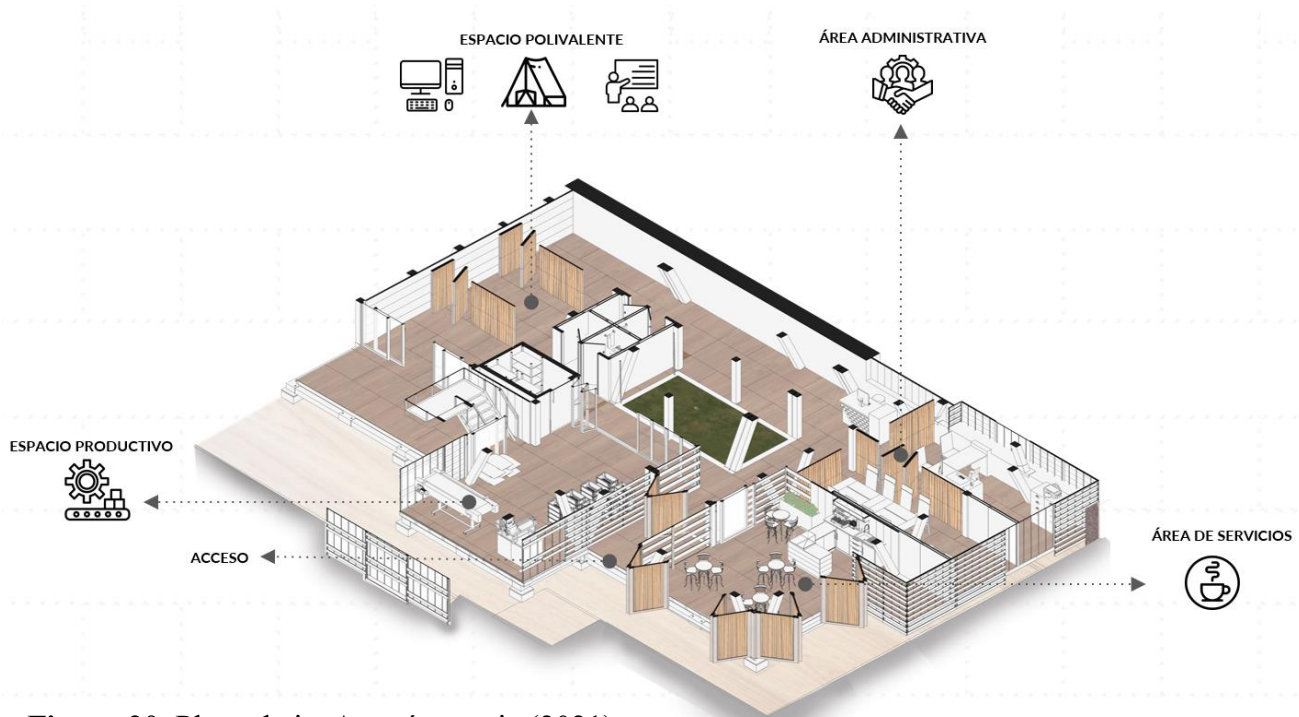


Figura 20. Planta baja. Autoría propia (2021).

Emplazamiento

Por otra parte en la figura 21 se neutraliza el lote con estrategias como: el tejido neutral, las células variables y la rejilla absoluta, cada una de estas se codifica dando como resultado la manera de disponer la conectividad, la vivienda, el cultivo, y los escenarios dentro del lote; lo cual nos pauta la base de la transferencia que se evidencia en la figura 22, donde se logra a partir del tratamiento y proceso de una fotografía, permitiendo generar una distribución homogénea sobre el lote, a partir de módulos programáticos, donde encontramos las células variables las cuales son: (A) vivienda productiva, (B) procesos derivados, (C) ocio y descanso, (D) recolección de fruta, debidos procesos que responden a las actividades productivas. Estas herramientas pautan el emplazamiento y la distribución de actividades fuera de la vivienda.

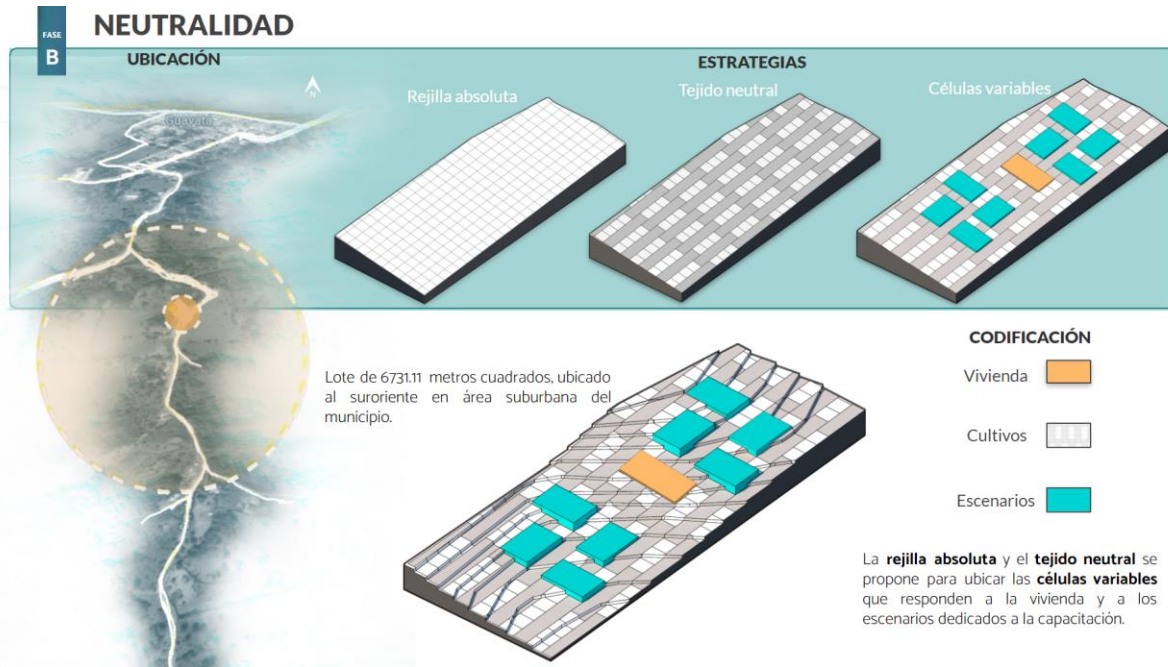


Figura 21. Neutralidad. Autoría propia (2021).

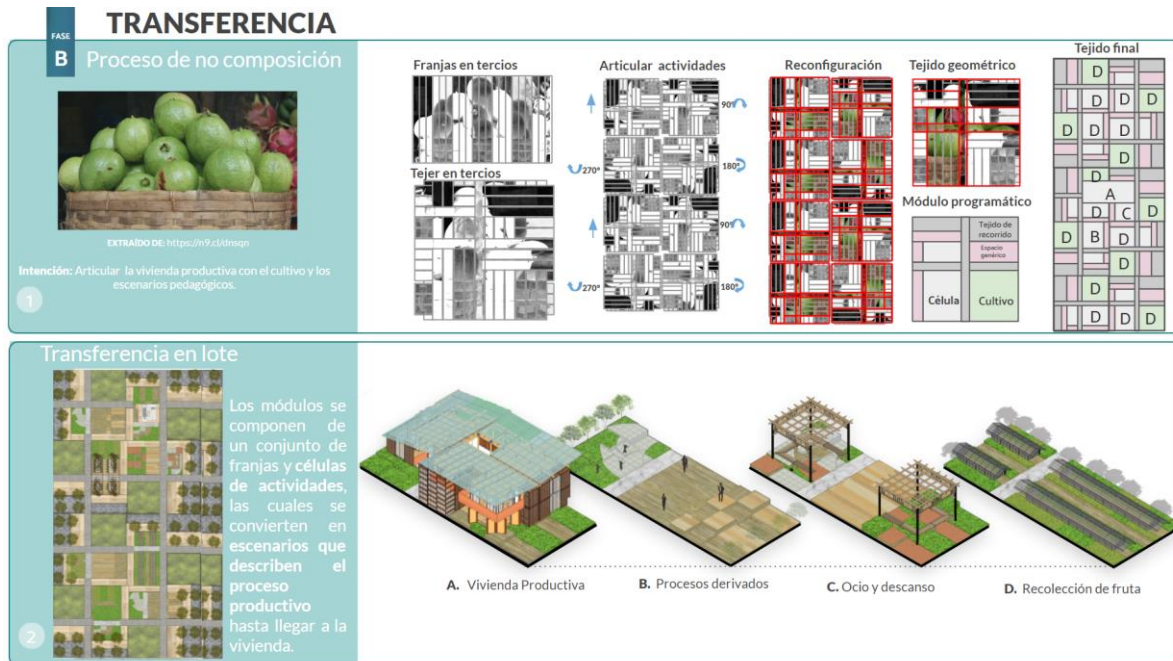


Figura 22. Transferencia. Autoría propia (2021).

Análisis de resultados

Por medio de los módulos programáticos establecidos en la transferencia se analizan los diferentes escenarios con los siguientes porcentajes: recorridos 10%, permanencias 15%, vivienda 20% y cultivos 55%. Las permanencias responden a los espacios genéricos de ocio y descanso. Se da mayor porcentaje a las áreas de cultivo para hacer de este un diseño tecnificado que articule el área de vivienda productiva rururbana.



Figura 23. Planta urbana. Autoría propia (2021).

Como estrategia de diseño se establece un diagrama de captación, recolección y almacenamiento de aguas lluvia (figura 24). El resultado se articula a partir de calcular las

pendientes de las cubiertas para el aprovechamiento de los recursos en un contexto de lluvias bajas-moderadas, lo que permite establecer un sistema pensado con anterioridad, articulado con el programa de la vivienda productiva.

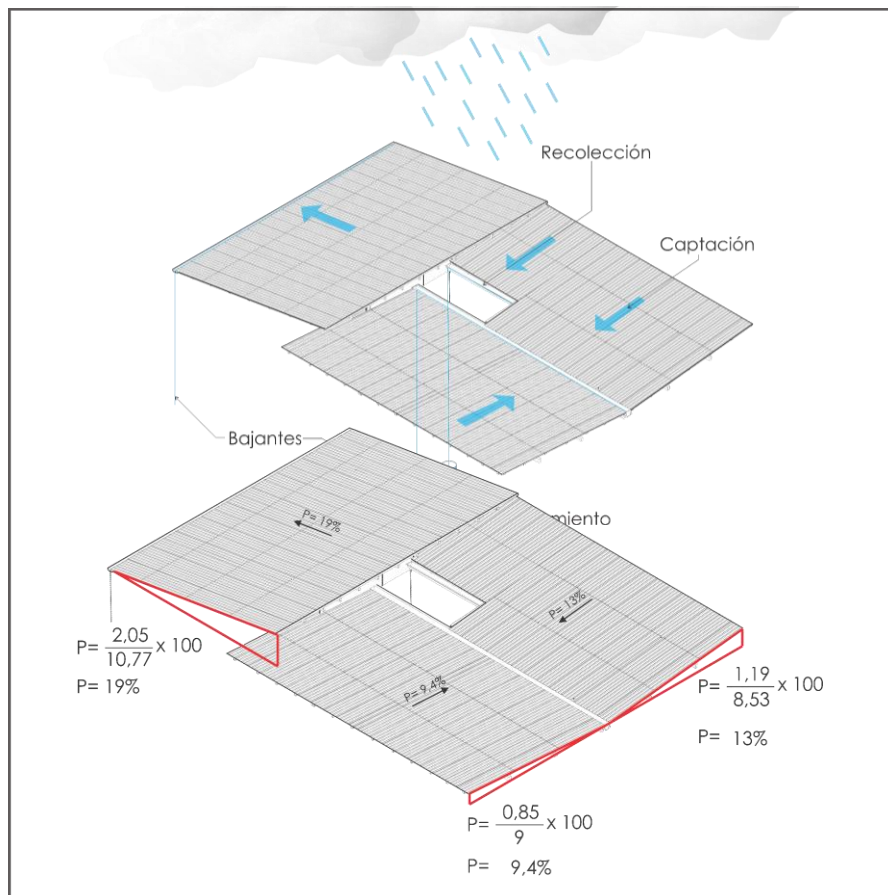


Figura 24. Análisis de captación, recolección y almacenamiento. Autoría propia (2021).

Se promedia que para los meses más lluviosos del año, enero, abril, noviembre y diciembre la tasa de recolección sea entre 9000 L a 11.000 L por mes, y en la totalidad del año aproximadamente 89.000 L recolectados, siendo la envolvente el medio para suplir la debilidad de acueducto que presenta el sector.

El clima de Guavatá es la determinante que genera mayor afectación en las viviendas y su productividad; a las 6:30 am las temperaturas son de 18°C, a las 12:00 m incrementan a los 24°C y a las 12:00 pm bajan a los 13°C. A partir de esto se plantea que la vivienda pueda tener iluminación natural todo el día, para esto la vivienda se rota 45° a la derecha sobre los puntos cardinales, lo cual

asegura la iluminación de los espacios en las diferentes horas del día, y teniendo en cuenta los vientos que son de norte a sur con velocidades de 4 a 6 km aproximadamente, se diseña la envolvente de tal manera que permita la ventilación cruzada y el control lumínico que incide al interior de la vivienda.

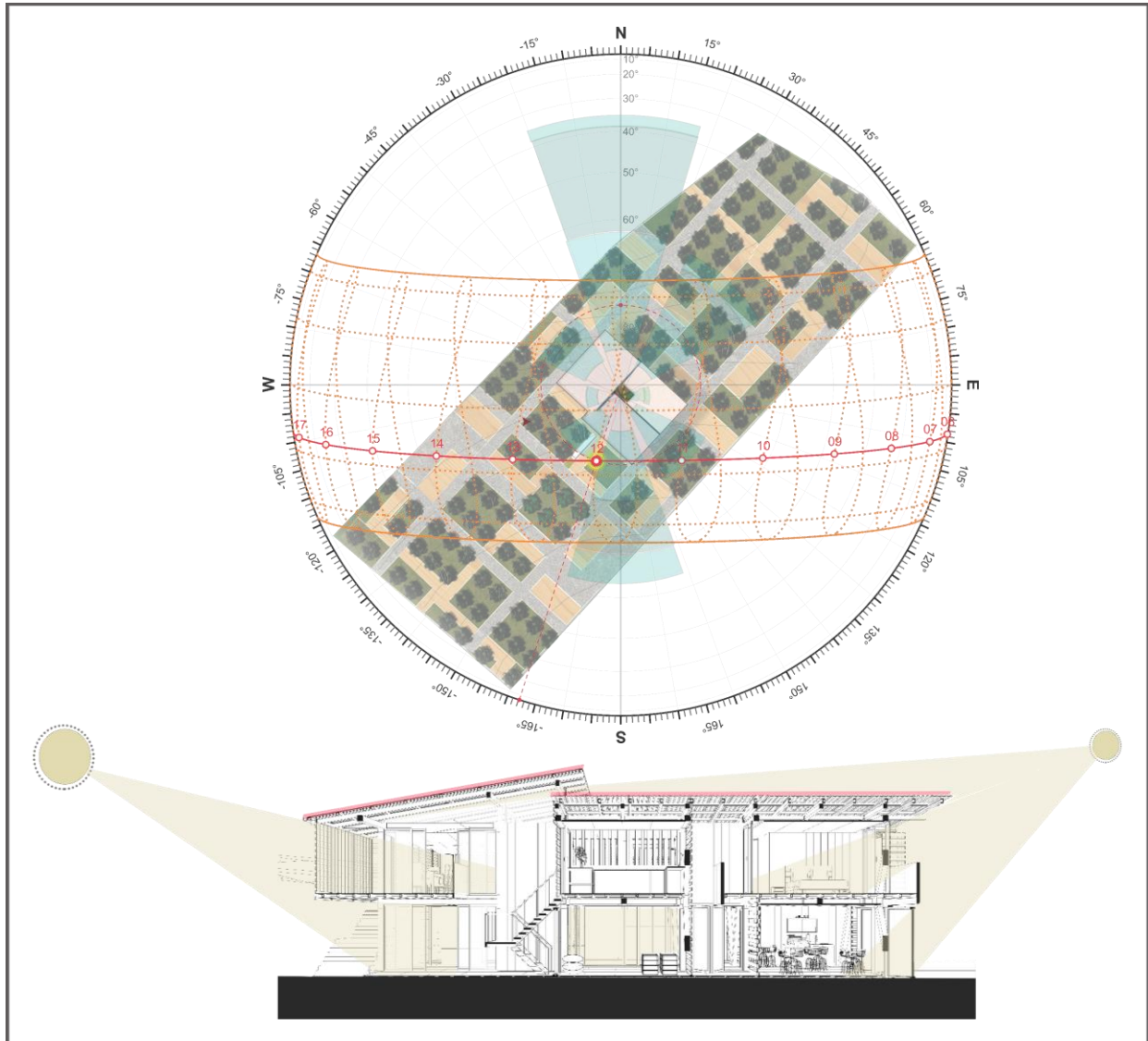


Figura 25. Análisis de incidencia solar y vientos. Autoría propia (2021).

La estructura al ser modular posibilita su ensamblaje en cualquier condición topográfica, sin embargo, para cumplir con las normas sismo resistentes se hace necesaria la implementación de una cimentación optimizada, a partir de esto la estructura se articula por medio de pedestales con uniones metálicas lo cual eleva la planta del suelo para aislar plagas y evitar problemas de

humedad, de esta manera generar menor afectación sobre el terreno. Seguido a esto, se necesitan entresijos livianos que reduzcan los tiempos de construcción, para esto se implementa un sistema modular a partir de perfilaría metálica y paneles prefabricados osb. Adicionalmente se requieren muros para los espacios privados, por lo tanto, se implementa una escenografía con sistema de muros en drywall para reducir el peso sobre la estructura; del mismo modo como una respuesta a los espacios alterables se proponen paredes móviles acústicas, en este caso se emplean para espacios polivalentes, administrativos y privados.

Para articular la envolvente se hace necesario pensar en una subestructura independiente de la estructura primaria, con uniones que permitan liberar la envolvente, para esto se establece una subestructura con perfilaría metálica que sostiene los paneles deck acompañado de láminas en policarbonato como una alternativa al uso del vidrio y elementos monolíticos, y como una manera de expandir los espacios, se proponen pieles plegables construidas con materiales típicos de la zona como la caña brava y bambú. Finalmente, para articular las envolventes a la estructura portante se diseñan diferentes tipos de uniones metálicas que responden como una extensión articuladora.

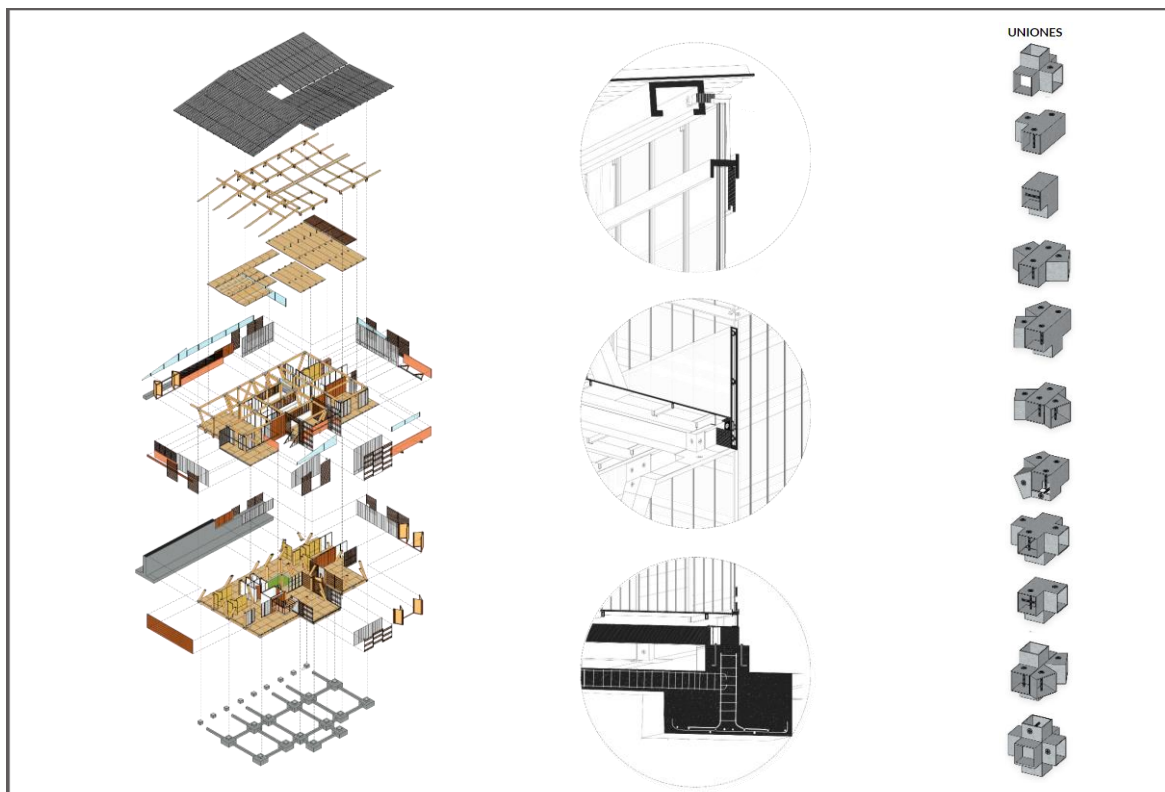


Figura 26. Anclajes y articulación de variables: envolvente - estructura. Autoría propia (2021)

Conclusiones

En respuesta a la pregunta problema, para articular el espacio genérico y productivo a la vivienda rururbana, la relación de las variables debe ser de conexión independiente, debido a que la estructura es el apoyo de la envolvente, y en determinados lugares esta relación será libre o contenida, respondiendo así al programa interno para cumplir con la dualidad de enmascarar y revelar.

Para demostrar la validez de la hipótesis, fue necesario realizar la vivienda productiva a partir de las relaciones obtenidas y formuladas entre la estructura y la envolvente de tal manera que permitieron configurar el tejido de articulación para albergar los espacios genéricos y productivos en la vivienda.

La relación de las variables se evidencia en las uniones que permiten liberar la envolvente de tal manera que articule los espacios productivos segregados y no los delimite en su totalidad, para configurar la unidad espacial y funcional de la vivienda rururbana.

Al clasificar las variables se determina que existen las siguientes relaciones del estudio de campo: contenida, estructural y modular, de lo cual se concluye que ninguna de estas relaciones responde de manera óptima a la actividad ni al espacio productivo y genérico.

Al analizar las envolventes relacionadas con los espacios desarticulados, la pesada no permite la extensibilidad, la estática no permite la porosidad y la alterable no permite la flexibilidad que al reconocer su materialidad y al contrastarlas con los extractos se determina que ninguna de estas relaciones responde acertadamente al desarrollo de la actividad y a la articulación de los espacios.

Para formular relaciones estratégicas entre las variables se califican por amplitud de luz, resistencia de sistema y densidad estructural, y se establecen porcentajes para la envolvente libre y contenida. De lo anterior se concluye que la relación óptima entre la estructura y la envolvente debe calcularse porcentualmente, estableciendo una estructura modular en relación con una envolvente libre un 60% y contenida un 40%. (figura 27).



Figura 27. Estructura como apoyo de la envolvente libre. Autoría propia (2021).

FASE A: Se concluye que, de los tres tipos de vivienda productiva, la vivienda rururbana desarticula la unidad espacial y presenta mejores condiciones ya que está ubicada en un área estratégica, debido a que se encuentra entre el área urbana y el área rural, como consecuencia el programa arquitectónico responde a las relaciones comerciales y productivas.

FASE B: Por otro lado, al establecer la patente, se concluye que si la envolvente se piensa como un tejido se puede convertir en un elemento que articule diferentes escenarios, lo que da paso a la conformación de la envolvente libre con un carácter dinámico, funcional y propio de una vivienda productiva; adicionalmente el resultado del programa barajado establece nuevas relaciones espaciales entre actividades.

FASE C: Se concluye que al establecer una estructura modular se disminuyen los tiempos de construcción reduciendo los costos y se implementa un sistema portátil armable y desarmable como envolvente, permitiendo la variabilidad de la forma, dando una identidad propia a la vivienda según la necesidad de los usuarios (figura 28).

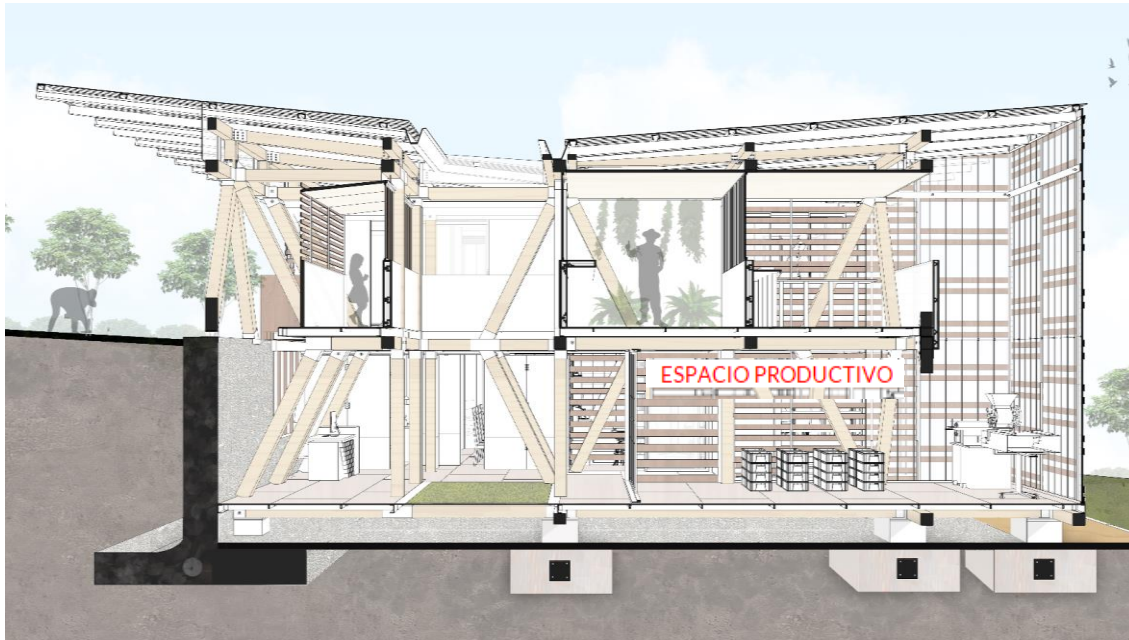


Figura 28. Envoltante como tejido articulador del espacio productivo. Autoría propia (2021).

Finalmente, con esta investigación se aconseja observar con detenimiento el contexto del campo geográfico de estudio, para encontrar aquellas debilidades que se pueden fortalecer a través de la relación de las variables y así proponer el diseño arquitectónico.



Figura 29. Relación: Vivienda - contexto. Autoría propia (2021).

Referencias

- Betancourt, C, Hurtado, A, Contreras, S (2019) Vivienda rural sostenible y productiva en Colombia [Sección explicativa]. Recuperado de <https://acortar.link/XHnIzA> , <https://acortar.link/wNRafh>
- Ching, F. (2009). *Manual de estructuras ilustrado*. G.G.
- FP Arquitectura. (2019). Prototipo de vivienda rural [Sección explicativa]. Recuperado de <https://acortar.link/30fsAq>
- Leupen, B. (2006). *Frame and generic space*. Rotterdam. Holanda. Editorial Nai 010 publishers.
- Leupen, B. (2012). *Housing design a manual*. Rotterdam. Holanda. Editorial Nai publishers.
- Puentel, M. (2016). La vivienda productiva. Una alternativa de solución habitacional a las prácticas económicas domiciliarias de subsistencia. *ADNea Arquitectura y Diseño del Nordeste argentino*. Obtenido de: <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/adn/issue/view/291/showToc>
- Qutián, A. (2020-2023). Plan de desarrollo “Todos por una Guavatá productiva y sostenible”. [Estadísticas]. Santander: Guavatá
- Rigotti, A, Righi, M, Menéndez, E, Chamorro, S, Longoni, L, Pérez, L,[...] Vacas, J. (2014) Temas de la arquitectura del siglo xx: Espacio, estructura, envolvente, medida y color. *Cuaderno de laboratorio de historia urbana. 7. Universidad Torcuato Di Tella . Planeamiento y Diseño de la Universidad Nacional de Rosario*. <http://hdl.handle.net/2133/4407>
- Van Strate, A. (2016) Relación envolventes - estructura en arquitectura contemporánea. Construcción metodológica para la enseñanza disciplinar. *XX Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral 18 y 19 de Octubre de 2016*.
- Varini, C. (2016) Eco envolventes. *Departamento de Publicaciones y Comunicación Gráfica de la UPC*.
- Velasco, R., y Robles, D. (2011) Diseño de eco envolventes. *Revista de arquitectura. 13(ISSN: 1657-0308)*
Recuperado de <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/issue/view/19/5>
- Velastegui, L, Cáceres, E, Llanga, C. (2018): “El diseño estructural y su contribución en la arquitectura contemporánea”, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.

Zurigarín, G. (2013) Envolvente arquitectónica. *Publiditec*. 06.

Recuperado de <https://issuu.com/publiditec/docs/ea06resumen>