



TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN UN PROYECTO DE VIVIENDA SOSTENIBLE CON VARIAS TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN SUBACHOQUE, COLOMBIA

Lucia Esperanza Garzón

Celular 57 3102450630

luciagarzon@yahoo.com; bioarquitecturatierra@gmail.com

Palabras claves: transferencia tecnológica, valorización e impacto social, evaluación bioclimática.

Resumen

El proyecto Casa Supitina es una experiencia de construcción con tierra de dos viviendas, una principal de 600 m² y la de los cuidanderos de 100 m², donde se implementaron varias innovaciones tecnológicas. Se inició su construcción en el año 2010 y en el 2012 fueron concluidas las obras demostrativas.

El proyecto está localizado en una zona rural de los Andes colombianos, a 38 km de Bogotá, en Subachoque – Cundinamarca, en un ecosistema de Paramo, a 2.850 m de altitud vía al Tablazo, dentro de las coordenadas 4°56'0" N, 74°11'0" W. Este municipio localizado en la sabana de Bogotá posee temperaturas promedio de 13°C y humedad de 70%.

Se proyectó para responder al entorno natural, con una arquitectura orgánica, usando de manera eficiente los recursos que proporciono el lugar, considerando el patrimonio cultural y material que posee el país en el tema de la arquitectura con tierra, exaltando la maestría expresada en las manos de los artesanos.

1. ANTECEDENTES

El planeta tierra ha llegado a un momento histórico único. La humanidad evoluciona y el avance científico y tecnológico, es responsable del cambio de paradigmas; y *para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras*, como lo plantearon las Naciones Unidas desde 1987; hoy se hace fundamental para los planificadores, arquitectos, ingenieros y urbanistas, reflexionar permanentemente sobre el impacto que causa su intervención en el hábitat. Tópico que necesita ubicarse dentro de las prioridades de las agendas políticas mundiales para el desarrollo e incluirlo con conciencia en acciones concretas a todo nivel, que evidencien esta nueva filosofía de vida.

La arquitectura y la construcción, parte del sector primario y secundario de la economía, consumen muchos recursos naturales y energéticos. Cuando se habla de una arquitectura sostenible es necesario dimensionar las capacidades finitas de los recursos del planeta, pues la responsabilidad está en las acciones y decisiones que se toman sobre esta realidad; dentro de la filosofía del uso racional de los recursos, que respete el medioambiente con responsabilidad ecológica y ética, en un nuevo nivel de conciencia

La economía en la arquitectura y el urbanismo es un factor de gran incidencia en la ecología planetaria, pues desde la industrialización se ha evidenciado el gran impacto que la construcción ha generado; la relación de los agentes desde la extracción, producción, intercambio, distribución y consumo de bienes y servicios, que busca satisfacer las necesidades mediante los recursos disponibles en la sociedad, solo tendrá futuro, si se transforma el modelo de desarrollo para que armonice con el equilibrio integral en el medio ambiente.

La teoría de la “ecología profunda”, que ocupa un nuevo lugar en el siglo XXI, busca recordar la integración de las personas con la naturaleza, previendo que la humanidad podría sufrir la desaparición, si las fuentes de energía se agotan. Por ello la construcción

como motor de las economías mundiales, requiere ser revaluada dentro de los nuevos paradigmas. En consecuencia, el hábitat que estamos deteriorando, evidencia la apremiante necesidad de iniciar cambios trascendentales en el sistema de consumo, para conservar la vida.

Las fuentes de energía que consume la producción de los materiales de la construcción proviene de los combustibles fósiles, con alta emisión de gases contaminantes a la atmósfera y excesivo gasto energético, hecho que se puede revertir con un diseño bioclimático, que optimice los recursos, con materiales de menor consumo energético para garantizar la durabilidad de las obras y aminorar el impacto sobre los recursos naturales que aun poseemos, tales como agua, aire, tierra y energía.

Concebir un proyecto ecológico y sostenible, sugiere un balance energético adecuado con el medio ambiente y el uso racional de los recursos, al integrar el paisaje, la vegetación, racionalizar el recurso hídrico, optimizar la radiación solar y utilizar los aislamientos para lograr la amortiguación e inercia térmica con los materiales; con estas acciones se incide fundamentalmente en una menor demanda energética del edificio. Actualmente es necesario proteger el cuerpo humano de los nuevos efectos de radiaciones electromagnéticas, situaciones que implican el estudio de los materiales y los efectos en la salud del hábitat.

La concepción del diseño de una vivienda parte de la comunión entre el arte, la ciencia y la técnica, con criterios de funcionalidad que respondan tanto a unos estándares de calidad y confort como a las condiciones ambientales locales y a las necesidades culturales y climáticas, tales como temperatura, humedad, ventilación y movimiento de la calidad del aire.

La construcción ecológica se está transformando en una estrategia para la sustentabilidad y una alternativa de vida sana.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

El proyecto Casa Supitina es una construcción diseñada, construida y gerenciada por la arquitecta Lucía Esperanza Garzón, quien convoco, para la realización de esta obra a un equipo profesional multidisciplinario, integrado por ingenieros civiles, de vías, calculistas, ambientales, geo-biólogo, arquitecto paisajista e invito a maestros bovederos mexicanos para la asesoría en la transferencia técnica, entre otras actividades de la obra la cual fue ejecutada entre el año 2010 y abril de 2012 (figuras 1, 2 e 3).



Figura 1 –Casa Supitina – Vista general. Fotografía: Andrés Bermúdez

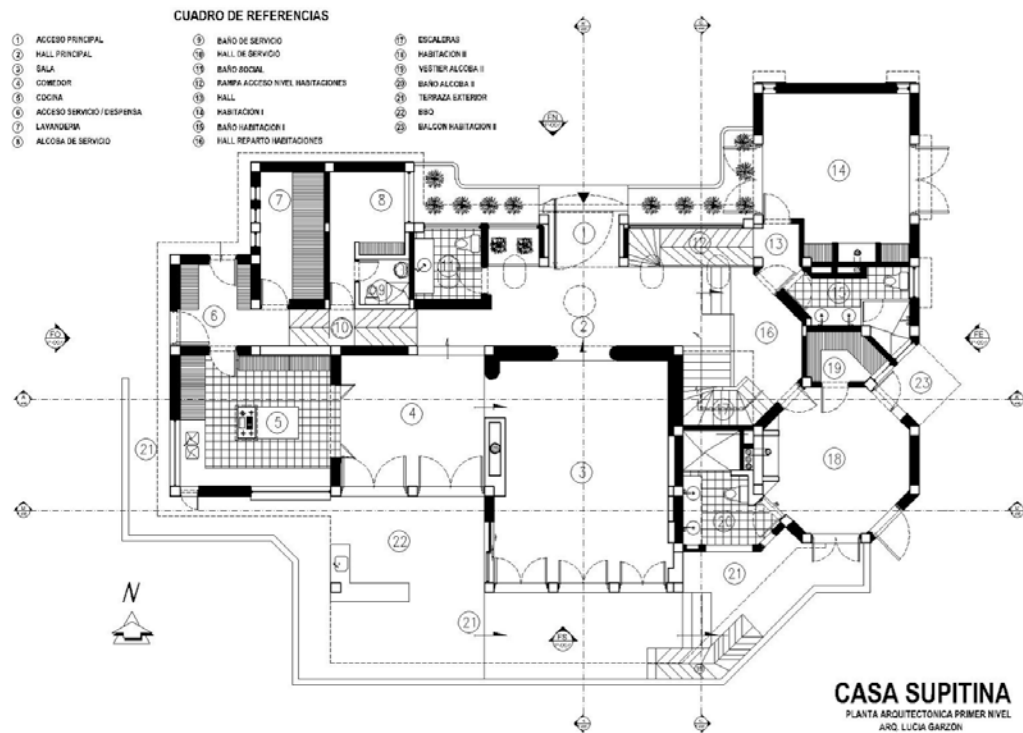


Figura 2. Plano arquitectonico del 1er piso del proyecto

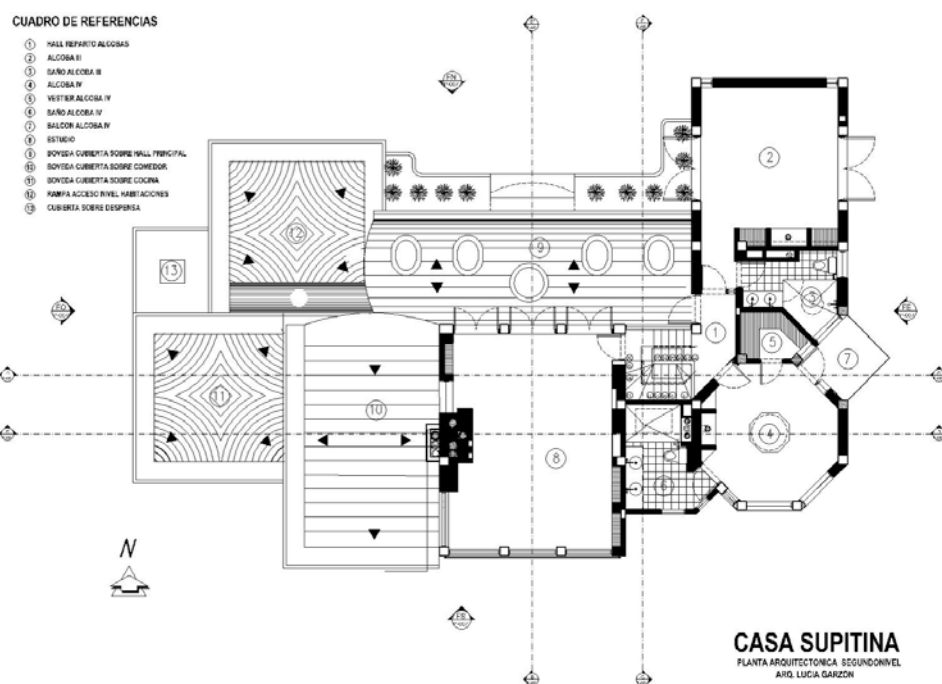


Figura 3. Plano arquitectónico de segundo piso del proyecto

El proyecto está ubicado en la zona rural de la vereda Llanitos de Subachoque – Cundinamarca, en un ecosistema de páramo a 2.850 m de altitud, vía al Tablazo, dentro de las coordenadas 4°56'0" N, 74°11'0" W. Localizado en la sabana de Bogotá, zona andina, a 38 km al occidente de la capital colombiana, Bogotá.

La temperatura promedio es de 13°C; la humedad relativa está entre el 70% y de 80%, y es de alta pluviosidad. Estas determinantes implican que el proyecto de habitación responda a estas condiciones ambientales; fuera de los rangos de confort convencionales

El predio es de seis fanegadas con topografía quebrada de montaña, cultivos de árboles frutales de clima frío. En su paisaje hay algunos reservorios de agua natural, con manchas de bosque nativo de páramo y es en este escenario de diferentes tonos de verde, donde se emplazó el proyecto. Se construyeron dos viviendas: una principal, con dos pisos más un sótano y la casa administrativa (figura 4). En total suman un área construida de 700 m². Se desarrolló también una intervención paisajística de una hectárea, con jardines de plantas nativas y ornamentales integradas ambientalmente al tratamiento del agua y del riego.



Figura 4 – Casa Supitina – Vista acceso principal. Fotografía: Andrés Bermúdez

La vivienda principal de 600 m² está conformada por un área social en el primer piso con un hall de acceso, sala, comedor, baño social, cocina, BBQ, área de servicios, dormitorio de servicio con baño, lavandería y alacena. Una rampa para discapacitados que da acceso al área privada de dormitorios, hall de reparto y cinco habitaciones, cada una con su baño, además de un amplio estudio. En el sótano se proyectó un salón múltiple, con el bar y la cava de vinos y un espacio de juegos, con un garaje doble y una bodega (figura 5).

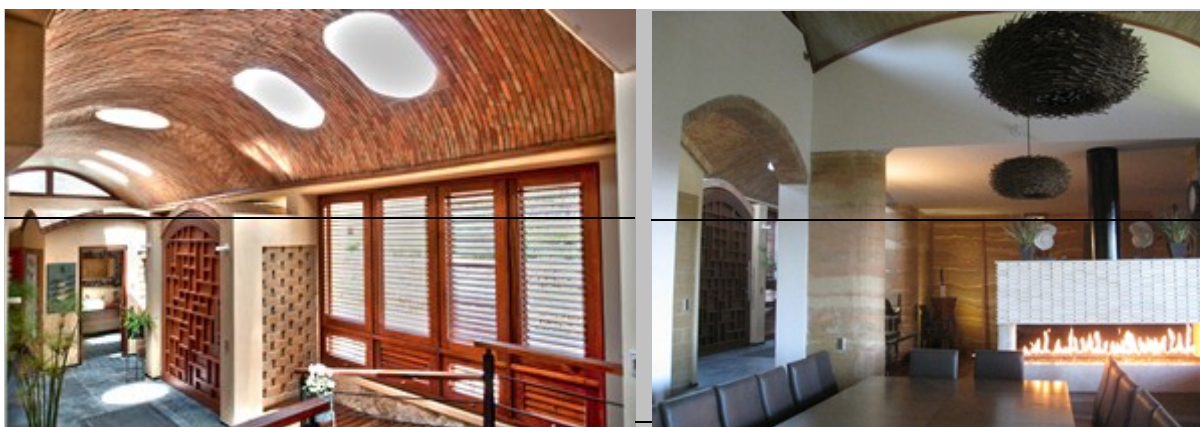


Figura 5 – Casa Supitina – Acceso principal y zona social. Fotografía: Andrés Bermúdez

La vivienda administrativa es un prototipo de vivienda de interés social sostenible (VISS) de 100 m², se diseñó pensando en el concepto de desarrollo progresivo (figura 6).



Figura 6 – Casa Supitina – Vivienda administrativa en quincha prefabricada.
Fotografía: Andrés Bermúdez

Esta vivienda fue proyectada por coordinación modular con paneles prefabricados de madera aserrada implementando el sistema racionalizado de quincha prefabricada, técnica desarrollada y aprobada en Perú como técnica no convencional desde 1987, y que hace parte de la cultura y sabiduría ancestral de trenzar la caña y usar los materiales locales. Las paredes están constituidas por estructura de madera, trenzado de cañas, revestido con tierra estabilizada con cal y fibras vegetales.

El espacio lo conforman la sala/comedor/cocina, tres dormitorios, un baño con servicios alternos y múltiples, patio de ropas cubierto y un hall de acceso con terraza, diseño basado en las tipologías de la vivienda popular y que brinda un espacio de recibo y amplía el lugar de compartir en familia.

La cubierta está hecha mediante una técnica experimental con estructura de madera, con relleno de carbón vegetal, material que cumple la función de aislación térmica y acústica, absorbe humedad y es liviano, permitiendo un techo medianamente plano que brinda la sensación de liviandad, característica que busca la técnica del bahareque.

El proyecto se propuso como eje filosófico y criterio de diseño: la protección del medio ambiente en un ecosistema rural del páramo.

En los dos proyectos se ejecutaron varias transferencias tecnológicas de arquitectura con tierra y de bajo impacto ambiental.

Dentro de las premisas ecológicas aplicadas están la disminución y racionalización del consumo de los recursos naturales, la búsqueda de la eficiencia energética, el dimensionamiento de los recursos renovables, el estudio de las emisiones que generan los materiales y los componentes constructivos en el hábitat. Y al final, la evaluación del impacto al ecosistema, que se calcula con el nivel de residuos y contaminantes usados. Por ser un proyecto demostrativo, se puede visualizar la obra como un ente vivo, que interactúa con el entorno y el lugar y que continuará como un laboratorio de estudio para ver la calidad en el tiempo y en la post-ocupación.

La idea de responder a factores bioclimáticos y de ahorro de energía, se concretó con el uso de los materiales, por ello el material elegido fue la tierra y los criterios para su aplicación fueron diversos: el primero por la facilidad en la extracción ya que en el lugar se necesitaba realizar movimientos de tierra y el terreno ofreció diversos colores, que fueron separados

desde ese momento, siendo un material de bajo impacto y ninguna toxicidad. En segundo lugar, por las múltiples posibilidades para su transformación como materia prima que se aplicaron en este caso. Se usaron técnicas como la producción de bloques de tierra comprimida o prensada (BTC), tapia pisada (figura 7), bahareque y cubiertas abovedadas con bloques extrusados de tierra cruda. En todos estos procesos no se incrementó el costo del transporte y se disminuyó el gasto energético por este rubro. En tercer lugar este material permitió el reciclaje de los sobrantes y los residuos finales se dispusieron en los rellenos sin causar contaminación atmosférica.



Figura 7 – Casa Supitina – Tapia pisada del acceso principal. Fotografía: Andrés Bermúdez

Reducir el consumo de energía fósil (gasolina o petróleo) fue otro criterio para elegir la tierra del lugar como materia prima, evitando así el transporte del principal material de construcción. Adicionalmente, se usó la cal como cementante, pues son dos materiales compatibles y de larga duración. En el estudio del ciclo de vida de los materiales elegidos, se pudo observar su economía, ecología y menor impacto. Los materiales del proyecto con técnicas de tierra cruda son 80% naturales en su envoltura y cobertura.

Al realizar una medición del consumo energético al final del proyecto se demostró un ahorro del 45% de la energía en relación a lo que consumiría el mismo diseño con sistemas constructivos convencionales, así como también el bajo consumo del recurso hídrico, brindando nuevos indicadores evidentes sobre el impacto y el aprovechamiento racional los recursos .

La importancia de implementar la cal y disminuir el consumo de cemento está en que es un producto más natural que incluso puede reciclarse y en las paredes permite que transpire el aire y se purifique. Si la cal es aérea se endurece al absorber el anhídrido carbónico del aire, brindando en el tiempo mayor durabilidad.

Para Casa Supitina la estabilización de la tierra fue realizada con cal viva debidamente apagada, por ser higiénica, no toxica y antiséptica, ya que evita la propagación de hongos y se la usa para combatir la contaminación del ambiente. Es obtenida por calcinación a 800°C de la piedra caliza, mientras que el cemento consume el doble de energía.

La cal consume la mitad de energía en su producción, tiene un comportamiento mecánico mejor que el cemento portland, es más flexible y con la gran ventaja de poder reciclarse. Por ello fue el recurso elegido, pues proporciona una excelente calidad, plasticidad, color y maleabilidad en la aplicación.

La cal se adquiere en piedra y llega viva a la obra. Después de ser apagada en agua y procesada, sirve como cementante en argamasas de muros, cubiertas y revestimientos. En las argamasas para la realización de las cubiertas diseñadas con formas orgánicas, y

construidas con la técnica mexicana del *adobito recostado*, que aprovecha la forma estructuralmente y usa diversos tipos de arco (figura 8). Este principio fue aplicado en el diseño de siete tipos de bóvedas dentro de la vivienda principal.



Figura 8 – Casa Supitina – Dormitório com BTC y bóvedas. Fotografía: Andrés Bermúdez

Formalmente el proyecto al diseñarse con el arco como principio de la forma estructural que es auto portante, fue aplicado en todas las coberturas de la obra. Al adoptar la técnica de las bóvedas mexicana o “adobito recostado”, brindó otra posibilidad estética y tecnológica, que por la forma, maneja otras proporciones y genera volúmenes diversos, dentro del diseño formal. Con estas formas se propició un muestrario de alternativas para hacer diferentes tipos de bóvedas en Colombia, con luces amplias y sin formaleta, tal como se aprecia en la bóveda de crucería, la bóveda de cañón, las cúpulas semicirculares, las formas gaussas para bóvedas, la imitación de la naturaleza con la bóveda tipo “murciélago” y bóvedas plato; todas, producto del saber hacer de los maestros artesanos, que al aplicar el arco como forma, crea sensaciones espaciales, diversas, generadas con las mismas cubiertas.

El ahorro en este tipo de cubiertas puede llegar a un 40% del costo de los techos convencionales, proporcionando otra estética y más organicidad a los diseños.

3. ANALISIS CRÍTICO

La intención formal, estética y conceptual del proyecto tiene una visión holística del diseño, donde la sostenibilidad, funcionalidad y belleza son evidenciados en la propuesta.

Otros criterios arquitectónicos aplicados fueron la accesibilidad para el desplazamiento y la permanencia de personas con limitaciones de movilidad, a través de rampas y eliminando las barreras físicas, puertas amplias con apoyo de texturas de pisos de superficies regulares, dimensionados con espacios antropométricos, cambios de color, baños espaciosos, y pasamanos entre otros.

La estructura se calculó y construyó cumpliendo con las normas de sismo-resistencia colombianas; de alta exigencia, ya que el proyecto está en una zona de sismicidad media (zona andina), por ello en la vivienda principal se realizaron las columnas y vigas en concreto, y en la vivienda administrativa en estructura de madera. La envoltura exterior se implementó con paredes dobles en tierra, material que ofrece una amortiguación térmica. En la vivienda principal se hizo con paredes dobles en BTC para lograr un mayor confort térmico y acústico, la amplitud y funcionalidad del diseño espacial, fueron empalmadas con la sabiduría ancestral de los maestros artesanos, que al utilizar un material milenario como

la tierra en paredes y cubiertas, combinaron el trabajo manual y la organicidad en las formas.

Los sistemas que implican mayor uso de obreros y artesanos, merecen difundirse como otro aspecto de la ecología humana, debido a que en una obra se generan ingresos por mano de obra y dentro de una economía como la colombiana, la generación de empleo es importante en la equidad y puede responder a las crisis de estos tiempos con una mayor participación dentro de la economía.

En la obra también se minimizaron las necesidades energéticas del edificio con energías renovables mediante paneles de energía solar para el calentamiento de agua; y con sistemas de reciclaje de los residuos sólidos y líquidos, aprovechando en su totalidad las aguas grises, purificando las aguas negras y reutilizando las aguas lluvias mediante tratamientos biológicos, aplicando sistemas naturales tales como los filtros de arena lentos. Aunque la casa principal tiene ocho baños, se están aprovechando la totalidad de estos desechos, sin causar impacto en las aguas subterráneas ni las quebradas del municipio.

Para el procesamiento de las aguas grises residuales, se construyeron dos humedales artificiales que reciclan y surten el agua tratada y transparente para los sanitarios, haciendo parte del diseño paisajístico e integrándolo como un elemento utilitario y funcional.

Las vías de acceso vehicular fueron construidas con el criterio de disminuir el calentamiento planetario; por eso se hicieron “verdes”, implementando la innovación técnica de las geo-celdas, sistema que brinda estabilidad con una superficie firme que permite pasar vehículos pesados y funcionar permanentemente con tráfico mediano. Debajo se pusieron geo-membranas y se estabilizó el suelo orgánico con material de cantera: gravas filtrantes, que absorben y drenan las aguas lluvias. Se creó así, una base de superficie firme que permite la frecuencia de tráfico, disminuye el impacto visual y armoniza ambientalmente con el césped y se integra al medio natural.

Asimismo se experimentó con estas geo-celdas en el sistema de techos verdes o cubierta verde sobre una bóveda en arco. El techo verde es una alternativa ecológica más del proyecto, un cambio tecnológico que mejora el hábitat al ahorrar el consumo energético, cumpliendo una función biológica que genera vida sobre la cubierta, mimetizándose con el paisaje al integrar vegetación en la cubierta. En esta experiencia fueron sembradas algunas plantas vegetales de tipo medicinal y ornamental. Esta opción de cobertura tiene como ventajas: mejorar la climatización de la vivienda, prolongar la vida del techo, disminuir el efecto de la lluvia, evitar inundaciones, filtrar contaminantes y CO₂, así como metales del agua que cae con la lluvia, crear una barrera acústica y permitir la vida de especies de pájaros, protegiendo así la biodiversidad.

El que una obra, como la Casa Supitina genere a la vez conocimiento, capacitación de personal con técnicas no convencionales, nuevas posibilidades tecnológicas que cambian paradigmas, y presente un producto estético ajustado a la legislación nacional homologando técnicas, hacen de esta experiencia, un recurso investigativo y demostrativo, que con un proyecto innovador, amplía los parámetros y evidencia alternativas sostenibles dentro del contexto cultural de la arquitectura, el diseño y la construcción en el país (figura 9).



Figura 9– Espacialidad de Casa Supitina del baño y el estudio, construido con panetes de cal y arena.
Fotografía: Andrés Bermúdez

El proyecto se pensó para responder al entorno natural, con una arquitectura orgánica que usa los materiales con respaldo científico de forma eficiente con los recursos que proporcionó el lugar, y consideró el patrimonio cultural que posee el país en el tema de la arquitectura con tierra y más aún en la maestría de las manos de artesanos, recurso potencial a desarrollar.

4. REFLEXIONES

Las obras con este carácter ecológico y sostenible implican retornar a la memoria del lugar, de los materiales, y de los hacedores; exige escuchar los ciclos naturales en los procesos, y obliga a armonizar el saber hacer de las técnicas constructivas, dentro de una nueva forma de concebir la arquitectura contemporánea, buscando desarrollar tecnológicamente estos recursos, de forma que permita entrar competitivamente en el mercado laboral y el medio profesional, con rendimientos, tiempos, calidades y estándares eficientes y con conciencia ambiental, que sea coherente con las necesidades actuales.

El proyecto como laboratorio vivo presenta alta eficiencia en términos energéticos y estéticos, con una buena funcionalidad y armonía, al dialogar con las formas y significados de la arquitectura sinuosa de las montañas andinas, acercándose a la feminidad; está emplazado en el terreno dentro de una escala y proporciones que dialogan con el paisaje, con maravillosas visuales, que hacen parte de una experiencia única aportando a la nueva arquitectura ecológica contemporánea colombiana con altos estándares de confort.

El Prototipo generado por Casa Supitina, en la Casa Administrativa (o de los cuidanderos), convirtió la obra en un proyecto demostrativo, cuyo objeto era difundir innovaciones tecnológicas que brindaran un diseño y construcción con una visión ecológica holística, comenzando por la primera fase de producción limpia y continuando con el uso, hasta la explotación de su vida útil y la reincorporación al medio ambiente en su fase final.

Esta vivienda experimental se concibió como un prototipo polivalente y con diversas posibilidades para adaptarla a otros climas y es factible de implementar en otras zonas

urbanas, partiendo de los lotes promedio de 6 metros de ancho x 12 m de largo, tipología característica en Colombia para vivienda social en una ciudad.

El resultado de esta propuesta demostró por los estudios realizados en los análisis de costos, ciclo de vida e impacto ambiental, comportamiento térmico y factibilidad tecnológica es viable para el contexto cultural colombiano, ya que brinda múltiples posibilidades de emplazamiento en uno o dos pisos, es flexible y respetuosa con el entorno, está dentro de precios competitivos del mercado y ofrece como tecnología blanda la participación de la comunidad.

Casa Supitina es una obra de alto estándar dentro de la arquitectura ecológica, con una visión holística, que parte del pasado con mirada futurista, para estos tiempos, porque utiliza materiales procedentes del mismo lugar o de menos de 200 km, que tienen bajo consumo energético durante su proceso de extracción y fabricación.

La tierra fue la principal materia prima, al ser un recurso abundante, de bajo impacto y toxicidad, y que extraída de la misma excavación para la obra, disminuyó el costo de transporte.

Casa Supitina tuvo como principio el diseño sostenible, pues desde el diseño hasta la construcción se planteó para que cumpliera con algunos parámetros sostenibles dentro del análisis del ciclo de vida (ACV), de los materiales y los procedimientos de la obra. Todo bajo la premisa ecológica del bajo consumo de los recursos naturales, racionalizando el uso de la energía y del agua, evaluando las emisiones que podrían generar sus componentes y el impacto al ecosistema, y fue una obra que se produjo de forma limpia, con la posibilidad de ser reincorporada al medio ambiente en su fase final y como propuesta seguirá siendo monitoreada y evaluada.

Es una obra que permite el desarrollo de nuevas investigaciones científicas en diversos tópicos de la arquitectura sostenible.

Currículo

Lucía Esperanza Garzón, Arquitecta (U. Piloto de Colombia), participante de la Red Proterra y miembro del consejo consultivo. Diseña, construye, investiga y transfiere tecnologías en cursos, diplomados y talleres. Residió y ejerció en Chile durante 1991 y 2001. Gestiona y coordina pedagógicamente diversos programas de formación; promueve diplomados y seminarios internacionales sobre tecnologías sostenibles con Tierra, como CONSTRUTIERRA 2006; Un techo pa'todos-2009, entre otros.