

3. Escuela secundaria en Senegal. Un espacio educativo con materiales naturales



LAURA ENCARNACIÓN RIVERA*

MIRIAM REMESS PÉREZ**

MARCO MONTIEL ZACARÍAS***

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.300.03>

Resumen

La pobreza es una problemática que afecta a nivel mundial, sobre todo en países africanos poco desarrollados como Senegal, con zonas remotas en donde la educación no es de fácil acceso para toda la población. Actualmente cerca del 40 % de los estudiantes abandonan los estudios antes de llegar a la secundaria (Guerrero, 2018). Las causas principales son falta de infraestructura educativa, poca o nula inversión por parte del gobierno en el sector educativo, lejanía y construcciones con materiales perecederos que no son aptos a las condiciones climáticas. La organización LBMS (Let's Built My School), enfocada en la construcción de instalaciones educativas en los lugares más necesitados, lanzó en el año 2020 un concurso internacional de arquitectura para beneficiar a la comunidad de Marsassoum, Senegal. El tema del concurso fue el proyecto de una escuela secundaria sustentable, que cubriera las necesidades de la población estudiantil, de bajo costo, construable con materiales y sistemas constructivos regionales y adaptable al entorno físico y cultural. Por lo anterior, se propuso una escuela funcionalmen-

* Arquitecta egresada de la Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1620-1395> ; correo electrónico: laurariv1597@gmail.com

** Doctora en Arquitectura. Profesora-investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4004-1870>

*** Doctor en Arquitectura. Profesor-investigador de la Facultad de Arquitectura, Universidad Veracruzana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3000-274X>

te eficiente, que reinterpreta los rasgos formales de la región y responde al contexto, al tiempo que propone la recuperación y actualización de técnicas constructivas artesanales como los tapiales de tierra reforzada y bambú, además de la implementación de ecotecnias.

Palabras clave: *escuela sostenible, construcción con tierra, vulnerabilidad, alianzas estratégicas.*

Introducción

La investigación que aquí se presenta surge a partir de la convocatoria de un concurso de arquitectura que en 2020 lanzó la organización Let's Build My School (LBMS), con el objetivo de proyectar la escuela secundaria Sambou Toura Drame, para la comunidad de Marsassoum, Senegal; en la que niños y jóvenes de la región tendrán oportunidad de estudiar en un lugar seguro, duradero, sostenible, a un costo asequible y con un sistema constructivo artesanal y fácil de replicar.

Durante el proceso se realizó un análisis socioeconómico, cultural y físico natural de la zona a intervenir, de la misma manera sobre los sistemas constructivos y materiales locales. Con la información anterior y la proporcionada por LBMS, se realizaron diversas propuestas de diseño hasta obtener la de mayor viabilidad, finalmente se envió el proyecto final a la organización.

El proyecto utiliza la tierra del sitio para construir muros de tapiales, implementa el uso de ecotecnias y marca las pautas de sostenibilidad y habitabilidad de construcciones futuras, mientras integra los objetivos de la Agenda 2030 para mejorar la calidad de los espacios educativos del sector vulnerable. Las principales limitaciones encontradas fueron la poca comunicación directa con la población objetivo y la falta de accesibilidad al sitio.

Panorama actual

Carencia de espacios educativos óptimos

En países en vías de desarrollo como Senegal, la pobreza afecta la calidad de vida de los pobladores, ya que no disponen de espacios permanentes que permitan la realización de actividades educativas de forma adecuada.

Actualmente esta carencia provoca diversos problemas que van desde la suspensión de clases por días, hasta la pérdida de ciclos escolares completos; con lo cual los niños y jóvenes terminan siendo víctimas de violencia, trabajos forzosos y difícilmente retoman sus estudios. Por otra parte, los padres de familia se encuentran ante un presupuesto económico limitado, por lo que es importante contemplar este aspecto dentro del proyecto.

Figuras 1 y 2. *Estado actual de la escuela construida*



Fuente: Let's Build My School (2020).

Los espacios educativos existentes no cuentan con las medidas para ser funcionales, están contruidos con materiales en mal estado y colocados de manera provisional, por lo que además, no resisten las condiciones climáticas de la zona, tampoco cuentan con mobiliario y equipo. El desafío principal del proyecto fue proponer un espacio educativo de bajo costo y cuya construcción fuera realizada por los propios pobladores, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida dentro y fuera de la escuela.

Deserción escolar

Senegal ocupa el puesto 164 entre 189 países en el informe más reciente del Índice de Desarrollo Humano de la ONU y es considerado una excepción entre los países de África por su estabilidad económica; sin embargo, todavía se encuentra en vías de desarrollo y alberga zonas remotas en las que la educación no abarca a toda la población.

Actualmente tiene una tasa de alfabetización del 43 %, así como bajas tasas de matriculación de estudiantes en escuelas primarias y secundarias; cerca del 40 % de los estudiantes abandonan la educación antes de llegar a la secundaria (Guerrero, 2018). Según el Banco Mundial en Senegal 677 256 niños no asisten a la escuela primaria o secundaria de los cuales 290 447 son niñas y 386 809 son niños (Fundación Xaley, 2018).

Entre las principales causas de deserción escolar en Senegal se encuentran las siguientes:

- Falta de infraestructura educativa.
- Muy baja o nula inversión por parte del gobierno en el sector educativo.
- Gran cantidad de poblados, como Marsassoum, se encuentran alejados de las zonas más pobladas y carecen de infraestructura educativa, de forma que se dificulta el traslado de los estudiantes hasta el lugar donde pueden estudiar.
- Las escuelas existentes reconocidas por el gobierno de Senegal están contruidas con materiales perecederos; por lo que no resisten las temporadas de lluvias, esto provoca que se cancelen las clases y que los estudiantes lleguen a perder el año académico.

- Las escuelas actuales son construidas por los padres de familia, pero además se les pide que cooperen para contratar personal y hacerse cargo de otros gastos. Al mismo tiempo, no solo se mantienen las cuotas de matrícula, sino que también tienden a elevarse, lo que supone dificultades a los padres para pagarlas a tiempo, por lo cual en muchos casos los alumnos no pueden atender a las clases regularmente. (Senegambia, s/f)

Condiciones climáticas extremas

Marsassoum tiene un clima tropical de sabana, por lo que hace calor todos los meses, tanto en la estación seca como en la húmeda. La temperatura máxima oscila alrededor de los 37° C y la mínima promedio es de 21° C; la temporada con mayor índice de lluvias es del mes de junio a octubre, con una probabilidad de precipitación del 45 % al 89 %. Con relación al viento, la temporada más ventosa comprende los meses de diciembre a julio con velocidades promedio de 8.10 km/h provenientes del oeste (Weather Spark, s/f).

Dada las condiciones climáticas de la zona, las instalaciones educativas no cumplen con los principios básicos de sustentabilidad, ni mitigan el calor extremo durante el día, por lo que los estudiantes se ven obligados a soportar condiciones inhabitables en las escuelas.

Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Una de las intenciones del proyecto es contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU, ya que aplicados a un proyecto de esta magnitud contribuirán a transformar la forma de percibir los espacios arquitectónicos de Senegal. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar la perspectiva de las personas en todo el mundo. En el año 2015, todos los estados miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 objetivos como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en la cual se establece un plan para alcanzarlos en

15 años (ONU, 2015). A continuación, se muestran las principales líneas de acción del proyecto que contribuirán al cumplimiento de estos objetivos.

- Objetivo 01: fin de la pobreza. Contribuir a que la población mejore sus niveles educativos que le permitan el acceso a una mejor calidad de vida.
- Objetivo 02: hambre cero. Implementación de huerto, composta, estufa ecológica y comedor escolar
- Objetivo 04: educación de calidad. Diseño de espacios educativos permanentes y flexibles para brindar una mejor calidad de la educación para evitar el rezago educativo.
- Objetivo 06: agua limpia y saneamiento. Incorporación de sanitario ecológico seco (SES) y humedal artificial para el tratamiento de aguas grises para riego de áreas verdes.
- Objetivo 07: energía asequible y no contaminante. Aprovechamiento de la iluminación natural y construcción de estufa ecológica no contaminante, además del uso de fotoceldas.
- Objetivo 11: ciudades y comunidades sostenibles. Construcción con materiales disponibles de bajo costo y con un presupuesto limitado, además de implementar ecotecnias y técnicas constructivas sustentables y seguras.
- Objetivo 13: acción por el clima. Uso de materiales reciclados de bajo impacto ambiental y con un diseño basado en el contexto natural de la zona.
- Objetivo 17: alianzas para lograr los objetivos. Trabajo conjunto entre la organización Let's Build My School (LBMS), el Banco Mundial (BM), arquitectos nativos y miembros de la comunidad.

Let's Build My School está formada por un grupo de arquitectos que sostienen que la educación es un derecho universal, por lo que dedican parte de su tiempo a construir escuelas en pueblos remotos. Su primera misión comenzó en Senegal, África, y se enfocan en encontrar técnicas de construcción que sean asequibles, fáciles de usar y que no requieran habilidades de construcción específicas, al utilizar materiales de origen local y que estén disponibles en la zona. Su objetivo a largo plazo es beneficiar a las

comunidades locales al empoderarlas con nuevas habilidades y métodos de construcción que sean prácticos y rentables, y que se puedan reproducir de forma independiente cuando sea necesario.

Antecedentes

Roles de género y barreras de crecimiento

Senegal es un país multicultural que alberga diversas tradiciones ancestrales que definen los roles de género adoptados por la población. Mientras los hombres se dedican a las labores más pesadas del sector constructivo, industrial y agropecuario; las mujeres son el motor que impulsa las tradiciones familiares, se encargan de las actividades domésticas y la crianza de los hijos.

A pesar de que Senegal es un país con potencial económico, de acuerdo con los estudios realizados por la ONU y el Banco Mundial, las barreras impuestas por los antepasados no permiten que los sectores vulnerables de la población, como mujeres y niños, se empoderen y crezcan a nivel personal, socioeconómico y cultural (World Bank, 2020).

Las mujeres son valoradas por su fertilidad y no por las actividades a las que contribuyen; mientras que los niños no estudian porque son requeridos en casa para apoyar con las labores domésticas y del campo. Las niñas desarrollan un complejo de inferioridad que las hace creer que no alcanzarán el éxito escolar por más que se esfuercen, el acceso a la educación está limitado en su mayoría a los hombres y la educación tradicional religiosa toma ventaja frente a la educación pública que prioriza el crecimiento de forma equitativa (Fundación Xaley, 2018).

Arquitectura vernácula africana: Senegal

Las construcciones de los pueblos en Senegal se caracterizan por hacer uso de las texturas y colores que se mimetizan con el paisaje mediante la implementación de técnicas constructivas con materiales naturales disponibles.

La arquitectura vernácula africana ha sido un tema al que se le ha restado importancia con el paso del tiempo y ha pasado desapercibida la evolución de los sistemas constructivos empleados por sus antepasados.

Las primeras casas y centros comunitarios africanos consistían en plantas arquitectónicas circulares y cuadradas con muros de paja y techumbres de bambú. Con el paso del tiempo se empezaron a utilizar muros de tierra y piedra y techos con vigas de madera para obtener una mayor resistencia de las construcciones. Actualmente, las construcciones cuentan con cerramientos de madera y mampostería de piedra, muros de tierra reforzados y aplanados con barro y cal.

Sistemas constructivos naturales

En África existen distintas técnicas constructivas con tierra cruda, que dependen del tipo de suelo de cada región, condiciones climáticas, usos y costumbres de la población. Es una técnica que lleva desarrollándose por años y que se ha practicado por los ancestros de los habitantes (Hernández, 2016). De forma general se pueden dividir de acuerdo con su uso, estos a su vez abarcan diversas variantes que han surgido en los últimos años (Yuste, 2008).

- Tapiales de tierra reforzada
- Ladrillos de adobe
- Superadobe
- BTC (bloques de tierra comprimida)
- Cob
- Revoques, recubrimientos y rellenos

El uso de técnicas constructivas con materiales naturales genera una menor contaminación durante el proceso constructivo, la cantidad de residuos se ven reducidos al reutilizar la mayor parte de los materiales, y la herramienta necesaria no es especializada. De igual forma se requiere un menor consumo de energía eléctrica y agua, además, se emplean materiales provenientes de la naturaleza que son renovables y que emiten una menor cantidad

de CO² a la atmósfera comparado con otros sistemas constructivos (Bestraten et al., 2011). La construcción con técnicas artesanales tiene limitaciones, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Durabilidad: al ser un material natural se deben agregar estabilizantes para aumentar el tiempo de vida útil del edificio.
- Seguridad estructural: para mejorar la resistencia sísmica es necesario que el sistema constructivo cuente con refuerzos que aporten mayor estabilidad a los muros y sean capaces de soportar la carga de la cubierta.
- Mantenimiento: se debe tener cuidado con las técnicas constructivas, pues los fenómenos meteorológicos pueden afectar la estabilidad de los muros, por lo que se les debe dar mantenimiento.
- Poca aceptación de la población: a pesar de ser un material utilizado por años, las limitaciones acerca de la durabilidad y seguridad estructural determinan que se puedan usar sistemas constructivos con tierra en determinados lugares, pues los usos y costumbres no permiten que sean aceptados en la población.

Marsassoum es una ciudad alejada de la zona urbanizada, cuyo desarrollo económico aún es mínimo. Los principales materiales de construcción disponibles son de origen local, pues no cuentan con la condición económica necesaria para transportarlos de otras zonas. Entre estos materiales se encuentran arcilla, bambú, madera, arena, grava, cemento, cal, paja, neumáticos reciclados, láminas metálicas, malla de alambre, bolsas de polipropileno, lonas impermeables y demás materiales reciclados (latas, botellas, etc.).

Contexto del proyecto

El proyecto se localiza en Marsassoum, Senegal, en la región de Sedhiou en el continente africano, es un pueblo con poca accesibilidad. El predio se ubica en las coordenadas 12° 49'52.2 "N 15° 58'37.4" W y cuenta con una superficie total de 1185.191 m² y un perímetro de 136.81 m.

El terreno está ubicado en una esquina, limita al norte con 36.62 m con una vivienda, al este con 30.98 m con otra vivienda, al oeste con una longitud de 32.52 m con una calle sin nombre y al sur con 36.70 m con otra calle sin nombre, ambas sin pavimentar.

El predio cuenta con un solo árbol que debe ser conservado en el proceso de diseño, se trata de una especie de la familia Morácea con un diámetro de la copa de 16 m y una altura de 6.50 m. La flora de la región es diversa y en su mayoría es utilizada en la gastronomía y medicina tradicional de los pueblos senegaleses. Para la incorporación de especies vegetales en el proyecto se deben considerar las endémicas en la zona.

Al tratarse de un clima tropical de sabana, se recomienda construir con materiales aislantes, pues las altas temperaturas durante el transcurso del día evitan que los pobladores puedan permanecer dentro de sus construcciones. Marsassoum es un lugar con temperaturas altas todo el año, por lo que se propone el uso de materiales aislantes en los muros, dobles cubiertas elevadas y la orientación adecuada de las fachadas y los espacios al interior.

Perfil de los usuarios

De acuerdo con LBMS, el proyecto está destinado a atender a los pobladores marginados de Marsassoum, un pueblo alejado de la ciudad de Ziguinchor, quienes carecen de instalaciones para poder impartir clases a los niños y jóvenes que lo necesitan (LBMS, 2020).

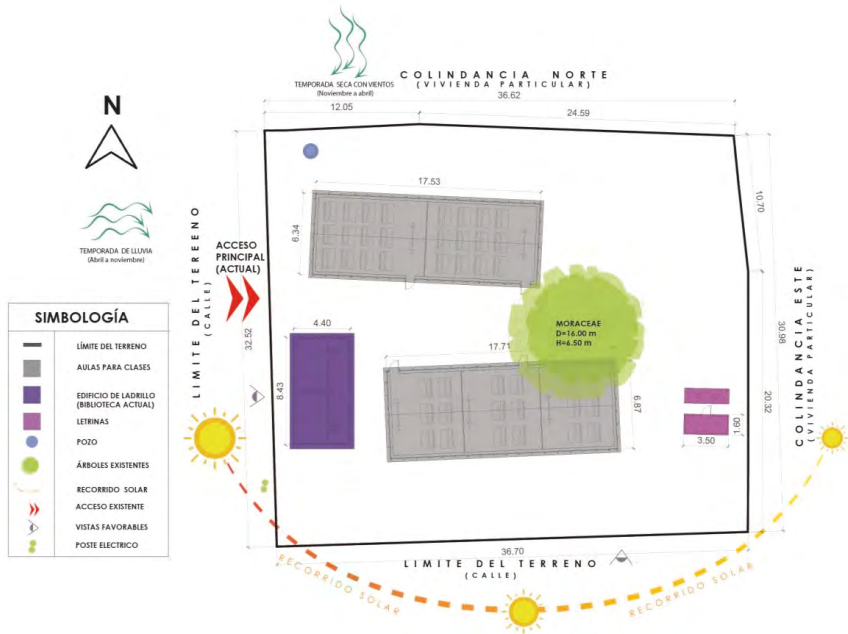
Para este proyecto se consideraron 219 usuarios infantiles (105 niñas y 114 niños) y 119 adultos jóvenes (55 mujeres y 64 hombres). La edad varía entre niños de 13 a 17 años y adultos jóvenes de 18 a 26 años, los cuales asisten a clases de lunes a viernes de 8h a 12h y de 15h a 19h, y de 8h a 12h los sábados, además, asisten padres de familia, profesores y demás visitantes.

Análisis de sitio

A partir de las condiciones dadas por los organizadores del concurso se realizó el análisis de sitio del terreno a intervenir; en este destacan las principales

construcciones temporales existentes, instalaciones cercanas, ubicación del pozo de agua, flora a conservar, vientos dominantes y recorrido solar.

Figura 3. Análisis de sitio



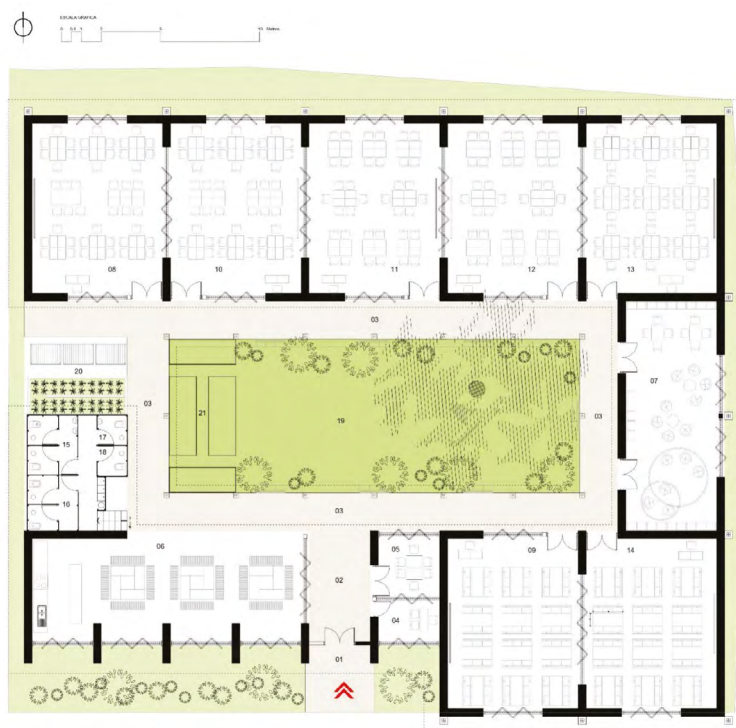
Fuente: elaborado por Laura Encarnación Rivera.

Proyecto arquitectónico

El proyecto se realizó para satisfacer las necesidades básicas de los estudiantes, tales como estudio, realización de actividades recreativas al aire libre, cultivo de alimentos para abastecer el comedor escolar, así como proveer de un espacio óptimo en el que los niños puedan continuar con sus estudios sin que las condiciones climáticas afecten el ciclo escolar. La idea de diseño parte de generar un recorrido exterior en ambos sentidos que conecte todas las aulas con las áreas privadas y públicas, de forma que todos los espacios sean accesibles para los estudiantes. Los espacios se distribuyen de la siguiente manera:

1. Acceso
2. Vestíbulo
3. Pasillo de circulación externo
4. Dirección y área administrativa
5. Sala de maestros
6. Cocina y comedor
7. Biblioteca
8. Salón de clases 1ero (cap. 45 estudiantes)
9. Salón de clases 2do (cap. 72 estudiantes)
10. Salón de clases 3ro (cap. 45 estudiantes)
11. Salón de clases 4to (cap. 36 estudiantes)
12. Salón de clases 5to (cap. 36 estudiantes)
13. Salón de clases formación terminal L-01 (cap. 54 estudiantes)
14. Baños de hombres
15. Baños de mujeres
16. Baños de profesores (hombres)
17. Baños de profesores (mujeres)
18. Áreas verdes y jardines
19. Área de humedales y composta
20. Huerto

Figura 4. Planta arquitectónica del proyecto



Fuente: elaborado por Laura Encarnación Rivera.

Figura 5. *Fachada principal de la escuela secundaria Sambou Toura Drame*



Fuente: elaborado por Laura Encarnación Rivera.

Figura 6. *Acceso principal*



Fuente: elaborado por Laura Encarnación Rivera.

Figuras 7 y 8. *Pasillo y patio central con área de convivencia de la escuela secundaria Sambou Toura Drame*



Fuente: elaborado por Laura Encarnación Rivera.

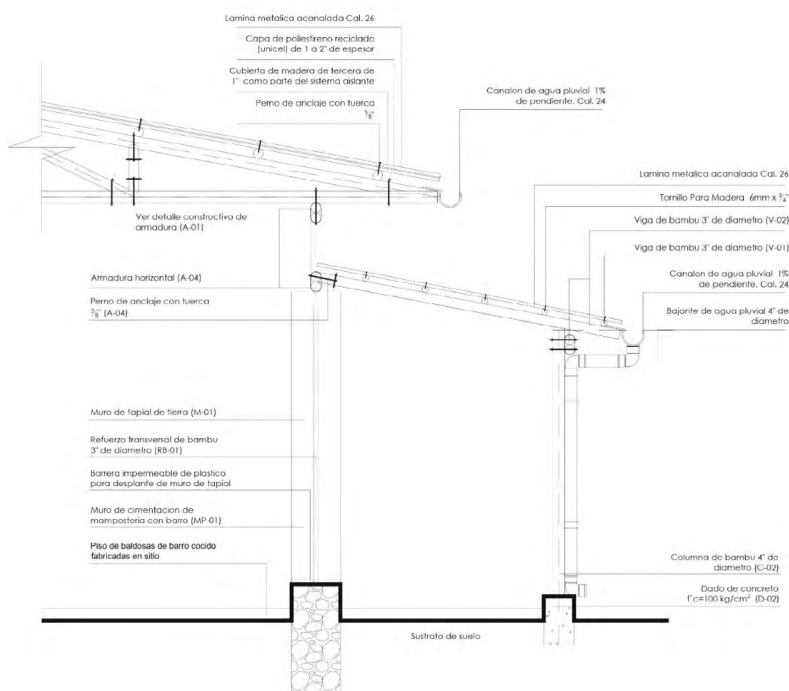
La propuesta busca implementar la utilización de ecotecnias como la construcción de un área de humedales artificiales que dan tratamiento a las aguas grises generadas en el interior, la utilización de baños ecológicos, uso de trampa de grasas, generación de composta con los residuos orgánicos,

construcción de una estufa ecológica de leña y un huerto interior en el que se puedan cultivar alimentos para abastecer el comedor estudiantil.

Además, se proponen cubiertas elevadas, técnicas constructivas artesanales con materiales locales reciclables. Las puertas y ventanas están diseñadas con un sistema de persianas que permiten la ventilación e iluminación natural y el mobiliario está diseñado a partir de madera reciclada de la región.

Sistema constructivo

Figura 6. Corte por fachada y sistema constructivo propuesto



Fuente: elaborado por Laura Encarnación Rivera.

Se propone una cimentación de mampostería (0.40 m de ancho x 0.90 m de profundidad) construida con piedra de la región de diferentes tamaños unidas con una mezcla de barro (tierra del sitio, piedras pequeñas, arena y cal apagada al 5 %). Se debe anclar bambú vertical de 3" a la cimentación,

de forma que pueda servir de refuerzo para los muros de tapial que son levantados en la parte superior. Además, se debe construir un dado de cimentación (para columnas en pórticos de $0.25 \times 0.25 \times 0.60$ m y en columnas cuádruples de $(0.40 \times 0.40 \times 0.90)$ m) de concreto pobre $f'c=100$ kg/cm² en donde se ahoga cada una de las columnas de bambú a levantar. En el caso de los pórticos se proponen columnas simples de bambú de 4" de 2.70 m de alto (2.50 m libres y 0.30 m ahogadas en dado de concreto pobre).

Al tratarse de un proyecto que aprovecha al máximo los materiales disponibles localmente, se consideran muros de tapial de tierra con refuerzo de bambú vertical de 3" (anclado a la cimentación). Los muros de tapial tendrán un espesor de 40 cm y una altura variable (2.50 a 3.00 m) y serán contruídos con el apoyo de tapialeras colocadas como dos paredes de madera paralelas, entre las que se vierte una mezcla de tierra preparada (tierra húmeda, cal, piedras pequeñas) en capas de 10 o 15 cm, y se compacta a golpes con un pisón de mano que puede ser fabricado en sitio. La estructura principal está compuesta por columnas cuádruples de bambú de 4" de 4.00 m de alto (3.50 m libres y 0.50 m de anclaje en cimentación), amarradas y ahogadas en dados de concreto.

El uso de muros de tapial reforzados con bambú aporta ventajas estructurales y mejora el confort térmico interior. La alta capacidad térmica de los muros de tierra compactada funciona como un regulador natural de temperatura, amortigua las oscilaciones térmicas diarias logrando reducir las temperaturas interiores en un rango de 3 a 5°C por debajo de las exteriores, para mantener ambientes frescos durante el día y cálidos en la noche, lo cual es especialmente beneficioso en contextos de clima cálido y húmedo como el de Marsassoum. Este principio ha sido respaldado por investigaciones de Minke (2006), quien destaca que la construcción con tierra puede reducir la demanda energética para climatización mediante la masa térmica adecuada y la ventilación estratégica, que en este proyecto se logra mediante puertas y ventanas con persianas diseñadas para favorecer la circulación natural del aire (Guerrero, 2018; Hernández, 2016).

Asimismo, la inclusión de ecotecias —como humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises, baños ecológicos y sistemas de manejo de residuos orgánicos— favorece la sostenibilidad ambiental y la resiliencia frente a eventos climáticos adversos. Estos sistemas que integran materiales

y técnicas locales contribuyen a minimizar el impacto ecológico y garantizan un adecuado manejo del agua, mientras que la combinación del sistema constructivo con un diseño basado en el aprovechamiento máximo de recursos locales incrementa la durabilidad y reduce el mantenimiento necesario (Hernández, 2016).

Un punto clave dentro del presupuesto del proyecto fue el diseño de las armaduras que soportan la cubierta, ya que usar madera suponía un costo mayor dada la disponibilidad del material en la región, por lo cual se propuso el bambú con piezas de 4", 3" y 2" de diámetro. Se diseñaron 3 armaduras diferentes, distribuidas de acuerdo a los planos estructurales y la colocación de vigas transversales de bambú de 3" de diámetro. Las uniones se realizan a partir de varilla roscada con tuercas de 3/8" y en caso de no encontrar varillas disponibles en la zona se pueden realizar ataduras con alambre. Las cubiertas son de lámina metálica altamente disponible en el sitio, anclada con varillas roscadas y tuercas a las armaduras de bambú. La inclinación será a dos aguas y la de pórticos a una; todas llevarán un canal metálico (o de bambú cortado de forma longitudinal) que conectará hasta bajantes pluviales distribuidos de acuerdo a los planos arquitectónicos y estructurales.

El área de baños requiere la construcción de las cámaras de almacenamiento a partir de muros de albañilería con ladrillos de adobe fabricados en sitio por los pobladores de la localidad (15 x 20 x 5 cms) y pegados con barro (tierra del sitio, piedras pequeñas, arena y cal apagada al 5 %). En la parte superior se utilizará losa de concreto reforzado con malla de alambre y muros divisorios ligeros contruidos con madera reciclada.

Para la construcción de pisos se propuso la compactación del suelo actual con ayuda de un pisón de mano, para posteriormente colocar un recubrimiento con baldosas de barro cocido cuadradas (30 x 30 cm) o rectangulares (40 x 20 cm) o firme de concreto pobre $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ y piedras pequeñas para generar un firme de 10 cm de espesor.

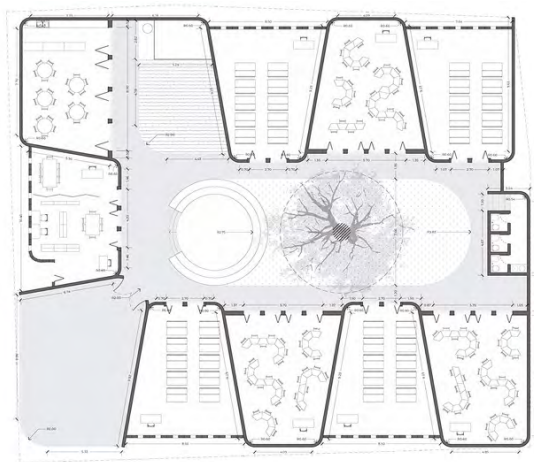
Dada las condiciones del contexto natural se diseñaron puertas y ventanas que permitan la ventilación natural dentro de los espacios contruidos por los mismos pobladores a partir de marcos de madera y paneles de bambú (no estructural de 1") colocados transversalmente. Estas se anclan a piezas de madera incrustadas en los muros de tierra y el piso firme.

Viabilidad de los sistemas constructivos con materiales naturales

En las últimas décadas arquitectos e ingenieros de distintos países han ido retomando las técnicas constructivas con tierra, ya que buscan alternativas sostenibles a raíz del agotamiento de los recursos no renovables del planeta. Los proyectos generados han sabido adaptar las técnicas artesanales a las condiciones estructurales de seguridad que se requieren en las construcciones actuales, por lo que son consideradas viables y fáciles de replicar en las zonas vulnerables.

A partir de concurso lanzado por LBMS en 2020, con el apoyo de la comunidad local, se terminó de construir en 2023 el proyecto elegido utilizando materiales naturales, creando espacios habitables de una escuela sostenible, comprometida con el entorno natural y a un costo asequible. El proyecto ganador fue el diseñado por el equipo SOM (Santiago Osorio, Carlos Peña y Mauricio Suárez) de Cali, Colombia; este busca crear un área central abierta para resaltar el árbol existente, al mismo tiempo que los espacios se organizan alrededor para facilitar el acceso a cada área. La cimentación consiste en sacos de arcilla, arena y cemento, los muros son de ladrillos de arcilla fabricados in situ con moldes y maquinas Cina Ram, techo de lámina metálica apoyado en vigas y puertas y ventanas de bambú tejido.

Figura 7. *Planta arquitectónica del proyecto construido*



Fuente: SOM (Santiago Osorio, Carlos Peña y Mauricio Suárez, s/f).

Figura 8. *Vista general del proyecto diseñado*



Fuente: SOM (Santiago Osorio, Carlos Peña y Mauricio Suárez, s/f, Colombia).

Figura 9. *Estado actual de la Escuela Sambou Toura Drame construida por LBS*



Fuente: Let's Build My School.

La arcilla es el material idóneo para la arquitectura del futuro, ya que es un material noble que puede adaptarse a diversas técnicas constructivas artesanales para dar lugar a proyectos arquitectónicos estéticos.

Conclusiones

El presente proyecto abre las puertas para recuperar técnicas constructivas artesanales utilizadas por nuestros ancestros en la construcción de espacios habitables con mayores beneficios que los sistemas convencionales. La tierra es un material noble, fácil de utilizar en diversas técnicas, a bajo costo y no es contaminante, mientras que los materiales convencionales pueden ser utilizados en menor medida para reforzar las técnicas constructivas que han pasado de generación en generación.

De esta manera, la escuela secundaria Sambou Toura Drame ofrece un espacio educativo de calidad en un lugar seguro, duradero, sostenible, a un costo asequible y con sistema constructivo fácil de replicar que atiende las necesidades básicas del modelo educativo senegalense, al mismo tiempo que sigue los lineamientos de la construcción con materiales naturales. El proyecto surge como una respuesta al panorama actual en el que la deserción escolar y carencia de espacios educativos habitables propician el desarrollo óptimo de los niños y niñas del país.

La construcción con tierra ha quedado en el olvido con el paso de los años, por lo cual es importante la divulgación de proyectos donde se aplique dicho sistema constructivo, además, es necesario fomentar la colaboración con la iniciativa privada, gobierno y las entidades académicas que estén en la disposición de sembrar en los profesionistas las bases hacia la transición a un modelo de arquitectura sostenible.

Este tipo de proyectos pueden convertirse en la pauta para promover el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible bajo los siguientes aspectos: por un lado, las alianzas estratégicas con entidades que tengan el mismo objetivo en común, y por otro lado, la generación de espacios habitables que busquen mejorar la interacción con el medio ambiente.

El proyecto ganador fue construido con lo que se comprueba la viabilidad del sistema propuesto. Se intuye que con la finalidad de adaptar al contexto, se modificó el tipo de cubierta.

Es muy importante la participación de los estudiantes en concursos internacionales como el antes mencionado por la organización Let's Build My School, en el que se buscan ideas nuevas hacia temas de interés mundial tanto para el gobierno como las organizaciones privadas. Debemos concientizar a la sociedad de que la conservación de una técnica de construcción natural ancestral adaptándola a las necesidades modernas es primordial si realmente se desea cambiar el rumbo de la construcción.

Es satisfactorio comprobar que la propuesta arquitectónica que emana de la Universidad Veracruzana, da respuesta a una necesidad, a un contexto físico, cultural y a una economía, además de que propone un sistema constructivo viable y sostenible.

Referencias

- Archstorming. (s/f). *Senegal Elementary School-Architecture competition*. Archstorming. <https://www.archstorming.com/info-lbms.html>
- Bestraten, S., Hormías, E. y Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de la Construcción*, 63(523), 5-23.
- Fundación Xaley. (2018). *La situación de la educación de los niños en Senegal*. <https://xaley.org/wp-content/uploads/2019/02/Estudio-situacio%CC%81n-nin%C%83as-senegal.pdf>
- Guerrero Peña, E. (2018). *Cuando la escuela se convierte en un factor disruptivo para el avance social*. Instituto Español de Estudios Estratégicos (IEEE). http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2018/DIEEE083-2018_Senegal_Educacion_Elena-Guerrero.pdf
- Hernández, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis conservación y mejora, un caso práctico en Senegal*. Departamento de Tecnología de Arquitectura.
- Minke, G. (2006). *Construcción con tierra*. Ediciones UPC.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *La Agenda para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2024). *Informe sobre desarrollo humano 2023/2024: salir del estancamiento – reimaginar la cooperación en un mundo polarizado* [Informe anual]. PNUD. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2023-24snapshots.pdf>
- Senegambia. (s/f). *Senegal: Educación*. <https://senegambia.es/sen-educacion>

- SOM (Santiago Osorio, Carlos Peña y Mauricio Suárez). (s.f.). *Escuela secundaria en Senegal* [Proyecto arquitectónico]. Colombia: SOM Arquitectura.
- Weather Spark. (s.f.). *El clima promedio en Marsassoum, Senegal*. <https://es.weatherspark.com/y/31652/Climapromedio-en-Marsassoum-Senegal-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- World Bank Group (17 de julio de 2020). *The World Bank in Senegal*. <https://www.worldbank.org/en/country/senegal/overview>
- Yuste, B. (2008). *Arquitectura de tierra: caracterización de los tipos edificatorios*. Universidad Politécnica de Cataluña.