Spaces for well-being and resilience: Architectural design criteria for the Educational Center for Integral Training ROHI Project

Valery A. Ochoa Perdomo, MAP[1], Valerie Pineda [1], and Katherine Yakelin Borjas Castro[1]
[1]Escuela de Arte y Diseño, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras.
valery.ochoa@unitec.edu.hn , kath.borjas@unitec.edu, vpineda3@unitec.edu

In peri-urban educational contexts marked by severe socioeconomic vulnerability, physical infrastructure deficiencies negatively affect health, school retention, and the socio-emotional well-being of both students and educators. This study formulates architectural design guidelines aimed at environmental comfort and community resilience, taking the ROHI Project Integral Training Educational Center in Aldea El Guanábano (Tegucigalpa, Honduras) as a case study. The research followed a mixed-methods approach with descriptive-explanatory scope, integrating specialized literature on neuroarchitecture and active pedagogies, a multi-criteria assessment of five relevant architectural case studies, a census of the entire internal teaching staff (n = 12), a convenience sample of external basic education teachers (n = 65), and in-depth key informant interviews. Diagnostic findings revealed critical levels of thermal discomfort (78.5%) and acoustic reverberation (83.3%) caused by uninsulated corrugated metal roofing and unpartitioned classrooms. In response, empirical findings were translated into a comprehensive site master plan on an 8,504 m² plot, incorporating passive double-skin ventilated roofs, local clay solar screens, central plaza-courtyards acting as regulating microclimates, and topography-adapted rainwater harvesting systems. The study concludes that school architecture in marginalized settlements functions as a viable, transformative instrument of dignity and equity when regional low-maintenance materials are systematically articulated with passive bioclimatic strategies.

Keywords— Architectural design, Environmental comfort, Vulnerable communities, Neuroarchitecture, ROHI Project, School resilience.

Espacios para el bienestar y la resiliencia: Criterios de diseño arquitectónico para el Centro Educativo de Formación Integral Proyecto ROHI

Valery A. Ochoa Perdomo, MAP[1], Valerie Pineda [1], and Katherine Yakelin Borjas Castro[1]
[1]Escuela de Arte y Diseño, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras.
valery.ochoa@unitec.edu.hn , kath.borjas@unitec.edu, vpineda3@unitec.edu

Resumen– ***En contextos periurbanos de alta vulnerabilidad social, la precariedad de la infraestructura física incide negativamente en la salud, la permanencia escolar y el bienestar socioemocional de estudiantes y docentes. El presente estudio formula criterios y directrices de diseño arquitectónico orientados al confort ambiental y la resiliencia comunitaria, tomando como caso de aplicación el Centro Educativo de Formación Integral Proyecto ROHI en la Aldea El Guanábano (Tegucigalpa, Honduras). La metodología adoptó un enfoque mixto de alcance descriptivo-explicativo que articuló la revisión de normativa y teoría sobre neuroarquitectura y pedagogías activas, la evaluación multicriterio de cinco referentes proyectuales afines, un censo al 100% del personal docente interno (n = 12), una muestra referencial por conveniencia de docentes externos (n = 65) y entrevistas en profundidad. Los hallazgos evidenciaron índices críticos de disconfort térmico (78.5%) y reverberación acústica (83.3%) derivados de cubiertas de lámina metálica y ausencia de particiones. En respuesta, se tradujeron los datos empíricos en una propuesta de implantación en un predio de 8,504 m² que integra sistemas pasivos de doble cubierta ventilada, control solar por celosías cerámicas locales, patios-plaza como microclimas reguladores y captación pluvial adaptada a la topografía. Se concluye que la arquitectura escolar en sectores marginales es viable y transformadora cuando articula materiales regionales de bajo mantenimiento con estrategias bioclimáticas pasivas. Palabras clave— Diseño arquitectónico, Confort ambiental, Comunidades vulnerables, Neuroarquitectura, Proyecto ROHI, Resiliencia escolar.***

I. Introducción

La arquitectura educativa se ha consolidado como una disciplina esencial que trasciende la función de un simple contenedor físico, influyendo de manera directa en el rendimiento cognitivo y el bienestar socioemocional de la comunidad escolar [1]. Sin embargo, en contextos de extrema vulnerabilidad social —como los asentamientos informales y áreas periurbanas de América Latina—, las infraestructuras educativas suelen adolecer de precariedades constructivas críticas que profundizan las brechas de exclusión y deserción [2].

A nivel territorial, el Distrito Central de Honduras experimenta una pronunciada presión demográfica y socioeconómica. Con una población que supera los 1.13 millones de habitantes según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), amplios sectores concentran carencias estructurales, un promedio de escolaridad formal limitado a 9 años y sensibles índices de analfabetismo [3].

Esta precariedad se agudiza en el área de influencia del botadero municipal (Aldea El Guanábano), donde familias completas subsisten de la economía informal y la recolección de residuos. Estudios de línea base sobre trabajo infantil en botaderos evidencian que la exclusión económica expone a niñas, niños y jóvenes a actividades de alto riesgo físico e insalubridad, mermando severamente la continuidad escolar [4].



Fig. 1 Niños en botadero municipal de Tegucigalpa. Fuente: Diario la Prensa, Honduras.

Frente a esta coyuntura, iniciativas comunitarias como el Centro Educativo de Formación Integral Proyecto ROHI actúan como entornos de protección y restitución de derechos, brindando acompañamiento académico, alimentario y psicosocial a más de 180 niñas, niños y jóvenes del sector. No obstante, las instalaciones operativas del proyecto operan bajo severas limitantes espaciales y térmicas que comprometen el desarrollo óptimo de las dinámicas formativas. Esta problemática se vincula directamente con las metas de la Agenda 2030, en particular con el ODS 3 (Salud y Bienestar), ODS 4 (Educación de Calidad) y ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) [5]. Bajo este marco, surge la pregunta de investigación: ¿Qué criterios y directrices de diseño arquitectónico responden con pertinencia técnica, bioclimática y socioemocional a las necesidades de habitabilidad y aprendizaje en infraestructuras escolares de contextos vulnerables? Para responderla, esta investigación articula las pedagogías activas (Reggio Emilia, Montessori y Waldorf) [6]–[8] con los principios contemporáneos de la neuroarquitectura aplicada a la educación [9], concibiendo el espacio físico como un tercer maestro y un agente activo de resiliencia comunitaria [10]

.II. METODOLÓGIA

La investigación se condujo bajo un enfoque metodológico mixto con diseño no experimental de corte transversal y alcance descriptivo-explicativo [11]. Este marco permitió caracterizar las condiciones físicas actuales de la edificación y analizar su relación con el confort ambiental y el desempeño formativo.

A. Enfoque y Muestreo La recolección empírica abarcó dos poblaciones diferenciadas: *1. Población Interna* (Proyecto ROHI): Constituida por los 12 docentes que conforman la totalidad de la plantilla del centro educativo. Al tratarse de un universo finito y accesible, se aplicó un censo poblacional exhaustivo (cobertura del 100%, n = 12), lo que prescinde de cálculo muestral. *2. Población Externa* (Docentes de Educación Básica): Conformada por 65 docentes de centros educativos públicos y privados del área urbana luego de una depuración de perfiles de 112 participantes. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia para contrastar valoraciones teóricas sobre confort y espacio escolar. Ver Tabla I.

B. Métodos, Técnicas e Instrumentos La captura de datos se articuló a través de tres vías metodológicas complementarias como se observa en la Tabla II.

Fase Documental y Matriz Ponderada de Referentes. Se seleccionaron cinco proyectos de infraestructura escolar reconocidos por su eficiencia bioclimática y pertinencia social: Villa de las Niñas (Honduras), Escuela Santa Teresa de Jesús (Honduras), Colegio Pies Descalzos (Colombia), Escuela M3 (Brasil/Colombia) y la Escuela Primaria en Gando (Burkina Faso) [13]–[15], [18], [19]. Para su examen sistemático, se diseñó una matriz de evaluación multicriterio sustentada en lineamientos de habitabilidad escolar y estándares internacionales de diseño en contextos de escasez [20], [23], asignando ponderaciones específicas a cuatro dimensiones en criterios de relevancia temática (30%), actualidad (20%), impacto social (25%) y estrategias bioclimáticas/participativas (25%), lo que permitió extraer patrones espaciales y tipologías constructivas adaptables a contextos de alta vulnerabilidad.

TABLA I
DISEÑO METODOLÓGICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

Componentes	Descripción Metodológica
Enfoque	Mixto (cuantitativo-cualitativo): Escalas Likert, entrevistas semiestructuradas y levantamiento físico directo.
Diseño y Alcance	No experimental, transversal; alcance descriptivo-explicativo [11].
Muestra Interna	n = 12 docentes de ROHI. Tipo de muestreo: Censo poblacional (cobertura del 100% de la plantilla docente).
Muestra Externa	n = 65 docentes de educación básica. Tipo de muestreo: No probabilístico por conveniencia para contraste referencial.

TABLA II
MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Método / Técnica	Instrumento Aplicado	Propósito y Alcance
Análisis Documental y Deductivo	Fichas bibliográficas y matriz analítica	Revisión normativa y fundamentos teóricos (neuroarquitectura y pedagogías activas) [6]–[9].
Estudio de Referentes	Matriz de evaluación ponderada multicriterio	Análisis comparativo de cinco proyectos de arquitectura educativa en contextos afines.
Encuesta Estructurada	Cuestionario digital autoadm. (Escala Likert 1–5)	Medición de la percepción sobre confort térmico, acústico, lumínico y flexibilidad espacial.
Entrevista Semiestructurada y Observación Directa	Guía temática semiestructurada y ficha de levantamiento físico-espacial	Exploración cualitativa con directivos del centro y docentes; registro insitu de patologías constructivas y funcionales.

TABLA III
MATRIZ PONDERADA PARA LA EVALUACIÓN DE CASOS REFERENTES

Componentes	Descripción Metodológica
Enfoque	Mixto (cuantitativo-cualitativo): Escalas Likert, entrevistas semiestructuradas y levantamiento físico directo.
Diseño y Alcance	No experimental, transversal; alcance descriptivo-explicativo [11].
Muestra Interna	n = 12 docentes de ROHI. Tipo de muestreo: Censo poblacional (cobertura del 100% de la plantilla docente).
Muestra Externa	n = 65 docentes de educación básica. Tipo de muestreo: No probabilístico por conveniencia para contraste referencial.



Fig. 2 *Tabla Comparativa: Referentes Nacionales e Internacionales. Fuentes: Propias y ArchDaily.com*

TABLA IV
ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS DIAGNÓSTICOS (ENCUESTAS A Y B)

Eje Dimensional	Encuesta A (Docentes Internos, n=12)	Encuesta B (Docentes Externos, n=65)
I. Datos Sociodemográficos	Edad, género, antigüedad en ROHI y nivel formativo impartido.	Años de trayectoria profesional, nivel impartido y tipología del centro educativo.
II. Confort Ambiental	Confort interior real bajo cubierta de Aluzinc, temperatura y ventilación natural.	Nivel de prioridad atribuido al microclima e iluminación sobre el rendimiento escolar.
III. Aislamiento Acústico	Reverberación entre aulas continuas, ruido exterior y fatiga vocal docente.	Impacto percibido de la contaminación acústica en la concentración del alumno.
IV. Dimensión Espacial y Mobiliario	Restricción de superficie por aula, rigidez del mobiliario y circulaciones obstaculizadas.	Demanda de modulación y versatilidad espacial para metodologías activas.
V. Espacios de Descanso y Bienestar	Disponibilidad y estado de áreas recreativas, patios y zonas de descanso.	Valor pedagógico y socioemocional asignado a patios, huertos y áreas abiertas.
VI. Cierre Cualitativo	Jerarquización de prioridades inmediatas de intervención arquitectónica en el centro.	Identificación de factores físicos determinantes para el aprendizaje.

Fase Diagnóstica y de Instrumentos. En la tabla IV se presentó los diseños de los instrumentos realizados para esta investigación. El diseño de la fase diagnóstica se estructuró bajo un enfoque mixto de triangulación empírica, cuyo propósito principal fue contrastar la realidad operativa del sitio con las percepciones de la comunidad educativa. Para ello, se compusieron y aplicaron instrumentos específicos de recolección de datos [1]: por un lado, encuestas estructuradas compuestas por bloques sociodemográficos y escalas de valoración tipo Likert de 5 puntos (donde 1 representaba "Totalmente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo"), diseñadas para medir dimensiones críticas como el confort térmico, el aislamiento acústico, la flexibilidad del mobiliario y los espacios de bienestar.

Estas encuestas se administraron digitalmente mediante un muestreo censal a 12 docentes internos del Proyecto ROHI y a una muestra por conveniencia de 65 docentes externos para fines de validación comparativa.

Complementariamente, el diseño incluyó entrevistas semiestructuradas dirigidas a actores clave —como la dirección del centro y expertos en educación comunitaria— y un registro de observación directa no participante sobre el terreno, asegurando así un levantamiento robusto y multidimensional. [1]

Limitaciones Metodológicas. El presente estudio reconoce limitaciones asociadas al esquema de muestreo. La muestra de docentes externos (n = 65) fue seleccionada por conveniencia, lo que restringe la generalización de sus valoraciones al universo total de docentes urbanos e introduce un posible sesgo de autoselección hacia participantes con mayor sensibilidad por el espacio educativo. Por otra parte, la muestra interna se restringió a la totalidad censada del personal docente de la institución (n = 12); no obstante, su representatividad es absoluta para el caso de estudio explorado y se robusteció mediante triangulación con entrevistas cualitativas en profundidad y levantamiento patológico del inmueble.

III. Desarrollo y Resultados

A. Diagnóstico de las condiciones actuales

Los resultados derivados de las encuestas in situ y el levantamiento patológico revelaron que las instalaciones provisionales del Proyecto ROHI —edificadas predominantemente con cubiertas de lámina metálica de Aluzinc sin aislamiento, perfiles metálicos expuestos y ausencia de tabiquería divisoria entre niveles— generan condiciones de vulnerabilidad física y severa inhabitabilidad:

1. Confort Térmico y Lumínico: Más del 78.5% de los docentes internos reportó insatisfacción crítica frente a las temperaturas interiores. La alta transmitancia de la lámina genera sobrecalentamiento radiante durante las horas de mayor insolación, desencadenando fatiga prematura y dispersión de la atención en los educandos [1].
2. Comportamiento Acústico: Se identificó una deficiencia estructural en la absorción sonora. La ausencia de divisiones verticales sólidas entre grados contiguos y el ruido de impacto de las precipitaciones sobre la cubierta metálica elevan drásticamente la reverberación, forzando la sobreexigencia vocal docente y elevando los niveles de estrés.
3. Flexibilidad y Capacidad Espacial: La rigidez distributiva y la saturación del área útil limitan la implementación de metodologías pedagógicas activas o trabajos en equipo, confinando las actividades a esquemas unidireccionales.

A continuación, la **Tabla V** resume la evaluación comparativa de las variables físicas analizadas por los docentes. En la Tabla VI se reporta una interpretación del diagnóstico.

TABLA V
EVALUACIÓN COMPARATIVA DE VARIABLES FÍSICAS Y SU IMPACTO PEDAGÓGICO

Variable Evaluada	Incidencia Negativa Percibida (Docentes ROHI)	Impacto Pedagógico Directo Observado	Sustento Teórico
Confort Térmico	78.5% en desacuerdo / insatisfactorio	Fatiga cognitiva, somnolencia y pérdida de atención prolongada	Barrett et al. [1]
Aislamiento Acústico	83.3% en desacuerdo / insatisfactorio	Interferencia comunicativa, estrés acústico y fatiga vocal docente	Lei Xia [9]
Flexibilidad Espacial	75.0% en desacuerdo / insatisfactorio	Imposibilidad de trabajo colaborativo y dinámicas activas	Edwards et al. [6]
Áreas de Descanso	58.3% en desacuerdo / insatisfactorio	Ausencia de descompresión sensorial y esparcimiento protegido	Trincado [21]

TABLA VI
MATRIZ DE TRADUCCIÓN: DEL DIAGNÓSTICO EMPÍRICO AL CRITERIO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Dimensión Diagnosticada	Hallazgo Empírico Clave (ROHI Referentes)	Criterio de Diseño Formulado	Estrategia Proyectual Específica Aplicada
Térmica y Bioclimática	78.5% disconfort térmico por radiación en cubiertas de Aluzinc (Encuesta A / Ficha In Situ).	Confort pasivo multiescala y amortiguación térmica.	Doble cubierta ventilada, aleros de protección solar profunda y masa térmica en mallas murarias.
Acústica y Sensorial	83.3% de interferencia y reverberación entre salones compartidos (Encuesta A / Entrevistas).	Acondicionamiento fonoabsorbente e independencia sónica.	Muros divisorios de bloque confinado, cielos acústicos suspendidos y zonificación por gradiente sonoro.
Pedagógica y Espacial	75.0% de rigidez espacial; demanda de metodologías activas (Encuestas A y B).	Flexibilidad y versatilidad modular ("tercer maestro").	Tabiquería móvil articulada, mobiliario reconfigurable y continuidad directa hacia terrazas de trabajo.
Socioemocional y Lúdica	Carencia de áreas verdes y descompresión lúdica (Entrevistas Dirección y Docentes).	Biofilia, resiliencia y microclimas reguladores.	Configuración en patios-plaza centrales, huertos pedagógicos protegidos y arborización nativa.



Fig. 3 *Condiciones actuales de la Edificación del Proyecto ROHI, Tegucigalpa*

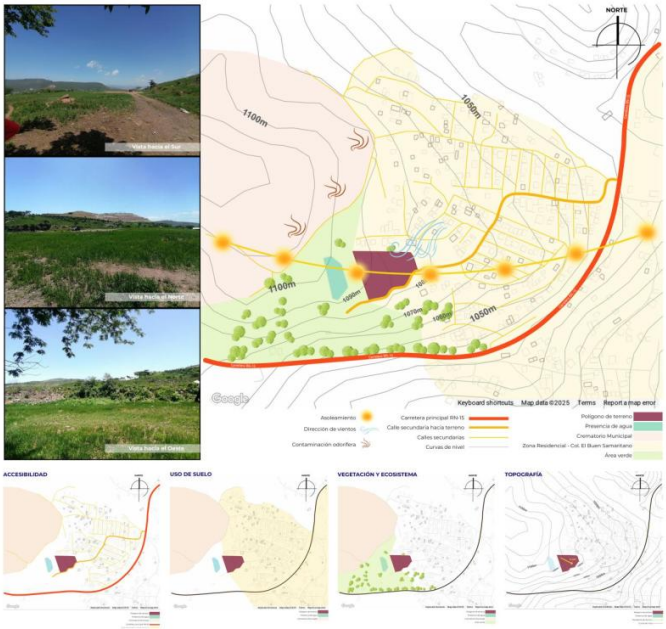


Fig. 4 *Mapas y Análisis del Sitio de intervención.*

Nota: La figura muestra el mapeo de la accesibilidad, uso del suelo del sitio, de vegetación, ecosistema y topografía. Imagen satelital obtenida de OpenStreetMap. Obtenido de OpenStreetMap, 2025 y editada por autores

B. Estrategias de Diseño Extraídas de Referentes. El análisis comparativo de los referentes demostró que la arquitectura en entornos vulnerables debe sustentarse en tres ejes fundamentales [16], [17]:

- **Estrategias Bioclimáticas Pasivas:** Implementación de cubiertas elevadas, sistemas de ventilación cruzada y uso de materiales con alta inercia térmica, tal como lo ejemplifica la Escuela de Gando de Diébédo Francis Kéré [18].
- **Configuración en Patios-Plaza:** Articulación volumétrica alrededor de núcleos abiertos que fomentan la socialización y actúan como microclimas reguladores, modelo observable en el Colegio Pies Descalzos de Giancarlo Mazzanti [19].
- **Participación Comunitaria:** Involucrar a los beneficiarios en el proceso constructivo para garantizar la apropiación y sostenibilidad del espacio [20].

Adicionalmente, la integración de estos ejes rectores demuestra que la intervención arquitectónica no debe limitarse a resolver carencias técnicas o constructivas aisladas, sino que debe concebirse como un dispositivo integral de resiliencia y cohesión social. Al examinar experiencias análogas —como la Villa de las Niñas y la Escuela Santa Teresa de Jesús en Honduras— se evidencia que el uso de materiales locales, la modulación flexible de los espacios y la inclusión de zonas multipropósito (agrícolas, recreativas y sanitarias) responden con mayor eficacia a las dinámicas de comunidades marginadas. De este modo, la arquitectura escolar se consolida como un agente transformador capaz de contravenir las condiciones de precariedad del entorno inmediato, convirtiendo cada módulo en un espacio seguro que dignifica el proceso de enseñanza-aprendizaje y fomenta el sentido de pertenencia comunitario.

C. Resultados de Entrevistas. El análisis cualitativo derivado de las entrevistas semiestructuradas a actores clave permitió profundizar en la dimensión humana, funcional y social del entorno educativo. La dirección del Proyecto ROHI y los expertos consultados coinciden en que, si bien las instalaciones actuales presentan limitaciones severas de espacio, ventilación y áreas recreativas, el centro opera como un núcleo protector vital que mitiga la vulnerabilidad del entorno, subrayando la necesidad apremiante de estructurar una arquitectura escolar abierta, flexible y conectada con la comunidad.

TABLA VII.
SÍNTESIS DE HALLAZGOS EN ENTREVISTAS A ACTORES CLAVE

Actor / Informante Clave	Eje Temático Analizado	Aporte y Criterio Proyectual Derivado
Dirección Proyecto ROHI	Capacidad física, habitabilidad y entorno social protector	El equipamiento debe constituir un refugio físico y psicosocial digno frente a la hostilidad del botadero.
Especialista en Innovación Educativa	Pedagogías activas y configuración espacial comunitaria	Integración de talleres polivalentes, cocinas comunitarias y áreas abiertas bajo esquemas flexibles.
Docentes de Educación Básica	Funcionalidad operativa, fatiga ambiental y rendimiento escolar	Priorización urgente de ventilación cruzada natural no mecánica y amortiguación acústica en muros perimetrales.

D. Resultados de Encuestas. Los resultados cuantitativos obtenidos a través de las encuestas estructuradas reflejan una marcada disparidad entre la percepción del profesorado externo y la realidad operativa de la institución. Mientras que los docentes externos coinciden de forma mayoritaria en que el confort térmico, la iluminación natural, el aislamiento acústico y la flexibilidad del espacio son factores determinantes para el rendimiento escolar, el personal interno del Proyecto ROHI manifiesta un descontento generalizado superior al 80% en dimensiones críticas como el aislamiento acústico en paredes y techos, evidenciando graves deficiencias estructurales que limitan las dinámicas pedagógicas cotidianas.

TABLA VIII.
RESUMEN DE RESULTADOS DE ENCUESTAS

Tipo de Encuesta	Dimensión Evaluada	Tendencia o Resultado Principal
Encuesta "A" (Docentes Internos del Proyecto ROHI) **Población / Muestra: 12 docentes (Muestreo censal)**	Condiciones térmicas, acústicas, espaciales y de bienestar	Más del 83.3% se mostró en total desacuerdo con el aislamiento acústico de paredes y techos. Asimismo, la gran mayoría reporta insatisfacción con la ventilación natural, iluminación deficiente y una severa escasez de espacio útil para reorganizar el mobiliario o transitar fluidamente.
Encuesta "B" (Docentes Externos) **Población / Muestra: 65 docentes (Muestreo por conveniencia)**	Importancia de los factores físicos en el aprendizaje	Más del 60% al 70% de los encuestados se manifestó "Totalmente de acuerdo" en que el confort térmico, la iluminación adecuada, el aislamiento sonoro y la flexibilidad del aula son indispensables para mantener la atención y facilitar el proceso pedagógico.

IV. PROPUESTA DE APLICABILIDAD

A. Zonificación y Programa Arquitectónico

A partir de la triangulación de resultados y los criterios validados, se estructuró la propuesta proyectual para un predio de 8,504 m² localizado en la Aldea El Guanábano [1]. El conjunto se zonifica de manera escalonada en cuatro franjas funcionales que responden a la topografía del terreno y a la segregación gradual de flujos:

1. Área Administrativa y Clínica Escolar: Dispuesta en el acceso principal para garantizar control, recepción comunitaria y atención médica y psicológica integral.

2. Módulos Pedagógicos (Prebásica, Primaria y Secundaria): Pabellones orientados estrictamente en su eje longitudinal este-oeste para minimizar la ganancia solar directa sobre las fachadas principales, organizados en torno a patios de aprendizaje.

3. Núcleo Técnico y Comunitario: Alberga talleres vocacionales polivalentes, cocina- comedor y salón comunal con accesibilidad directa para los padres de familia.

4. Áreas Recreativas y Patios Productivos: Zonas deportivas permeables, áreas lúdicas infantiles y huertos educativos integrados al paisaje natural existente.

B. Estrategias Bioclimáticas Pasivas y Confort Ambiental

En respuesta a las deficiencias térmicas diagnosticadas, la envolvente arquitectónica se concibe como un sistema pasivo de acondicionamiento continuo:

1. Ventilación Cruzada y Aberturas: Las fachadas norte y sur incorporan vanos diferenciados que generan un ratio de apertura equivalente al 25% de la superficie de piso, combinando ventanas bajas para el ingreso de aire fresco y claraboyas superiores en los remates de cubierta para la evacuación del aire caliente por efecto termosifón (convección natural).

2. Sistema de Doble Cubierta Ventilada: Se sustituye la cubierta metálica directa monolítica por una sobrecubierta de lámina termoacústica reflectiva con cámara de aire intermedia ventilada de 0.60 m y cielos falsos de fibra fonoabsorbente de origen mineral, mitigando la radiación solar y amortiguando el ruido de impacto pluvial.

3. Celosías y Control Solar: Disposición de pantallas de celosía cerámica y aleros de 1.20 m de vuelo que bloquean la radiación solar cenital en horas pico, permitiendo luz difusa natural y reduciendo el deslumbramiento en las superficies de trabajo.

C. Adaptación Topográfica, Manejo de Escorrentías y Microclimas

Dada la topografía irregular del sitio, la implantación evita movimientos masivos de tierra mediante la modulación de pabellones aterrazados en plataformas adaptadas a las curvas de nivel:

1. Retención y Zanjas de Infiltración: Se incorporan taludes estabilizados con vegetación nativa y bioingeniería, complementados con cunetas perimetrales y zanjas de absorción que canalizan las escorrentías pluviales sin generar erosión hacia las cotas bajas.

2. Captación y Reúso de Agua Pluvial: Las amplias superficies inclinadas de techumbre conducen el agua de lluvia hacia una red de canaletas conectadas a dos tanques de almacenamiento de 25,000 litros. El recurso filtrado se destina al riego de huertos, limpieza exterior y núcleos sanitarios, optimizando la autosuficiencia en un sector desprovisto de red formal de distribución continua.

3. Patios-Plaza como Microclimas Reguladores: Los vacíos intersticiales entre pabellones incorporan superficies semipermeables (adoquín ecológico y gravilla), masa arbórea caducifolia y pérgolas con vegetación trepadora que reducen la temperatura superficial exterior entre 3 °C y 5 °C en comparación con pavimentos continuos de asfalto u hormigón.

D. Materialidad Local y Viabilidad Técnico-Económica

Para asegurar la factibilidad constructiva y financiera en un contexto de recursos limitados, la materialidad prioriza sistemas modulares accesibles en la región:

1. Mampostería de Bloque de Concreto y Ladrillo Rafón: Uso de bloques de concreto confinados en estructuras aporticadas de hormigón armado para módulos principales, complementados con paños de ladrillo rafón visto de fabricación artesanal local. Este sistema aporta alta inercia térmica para estabilizar las temperaturas internas, ofrece resistencia al impacto y suprime gastos recurrentes de pintura y mantenimiento.

2. Carpinterías y Muros Flexibles: Empleo de cerramientos batientes de madera local curada y marcos metálicos estandarizados de fácil reposición técnica comunitaria.

3. Estimación de Costos Relativos y Sostenibilidad Operativa: La implementación de sistemas pasivos incrementa marginalmente el costo inicial de inversión constructiva en un estimado de 8% a 12% (debido a la doble cubierta y celosías), no obstante, reduce a cero el consumo energético por climatización electromecánica forzada y prolonga la vida útil de la infraestructura, garantizando viabilidad técnica a largo plazo.

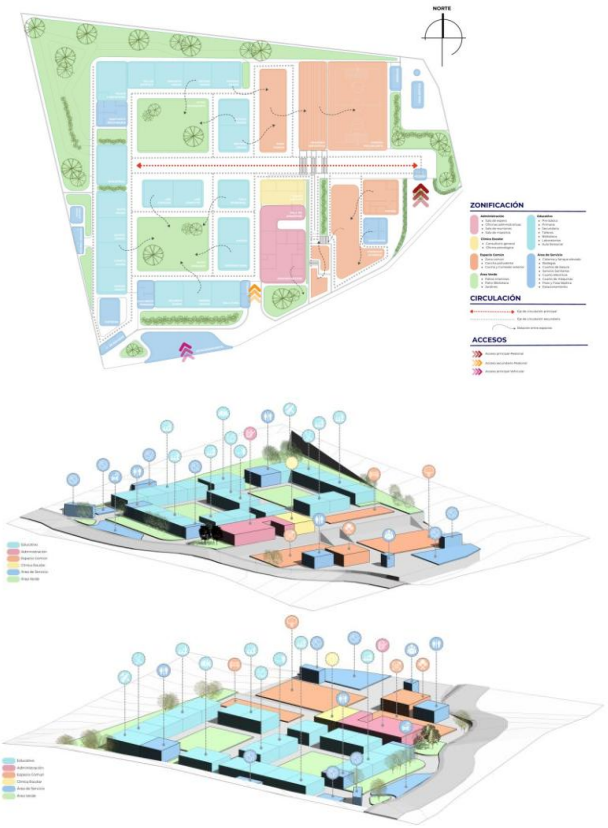


Fig. 5 *Zonificación y Volumetrias de la Propuesta final.*
Nota: La figura realizadas en ScketchUp y editadas por autores.

Adicionalmente, el despliegue físico del conjunto responde de manera estricta a los condicionantes topográficos y ambientales del sitio, implementando una orientación bioclimática que mitiga los vientos dominantes y aprovecha las visuales naturales para aislar el complejo de las fuentes externas de contaminación del entorno inmediato [1]. De este modo, la zonificación volumétrica establece una transición armónica entre los espacios de formación académica, las áreas productivas de talleres y los núcleos de esparcimiento comunal, garantizando una gestión eficiente de los flujos peatonales y un óptimo rendimiento técnico y económico de la infraestructura proyectada [1].

TABLA IX.
CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS, MATERIALIDAD Y FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

Componente Técnico	Estrategia Proyectual Específica	Materiales Locales Propuestos	Impacto en Confort y Factibilidad
Cubierta y Cielo Falso	Doble cubierta ventilada con aleros de 1.20 m y cámara de aire de 0.60 m.	Estructura metálica ligera, cubierta termoacústica y falso cielo fonoabsorbente.	Atenúa hasta 8 °C la radiación térmica y reduce el ruido pluvial a menos de 45 dB.
Envolvente Vertical	Muros de gran inercia térmica con celosías cerámicas integradas en fachadas norte/sur.	Bloque de concreto confinado y celosías de arcilla cocida artesanal de la zona.	Control de radiación solar directa, iluminación natural difusa y nulo costo de pintura.
Ventilación y Aire	Ventilación cruzada inducida por efecto termosifón (claraboyas altas y vanos bajos).	Ventanería abatible de perfilería metálica estándar y malla mosquitera de nylon.	Renovación constante de aire (>6 ACH), mitigando somnolencia y fatiga ambiental.
Suelo y Escorrentías	Aterraza-miento escalonado, zanjas de infiltración y captación pluvial en tanques de reserva.	Adoquín permeable, piedra bola de río para drenes y tanques modulares de polietileno.	Mitigación de riesgos de erosión en laderas y reutilización hídrica para huertos y sanitarios.
Costo y Manteni-miento	Sistemas pasivos sin dependencia de climatización mecánica ni acabados delicados.	Materiales vistos regionales, mano de obra local y carpinterías estandarizadas.	Inversión inicial eficiente (+10%) con reducción del 100% en costos de energía eléctrica operativa.

V. CONCLUSIONES

El diagnóstico empírico confirmó que las patologías físicas de la edificación escolar —en especial el estrés térmico por radiación cenital, la reverberación acústica cruzada y la rigidez modular— operan como condicionantes restrictivos que merman la capacidad de concentración e imposibilitan la aplicación de metodologías pedagógicas colaborativas en entornos marginados. La articulación de los principios de la neuroarquitectura con las pedagogías activas (Reggio Emilia, Montessori y Waldorf) demostró que el espacio edificado debe concebirse como un "tercer maestro" y un enclave protector integral frente a la hostilidad del entorno inmediato.

La propuesta proyectual desarrollada para el predio de 8,504 m² en la Aldea El Guanábano evidencia la factibilidad técnica y económica de estructurar equipamientos educativos resilientes en contextos de alta precariedad. Mediante la incorporación de estrategias bioclimáticas pasivas (doble cubierta ventilada, ventilación por convección natural y pantallas cerámicas de control solar) y el aprovechamiento de la pendiente topográfica para la captación pluvial y zanjas de infiltración, se reduce a cero el consumo energético operativo por climatización y se previene el riesgo de erosión en laderas.

Asimismo, la selección de sistemas constructivos tradicionales optimizados —como la mampostería de bloque de concreto confinado y el ladrillo rafón visto local— garantiza alta inercia térmica, resistencia al uso intensivo y una reducción sustancial de costos de mantenimiento y pintura a lo largo del ciclo de vida del inmueble. El incremento marginal estimado de entre 8% y 12% en la inversión constructiva inicial queda plenamente compensado por la durabilidad material y la sostenibilidad operativa.

Finalmente, esta investigación aporta un marco analítico y proyectual replicable para arquitectos, urbanistas y tomadores de decisiones que intervienen en asentamientos informales de Centroamérica y el Sur Global. Más allá de solventar la saturación espacial inmediata del caso analizado, se comprueba que dignificar la arquitectura educativa a través de criterios de confort ambiental constituye una estrategia directa y medible de equidad, permanencia escolar y resiliencia comunitaria.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su sincero agradecimiento al Proyecto ROHI, a su personal docente y directivo, así como a la los profesionales por el valioso apoyo académico, institucional y humano brindado para la realización y culminación de este estudio.

REFERENCIAS

[1] P. Barrett, Y. Zhang, J. Moffat, and K. Kobbacy, "The impact of classroom design on pupils' learning: A controlled evaluation," *Building and Environment*, vol. 89, pp. 76–83, 2015.

[2] Instituto Nacional de Estadística (INE), *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM) - Distrito Central*, Tegucigalpa: INE, 2023.

[3] Instituto Nacional de Estadística (INE), *Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM) - Distrito Central*, Tegucigalpa: INE, 2023.

[4] United Nations, *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York: UN Department of Economic and Social Affairs, 2015.

[5] Organización Internacional del Trabajo (OIT) e IPEC, *Línea de Base Honduras: Trabajo Infantil en el Botadero de Basura de Tegucigalpa*, Ginebra: OIT, 2004.

[6] C. P. Edwards, L. Gandini, and G. E. Forman, Eds., *The hundred languages of children: The Reggio Emilia experience in transformation*, 3rd ed. Praeger, 2011.

[7] A. S. Lillard, *Montessori: The science behind the genius*, Oxford University Press, 2005.

[8] R. Steiner, *The Essentials of Education*, London: Anthroposophic Press, 1997.

[9] P. Y. Lei Xia, *Neuroarquitectura: neurociencia aplicada a espacios educativos*, Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid, 2021.

[10] T. Strong-Wilson and J. Ellis, "Children and place: Reggio Emilia's environment as third teacher," *Theory Into Practice*, vol. 46, no. 1, pp. 40–47, 2007.

[11] R. Hernández, C. Fernández, and P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 6th ed. McGraw-Hill, 2014.

[12] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *Perfil Sociodemográfico de Distrito Central*, Tegucigalpa: IIES-UNAH, 2022.

[13] ArchDaily, "Villa de las Niñas / Soliscolomer y Asociados," ArchDaily en Español, 2013.

[14] ACOES, *Proyectos educativos y sociales en Tegucigalpa*, Tegucigalpa: Asociación Colaboración y Esfuerzo, 2003.

[15] ArchDaily, "Colegio Pies Descalzos / Giancarlo Mazzanti," ArchDaily en Español, 2014.

[16] F. Mora, *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*, Madrid: Alianza Editorial, 2014.

[17] A. Mombiedro, *Neuroarquitectura: Aprender a través del espacio*, Barcelona: Reverté, 2021.

[18] Kéré Architecture, "Primary School, Gando," *Arquitectura Viva*, 2001.

[19] G. Mazzanti, "El uso de la arquitectura social como mecanismo de transformación urbana," *Revista ARQ*, no. 88, pp. 42-49, 2014.

[20] R. K. Yin, *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, 6th ed. Sage, 2018.

[21] S. Trincado, *El tercer maestro: El espacio educativo desde la perspectiva Reggio Emilia*, Trabajo Fin de Máster, Universidad Politécnica de Madrid, 2021.

[22] M. Bjørnholt, "Room for thinking—The spatial dimension of Waldorf education," *RoSE – Research on Steiner Education*, vol. 5, no. 1, 2014.

[23] UNICEF, *Manual de escuelas amigas de la infancia*, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2009.