

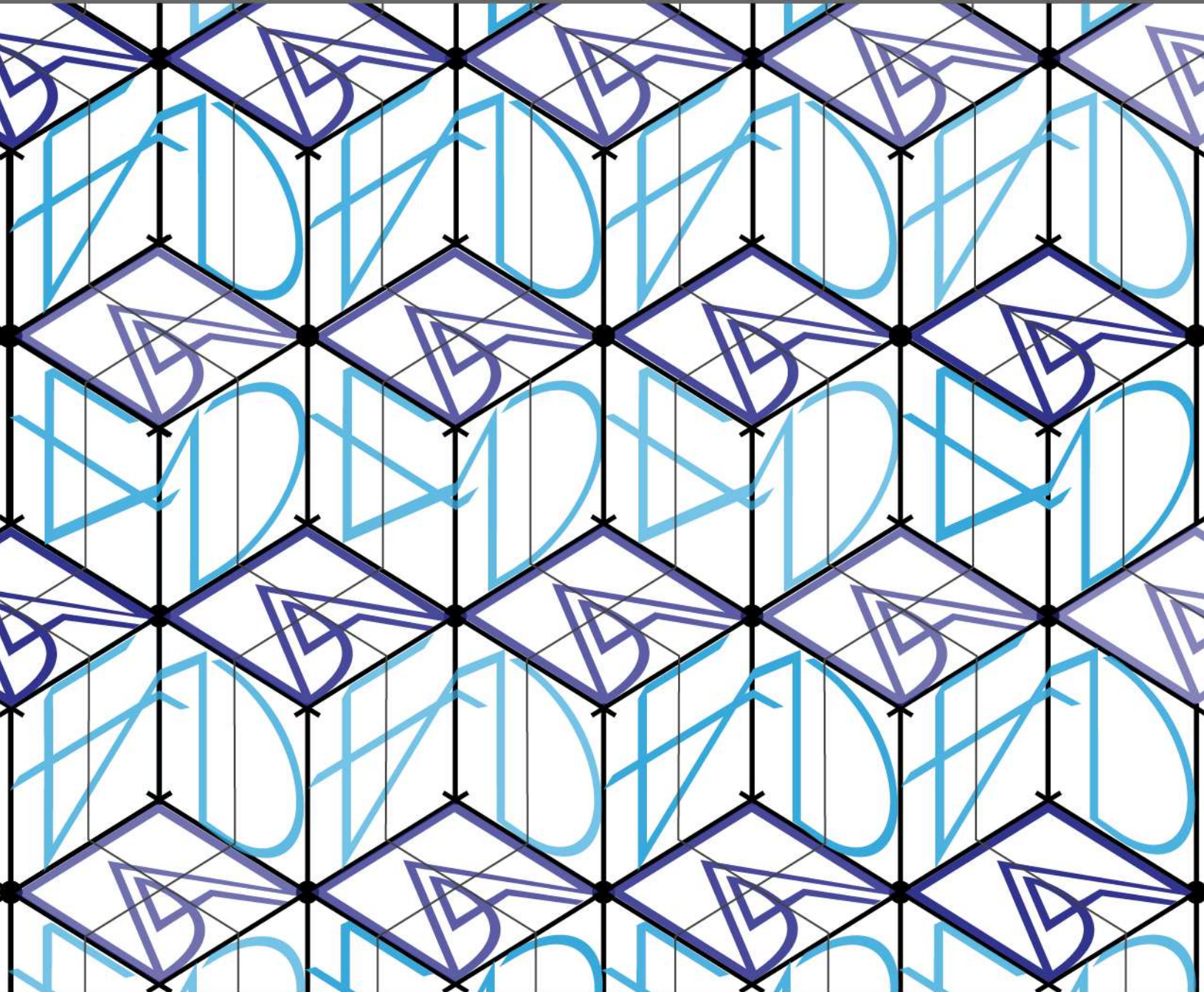


PERSPECTIVA

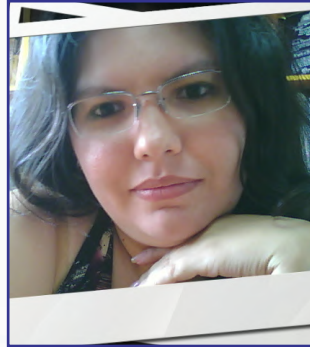
REVISTA ELECTRÓNICA CIENTÍFICA

Programa de Estudios para Graduados. Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad del Zulia

INVESTIGACIONES DEL DOCTORADO EN ARQUITECTURA



ISSN: 2244-8764 AÑO 10. N° 19. ENERO - JULIO 2022. MARACAIBO - VENEZUELA



Cecilia Sandoval-Ruiz

<http://orcid.org/0000-0001-5980-292X>

Universidad de Carabobo, Venezuela.

correo:cesandova@gmail.com

Ingeniero Electricista egresada de la Universidad de Carabobo en 2002, Magister en Ingeniería Eléctrica en 2007 y Doctora en Ingeniería en 2014.

Ha sido Profesora Titular en Maestría de Ingeniería Eléctrica en 2017 del Postgrado de Ingeniería UC. Investigadora acreditada en el PEII - Nivel C.

Ha publicado más de 50 artículos científicos en su área de investigación: Tecnologías Sostenibles, Optimización de Sistemas de Energías Renovables ERNC Redes Neuronales aplicadas a control avanzado, Diseño Colaborativo y Configuración de Hardware en VHDL.

QUANTUM ARCHITECTURE: OSCILADORES ACOPLADOS, DINÁMICA Y ERNC

RESUMEN

En esta investigación se propone un concepto arquitectónico inspirado en la dinámica de la naturaleza, a partir de la observación de mecanismos naturales de alta eficiencia, estructuras dinámicas y evolutivas y principios sostenibles en el diseño, integrando protección de flora y fauna nativa, bio-materiales adaptativos, fotovoltaica bifacial, eólica piezoeléctrica y tecnologías emergentes. Se han tomado como bases teóricas la arquitectura dinámica fractal (Sandoval, 2020f), materiales inteligentes de arquitectura configurable, aplicando técnicas de estructuración (Cai, 2021) y energías renovables – ERNC (Sandoval, 2021b). El método comprende un estudio de estrategias para el desarrollo de la propuesta dinámica basada en inteligencia ambiental, análisis de impacto y arquitectura reconfigurable. Se plantea una arquitectura con mecanismos auto-soportados, estabilizadores, secciones móviles, fachadas eólica, estructuras cinéticas y plataformas flotantes, con el objetivo de adaptarse a las condiciones climáticas. En conclusión, estas tecnologías representan una herramienta para la migración de la arquitectura a modelos sostenibles de diseño de espacios arquitectónicos naturales, remediación y protección eficiente de los ecosistemas naturales en entornos locales.

Palabras clave: arquitectura flotante, estructuras eólicas, osciladores acoplados, configuración dinámica, geometría estructural adaptativa

QUANTUM ARCHITECTURE: COUPLED OSCILLATORS, DYNAMICS AND NCRE

ABSTRACT

In this research, an architectural concept inspired by the dynamics of nature is proposed, from the observation

of high efficiency natural mechanisms, dynamic and evolutionary structures and sustainable principles in the design integrating protection of native flora and fauna, adaptive bio-materials, bifacial photovoltaic, piezoelectric wind and emerging technologies. Fractal dynamic architecture (Sandoval, 2020f), intelligent materials of configurable architecture, applying structuring techniques (Cai, 2021) and renewable energies - NCRE (Sandoval, 2021b) have been considered as theoretical basis. The method comprises a study of strategies for the development of the dynamic proposal based on environmental intelligence, impact analysis and reconfigurable architecture. Architecture with self-supporting mechanisms, stabilizers, mobile sections, wind facades, kinetic structures and floating platforms is proposed, with the aim of adapting to climatic conditions. As for conclusion, these technologies represent a tool for the migration of architecture to sustainable models for the design of natural architectural spaces and efficient protection of ecosystems.

Keywords: floating architecture, wind structures, coupled oscillators, dynamic configuration, adaptive structural geometry

ARCHITETTURA QUANTUM: OSCILLATORI ACCOPPIATI, DINAMICA E ERNC

RIASSUNTO

In questa ricerca si propone un concetto architettonico ispirato nella dinamica della natura, dall'osservazione di meccanismi naturali di alta efficienza, strutture dinamiche ed evolutive e principi sostenibili nel disegno, integrando protezione di flora e fauna, biomateriali adattativi, fotovoltaica bifronte, eolica piezoelettrico e tecnologia emergente. Come basi teoriche si sono considerate l'architettura dinamica frattale (Sandoval,

2020f), materiales inteligentes de arquitectura configurable, aplicando técnicas de estructuración (Cai,2021) e energías renovables – ERNC (Sandoval, 2021b). El método incluye un estudio de estrategias para el desarrollo de la propuesta dinámica basada en la inteligencia ambiental, análisis de impacto y arquitectura reconfigurable. Se considera una arquitectura con mecanismos autosostenidos, estabilizadores, secciones móviles, fachadas eólicas, estructuras cinéticas y plataformas flotantes, con la finalidad de adaptarse a las condiciones climáticas. En conclusión, estas tecnologías representan un instrumento para la migración de la arquitectura a modelos sostenibles de diseño de espacios arquitectónicos naturales, corrección y protección eficiente de los ecosistemas naturales en entornos locales.

Palabras clave: arquitectura flotante, estructuras eólicas, osciladores acoplados, configuración dinámica, geometría estructural adaptativa.

1. INTRODUCCIÓN

Cada vez se hacen más presentes las nuevas tecnologías de diseño, desde el desarrollo rápido de prototipos arquitectónicos (Medina, 2021), para la construcción de piezas mediante el diseño asistido por computadora CAD, en el cual se va depositando el material, capa por capa, también conocido como fabricación aditiva o impresión 3D (Gil, 2015), hasta estructuras de geometría configurable (Chaudhary, et. al., 2021), que comprende un nuevo tipo de material multifuncional que podría usarse en una gama de aplicaciones, desde robótica y biotecnología hasta arquitectura.

Dentro de las ventajas en materia de sostenibilidad de estas nuevas tecnologías emergentes – NTE (Sandoval, 2020a), se encuentra poder realizar piezas complejas y mecanismos precisos, ya que tienen las dimensiones exactas al ser creados con programas de modelado por computadora, su modificación a través de iteraciones (de un prototipo a otro) y configuración dinámica de acuerdo a los objetivos planteados, con especial interés en la aplicación de energías regenerativas y sus avances. Actualmente, se han presentado investigaciones en laboratorios de energías renovables (Sandoval, 2021a), donde se resalta la importancia de la optimización de eficiencia en tecnología solar (Sandoval, 2020b-d), etapas de alimentación lineal LFSR y eólica (Sandoval, 2021b,

2022), de forma remota. En el mismo orden de ideas se plantea una optimización de la arquitectura por etapas, iteraciones de acuerdo a las condiciones climáticas, a través de herramientas software, impresión 3D de código abierto e implementación remota de estructuras configurables, lo que se perfila como una solución para alcanzar el diseño y configuración de infraestructura sostenible.

Minimización del Impacto Ambiental de los proyectos arquitectónicos.

Procedimientos de cimentación, obras civiles, transporte de materiales de la cadena de suministro, resulta en un costo ambiental muy elevado. Esto puede ser minimizado a partir de la fabricación 3D local de los componentes, con utilización de materiales sostenibles locales (bambú, nopal), así cambiar la cadena de suministro por captación, clasificación y adaptación de materiales, tal es el caso de proyectos de reestructuración, adaptación o actualización, aplicando el reciclaje de materiales de la obra anterior, a fin de minimizar la movilización de nuevo material y el impacto ambiental asociado.

En (Sandoval, 2020f) se mencionan tres ejes para el diseño de proyectos sin intervención del entorno, espacios agrícolas o vegetación nativa de los suelos, aplicando arquitectura flotante, pilares (palafitos) o levitación magnética, diseño de módulos de seguimiento solar de la estructura, cámara de aislamiento térmico, para máxima eficiencia energética y diseños desplegables, que permita ampliar los espacios funcionales, así como su modelado matemático fractal (Sandoval, 2021c).

Con una visión completamente sostenible, han surgido en el mundo nuevas ideas revolucionarias de la arquitectura que unen las grandes ciudades con el respeto a la naturaleza. Así surgió la idea de crear una ciudad jardín en París, que pretende conservar el paisaje salvaje, con la producción de alimentos, todo dentro de una pequeña ciudad. Se plantea si ¿Puede la arquitectura contemporánea proporcionar soluciones para el medio ambiente?, en busca de una respuesta afirmativa surgen proyectos en esta línea de sostenibilidad integrada al medio ambiente, como se presenta en (Ecoosfera, 2021).

En el mismo orden de ideas en (Interesting Engineering, 2021) se presenta un proyecto inspirado en el medio ambiente marino, como un sistema flotante, donde

se destaca, una barrera de recolección de desechos y captación la energía de las mareas. El recolector clasifica, biodegrada y almacena los desechos. Se pueden integrar centro y plataformas de investigación (Sandoval, 2019a,b), para estudiar el impacto de invernaderos flotantes (cultivos orgánicos, desalinización de agua) y energías renovables para el área habitacional. El sistema arquitectónico deberá adaptarse según su posición, entorno y condiciones climáticas, estos en una plataforma autosuficiente que utilice la energía del viento, olas y el sol, en combinaciones eficientes.

La arquitectura no cimentada se plantea como una solución a las condiciones climáticas: cambios en el nivel de mar y funcionalidades de autonomía, la movilidad de estructuras y la flexibilidad en el diseño, que puede ser adaptado a nuevos objetivos. El sentido de los cimientos con el terreno se justifica en un intercambio de energía o aportes, como ocurre con las raíces de los árboles, sin embargo, sobre el concepto de estructuras estáticas puede ser cambiado hacia diseños auto-soportados.

Los cimientos de las turbinas eólicas offshore, implican en muchos casos la perforación del fondo marino, con las consecuencias negativas sobre los bancos de reserva de fauna y ecosistemas alterados por la acción de las obras civiles invasivas. Es por ello, que se plantea como aspecto de investigación la factibilidad de estructuras eólicas no cimentadas, que se presenten como sistemas flotantes con mecanismo de estabilización y configuración, basados en osciladores acoplados a través de muelles. Al igual que en los vehículos terrestres o flotantes, se plantea un soporte móvil y un sistema de estabilización, mecanismo de amortiguación y aisladores hidráulicos, con lo que se logra un sistema configurable.

Se establece como concepto rector del diseño el equilibrio con la naturaleza, la armonía estética del diseño arquitectónico, basados en sólido como estructuras toroidales (Torres et. al., 2021) en revolución por líneas de flujo de energía, geometría fractal de la naturaleza, secuencia Fibonacci. Se plantea un área central conectada con la flora y fauna nativa, con orbitales funcionales de la arquitectura.

El objetivo del presente proyecto es presentar alternativas de adaptación de la práctica de la arquitectura y obras civiles a las nuevas necesidades climáticas y

condiciones del entorno, bajo estándares ambientales, diseños y tecnologías inspirados en la naturaleza (Ecoinventos, 2021b), comprometidos con la eficiencia en uso de los recursos y el menor impacto ambiental.

2. DESARROLLO

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DE ARQUITECTURA DINÁMICA

La Arquitectura Dinámica Regenerativa, se basa en la incorporación de tejidos funcionales (jardines verticales, techos verdes, celosías funcionales, convertidores de energía), que representan un aporte a nivel estético, de salud del ecosistema, de reducción de la contaminación y en el ahorro energético, entre otras ventajas. Las funcionalidades de estos componentes son enunciadas en la Tabla 1.

Disminución de la contaminación ambiental y soluciones para mitigar el cambio climático, por capacidad de filtrado de partículas contaminantes suspendidas en el aire, disminución en la demanda de energía, captación y aprovechamiento del calor ambiental.
Control de temperatura y ahorro de energía. Se plantea la aplicación de intercambiadores de calor, aerotérmicos en el caso de extraer energía térmica del aire (calor ambiental) y OTEC conversión de energía por gradiente térmico oceánico, con el objetivo de disminuir la temperatura del entorno.
Fomento de la biodiversidad urbana, con estructuras de flora nativa, que es el hábitat de muchas especies de pájaros e invertebrados. También son espacios, sobre todo en bloques de viviendas y oficinas, para la instalación de huertos urbanos y así fomentar la dieta saludable.
Reducción del ruido. Considerando que el ruido disminuye a 8 dB (decibelios) por cada zona de arquitectura verde construida.
Mejor gestión del agua de lluvias en las ciudades. Las plantas tienen una resistencia satisfactoria a la lluvia y, gracias a ello, se puede construir instalaciones para la gestión del agua en la vía pública.

Tabla 1. Funcionalidades de los Tejidos Estructurales de Arquitectura Reconfigurable

Disminución de la contaminación ambiental y soluciones para mitigar el cambio climático, por capacidad de filtrado de partículas contaminantes suspendidas en el aire, disminución en la demanda de energía, captación y aprovechamiento del calor ambiental.

Control de temperatura y ahorro de energía. Se plantea la aplicación de intercambiadores de calor, aerotérmicos en el caso de extraer energía térmica del aire (calor ambiental) y OTEC conversión de energía por gradiente térmico oceánico, con el objetivo de disminuir la temperatura del entorno.

Fomento de la biodiversidad urbana, con estructuras de flora nativa, que es el hábitat de muchas especies de pájaros e invertebrados. También son espacios, sobre todo en bloques de viviendas y oficinas, para la instalación de huertos urbanos y así fomentar la dieta saludable.

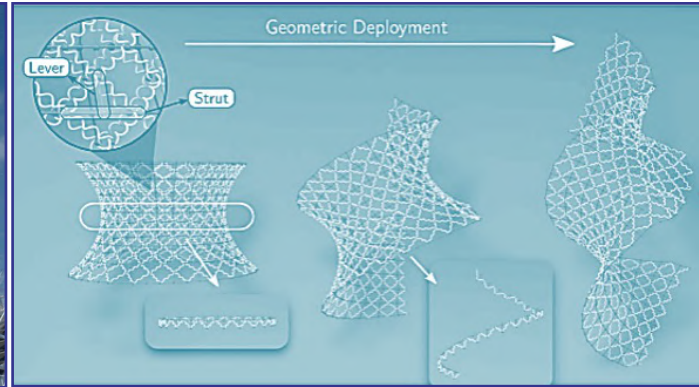
Reducción del ruido. Considerando que el ruido disminuye a 8 dB (decibelios) por cada zona de arquitectura verde construida.

Mejor gestión del agua de lluvias en las ciudades. Las plantas tienen una resistencia satisfactoria a la lluvia y, gracias a ello, se puede construir instalaciones para la gestión del agua en la vía pública.

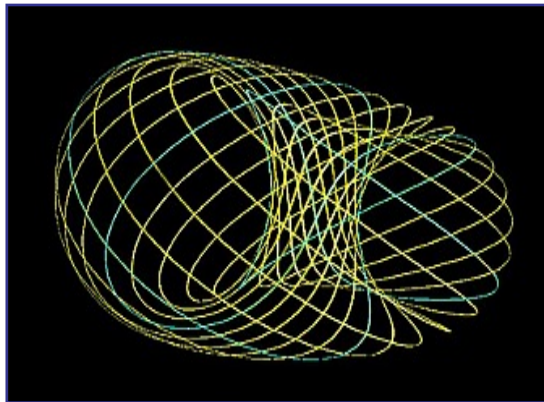
Si con tecnología de impresión de modelos CAD en 3D se logra la fabricación local de componentes de paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas y otros componentes



Estructuras Eólicas con orbitales funcionales al núcleo arquitectónico



Desarrollo Geométrico Configurable en Estructuras.
Fuente: (Chaudhary, et. al., 2021)



Arquitectura Toroidal Modelado 3D (2021)



Diseño Ecológico en Bambu (2021)



Revestimiento Arquitectura Verde (2021): Vegetación, Celdas Fotovoltaicas, estructuras eólicas.

Tabla 2. Integración Conceptual al Desarrollo Geométrico Configurable.

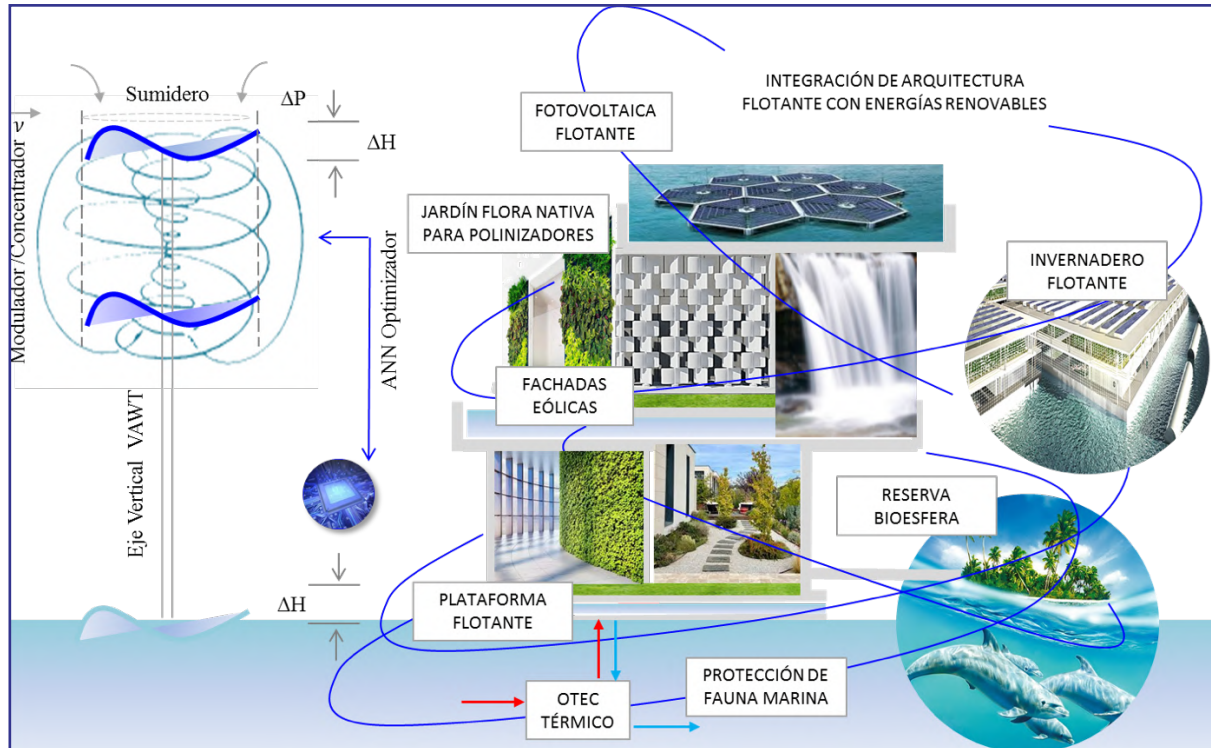
de obras civiles, se lograría disminuir el consumo de materiales, energía en el transporte de materiales (Sandoval, 2016) y lo más importante, avanzar en las técnicas de mantenimiento (reemplazo de componentes),

actualización y adaptación a nuevas tecnologías conforme se presenten avances en la eficiencia de los diseños.

Un punto importante es el análisis de impacto ambiental de las obras civiles sobre el entorno, ecosistemas y fauna, por lo que es importante es rescate de la flora nativa en paredes vegetales, para promover el desarrollo de colmenas de polinizadores en el entorno. Analizar el impacto ambiental sobre las aves de las construcciones elevadas, en tal sentido ofrecer soluciones que no interfieran con el patrón de flujo de viento y que permitan ser inofensivos para las especies.

Así como se debe contemplar protección de perros y gatos en las construcciones, en los modelos flotantes se deberá proteger a la fauna marina, promover de forma simbiótica la biomarina (algas y condiciones marinas de los ecosistemas), temperatura del agua y ambiente, para minimizar al máximo cualquier impacto de la obra sobre el entorno. Los muros eólicos se han convertido en una herramienta arquitectónica para integrar soluciones de energías renovables al diseño de infraestructura funcional.

Los Tejidos de arquitectura reconfigurable (Ver Tabla 2) y los materiales y estructuras pueden hacer la transición de configuraciones estables, según la nueva tecnología de materiales estructurales que tienen un rango arbitrario de capacidades de cambio de forma, basado en celdas unitarias neutralmente estables, celda unitaria neutralmente estable con dos elementos rígidos, un puntal y una palanca, y dos resortes elásticos



(a) Recirculación de Flujo Eólico. (b) Estructuras arquitectónicas cero emisiones. (c) Dinámica circular de recuperación de energía y subproductos. (d) Reciclaje de Materiales. (e) Captura de CO2. (f) Intercambiadores de calor. (g) Regeneración de los ecosistemas.

Figura 1. Plataforma Arquitectónica Flotante para Remediación Ambiental. **Fuente:** Propia del Autor (2021)

adaptables. Estas estructuras permiten el control independiente de la geometría y la mecánica, sentando las bases para diseñar formas funcionales utilizando un nuevo tipo de celda unitaria transformable (Chaudhary, et al., 2021).

El diseño conceptual del proyecto bajo un enfoque sistémico (ver Figura1) comprende la gestión de energías renovables, el núcleo arquitectónico como un sumidero de calor y la autonomía del proyecto, a través de huertas o invernaderos de cultivos orgánicos. Las etapas flotantes se encuentran conectados dentro de la estructura toroidal, a través de cascadas (a diferentes niveles del proyecto arquitectónico), puentes de interconexión entre islas y columnas de aire del eje o núcleo central de la obra.

El monitoreo en línea permitirá estructurar un modelo fino, para el diseño del plan de optimización dinámico, de acuerdo a la respuesta del sistema y las condiciones, tecnologías y recursos disponibles, evaluando su impacto ambiental.

Uno de los aspectos más importantes es la regeneración de las condiciones ambientales a la salida (aguas abajo) del proyecto arquitectónico, esto quiere decir la implementación de geometría (lentes eólicos y rejillas de turbulencia) aguas abajo de las turbinas para la regeneración del patrón de flujo de viento, a fin de no afectar la trayectoria del vuelo de las aves. Del mismo modo, la recuperación en circuitos cerrados térmicos, hídricos y orgánicos, con el objetivo de no intervenir los ecosistema con residuos o emisiones de calor.

El patrón de flujo toroidal se presenta como un circuito de recirculación de aire con el objetivo de aprovechar de forma respetuosa con el medio ambiente, los patrones de viento incidentes, la energía térmica ambiental y manejar a través de estructuras cinéticas coordinando la circulación, a fin de proteger a la fauna marina y aves de colisión con los elementos móviles del sistema.

Este concepto de arquitectura está pensada en el concepto de recuperadores de energía térmica, con mecanismos de captación y sumideros de calor, para aprovechar la energía en diversas aplicaciones como la preparación de alimentos, climatización e incluso conversión de energía eléctrica. De manera de convertir a la arquitectura en una herramienta de remediación ambiental.

Aplicación en configuración dinámica de lentes eólicos (wind lens), para variación de la geometría, radio, ángulo del perfil aerodinámico y características que definen la eficiencia del concentrador y convertidor eólico. A la tecnología desarrollada, se le suma la posibilidad de configuración magnética, manejando

la estructura y los niveles que puedan ser ajustados a partir de una fuerza electromagnética de configuración.

En este punto de la propuesta, el concentrador adaptativo aparece como un elemento de optimización activo, es decir, que consume energía para su configuración, la estructura de control activo de patrón de viento tendrá asociado un costo en el presupuesto de energía del sistema. Otro aspecto funcional corresponde a la versión de paredes eólicas, tecnologías flotantes en eólica, solar e infraestructura con aislación térmica para viviendas, invernaderos y otras estructuras funcionales.

En la presenta investigación se introduce el concepto de Arquitectura Auto-Sostenible – AS, sobre superficies flotantes. Se plantea un sistema autónomo basado en una estructura flotante móvil, que pueda ser adaptada a fin de aprovechar las energías renovables y soportar el tratamiento de agua, para su consumo. Está inspirado en el manejo ecológico del concepto arquitectónico, con estructuras inteligentes.


SELECCIÓN ÓPTIMA DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS RENOVABLES	ALTERNATIVA /VALOR ESPERADO	ESTADO / PROBABILIDAD	RESULTADO (PRESUPUESTO DE POTENCIA)	TECNOLOGÍA	
	SOLAR (2)	FLOTANTE	120 KW		
		0,5			
		BIFACIAL	20 KW		
		0,3			
		TERMOSESOLAR	10 KW		
		0,2			
	EÓLICA (3)	HAWT	viento > Vopt m/s	300 KW	
		0,38			
		WIND LENS	viento < Vopt m/s	150 KW	
		0,62			
HÍDRICA (4)	VORTICIDAD		120 KW		
	0,33				
	UNDOMOTRIZ		10 KW		
	0,33				
		OTEC TÉRMICA	125 KW		
		0,33			

Figura 2. Método de Coordinación de Interacción de Energías Renovables.

Fuente: Propia del Autor (2021)

<p>Materiales ecológicos locales (nopal, arcilla, bambú), reciclaje de materiales, diferenciados en su composición para futuros reciclajes. Técnicas de tejido estructurado con materiales ecológicos y fibras biodegradables, con revestimiento fotovoltaico para su conservación.</p>
<p>Impresión 3D y sus tecnologías aplicables a la arquitectura (Medina, 2021), con el objetivo de realizar la construcción de forma local y disminuir el impacto ambiental por transporte de materiales y maquinaria.</p>
<p>Incorporación de tecnología piezoeléctrica y muros eólicos (Ecoinventos, 2021a), como solución al abastecimiento de energía al sistema arquitectónico.</p>
<p>Diseño de estructuras arquitectónicas micro-adaptativas, basadas en estructuras cuánticas fractales y control dinámico para la configuración de la arquitectura LFSR, para establecer propiedades específicas: inercia variable, robustez, densidad de la estructura, eficiencia y funcionalidad de los espacio.</p>
<p>Diseño de estructuras móviles flotantes, con acoplamiento dinámico (multi-nivel) para tolerancia a vibraciones y capacidad de flotación, adaptación a las condiciones climáticas dinámicas, como elevación en el nivel del agua y cambios de temperatura.</p>

Tabla 3. Estrategias de Sostenibilidad para la Arquitectura Reconfigurable

2.2. MÉTODOS Y ESTRATEGIAS

La inteligencia ambiental se perfila como una nueva área temática. En ésta se tiene un sistema de monitoreo de condiciones ambientales a través de sensores, a fin de obtener estimaciones para la toma de decisiones con técnicas de inteligencia artificial. La aplicación de redes neuronales artificiales (Sandoval, 2020e) y técnicas avanzadas para optimizar los coeficientes del modelo de comportamiento dinámico (Sandoval, 2021a), que describe la interacción del proyecto con el entorno, a partir de los parámetros óptimos, se adapta la configuración para máxima eficiencia y mínimo impacto ambiental.

El empleo de material reciclado, puede hacer de la técnica un método eficiente y sostenible de construcción. No se requiere el transporte de materia prima, sino que ésta puede ser adaptada a los insumos y residuos disponibles, para la fabricación 3D de forma local, a partir de los archivos digitales del diseño modelado. Como es el caso de sintetizador o impresión solar, a partir de

energía fotovoltaica.

Para simplificar el método se ha seleccionado el análisis a través de árbol de decisión de las variables ambientales que son estados naturales, comparando los valores esperados de aporte de energía por cada tecnología, para lo cual se aplica un presupuesto de potencia en el que se considera la potencia generada, menos la potencia consumida por el control activo del sistema (Ver Figura 2).

Se plantea un conjunto de estrategias y propuestas a fin de lograr una implementación sostenible del concepto arquitectónico, como se presenta en la Tabla 3 y Tabla 4.

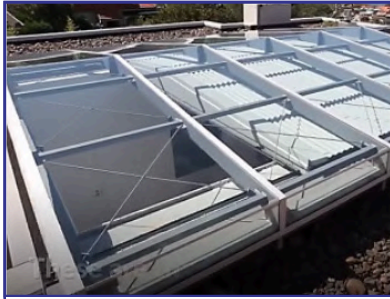
El análisis de diseños con secuencia fractal, permite reconocer un lenguaje de patrones aplicable a la arquitectura (Ver Tabla 5.a).

Del mismo modo, en estructuras funcionales, se plantea el diseño a nivel cuántico, desde la perspectiva de los osciladores acoplados, esto permite simplificar el control de las funciones del sistema, lo que resulta clave en tecnologías de ERNC regenerativas y tecnologías sostenibles, para la aplicación de patrones fractales, geometría dinámica y técnicas de estructuración: origami, tejidos estructurales configurable (ver Figura 5.b).

Los tejidos estructurales, junto a tecnologías de impresión 3D y configuración dinámica, soportan un nuevo campo de diseño arquitectónico, basado en elementos finitos, remalleo y geometría fractal, mecanismos biomiméticos, sobre modelos matemáticos en esquema LFSR de aporte de ponderación de ganancia y almacenamiento en espacios vacíos, estos principios aplicados en arquitectura (Ver Tabla 5.c), elementos funcionales, sistemas de iluminación natural (tecnología solar), sistemas de filtrado, arreglos inteligentes de captación y conversión de energías renovables.

2.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Proyectos Arquitectónicos Flotantes. Estos proyectos comprenden el diseño de islas interconectadas, las cuales se pueden establecer sobre cuerpos de agua naturales, piscinas artificiales o cámaras hidráulicas, que buscan la aislación de la infraestructura de las condiciones del terreno. En segundo lugar se pretende crear un micro-clima a favor de los ambientes del diseño. Pero aún más importante, el objetivo es el diseño de un sistema



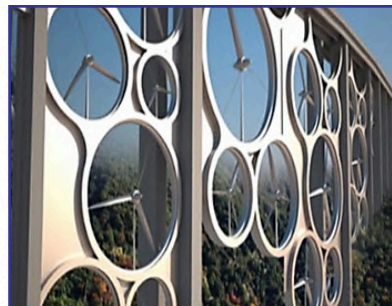
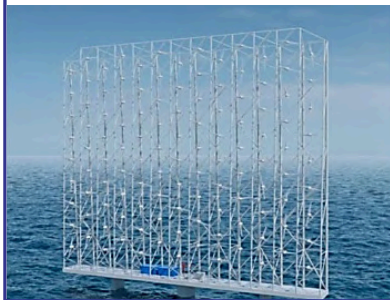
Estructuras Replegables y Expansibles que permitan modificar la arquitectura, para el ingreso de luz en espacios interiores, funcionalidades y optimizar la interacción con el entorno.

Se plantea la implementación de fotovoltaica configurable sobre superficies bi-funcionales, de acuerdo a las condiciones climáticas se puede establecer la configuración óptima del sistema.



a. Revestimiento de las estructuras arquitectónicas con fibras piezoeléctricas para la captación y conversión de la energía eólica, a fin de abastecer el proyecto de energía eléctrica.

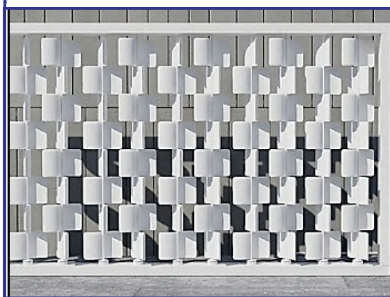
b. Arquitectura Eólica Flotante, para la optimización energética.



Arreglos de Turbinas Eólicas

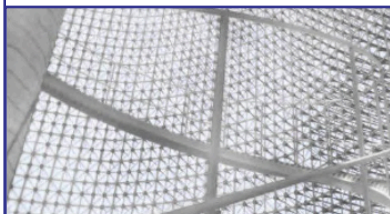
a. Sobre plataformas flotantes, con control de estabilización de la infraestructura.

b. Concatenados en mallas estructuras arquitectónica.



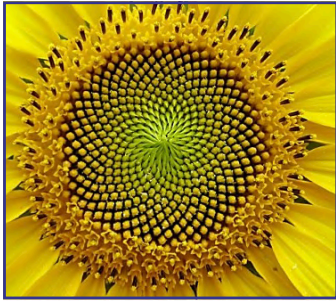
Muros eólicos con turbinas alineadas sobre eje vertical que permite la conversión de energía a partir del viento para suministro del proyecto arquitectónico (Ecoinventos, 2021 a).

Se plantea el diseño planetario, con órbitas externas al núcleo del proyecto donde se pueden aplicar diversas tecnologías de conversión eólica para el sistema integrado.

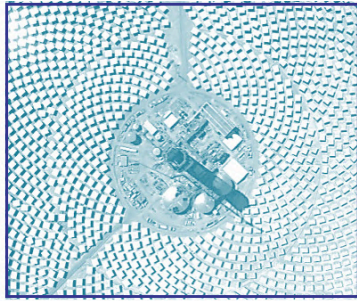


Fachadas cinéticas, eólicas y móviles, impresión 3D de celosías con diseños estructurales dinámicos y aplicaciones funcionales al proyecto arquitectónico. Para la aplicación de materiales con múltiples puntos de estabilidad en la configuración de la geometría por palanca de control de la estructura.

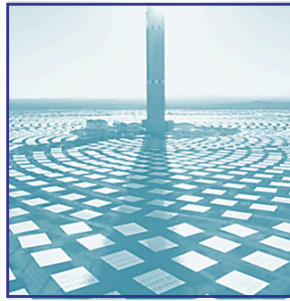
Tabla 4. Propuestas de Diseño a partir de Nuevas Tecnologías Emergentes – NTE



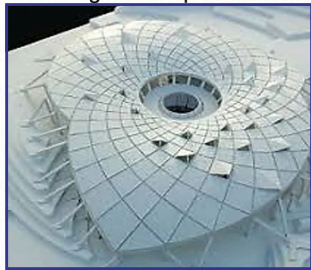
Estructuras de Girasoles



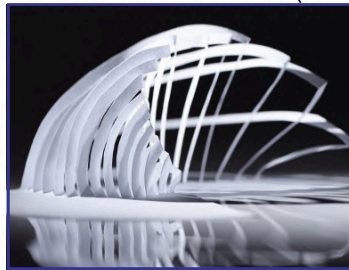
Tecnología BioInspiradas de Concentración Solar de Potencia (2021)



Patrones de la Naturaleza
 Bio-Almacenamiento de CO2



Secuencia Fibonacci (2021)



¹Nano-estructuras origami (2021)



Formación Estructurada



²Arquitectura de Guadua-Bambú. Pabellón de Bambú (2019)

Tiene como objetivo la protección de áreas críticas, de fauna marina. El sistema cero salidas al entorno de residuos y fomenta la reutilización de componentes. Se pueden colocar módulos acoplados a través de estructuras hídras, entre piscinas de segundo nivel, con lo que se mantiene el principio de aislamiento por cuerpos hídricos y su manejo eficiente, para reserva, desalinización y potabilización del agua, uso consciente del recurso natural en el sistema cerrado, de recirculación de agua. Tendiendo como principio la realimentación de los recursos para su aprovechamiento consciente de las potencialidades en energía y material residual, en base a la inteligencia ambiental.

Arquitectura Cuántica:
 Interacción Energética para el soporte de Sistemas Autónomos.

En este trabajo se ha pensado en formas de optimización de los diseños arquitectónicos aplicando nuevos conocimientos en el área de la física y mecánica cuántica, para gestión de energías renovables, tal es el caso de la fotovoltaica (Sandoval, 2020 a,b) que comprende la interacción de fotones con la estructura molecular de materiales semiconductores.

¹Nanotecnología: Control de las propiedades físicas y propiedades mecánicas por configuración geométrica. ²Especie de Guadua-Bambú endógena de América, potencial de desarrollo de la región, tecnologías sostenibles.

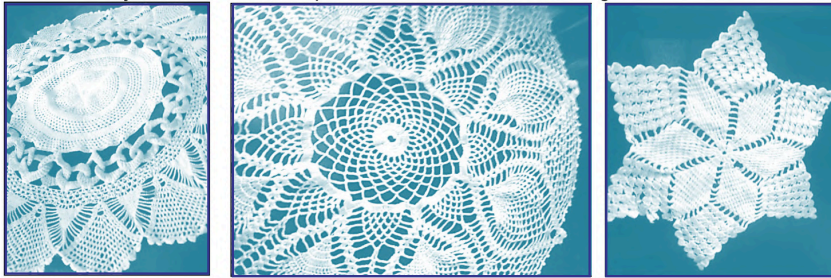
Tabla 5.a Arquitectura Biomimética en Estructuras Fractales, Arte y Tecnología

ecológico, que pueda hacer frente a los efectos de cambio climático, garantizando portabilidad, seguridad para los habitantes, especies nativas de flora y fauna, así como la estabilidad de las estructuras.

La isla principal corresponde a una huerta de producción de alimentos, la segunda isla consta de un reservorio natural de flora y fauna, con árboles nativos y vegetación a favor de la polinización y espacios naturales. Una tercera isla funcional corresponde a la estructura de las habitaciones, con climatización pasiva, generación de energía por fachadas eólicas y techos solares. Comprende a su vez la desalinización y filtrado de agua, a fin de hacer el sistema completamente sostenible, autónomo y separado de la red, con puntos de acoplamiento bidireccionales, para funciones específicas.

El principio de resonancia aeroelástica, vibraciones inducidas por vórtices para generación eólica e hidrocínética, en estructuras flotantes. La interacción de fonones para transmisión de calor en vacío, sin radiación térmica basado en principios de mecánica cuántica, "... si ambos objetos son básicamente colecciones de átomos que oscilan, las partículas virtuales podrían actuar como muelles que trasladan las vibraciones del uno al otro" (Fong, 2019).

La alineación de los elementos, su geometría a nivel cuántico y macro-estructural, pueden ser los principios del modelo de diseño sostenible para la arquitectura, donde se conciba la obra arquitectónica

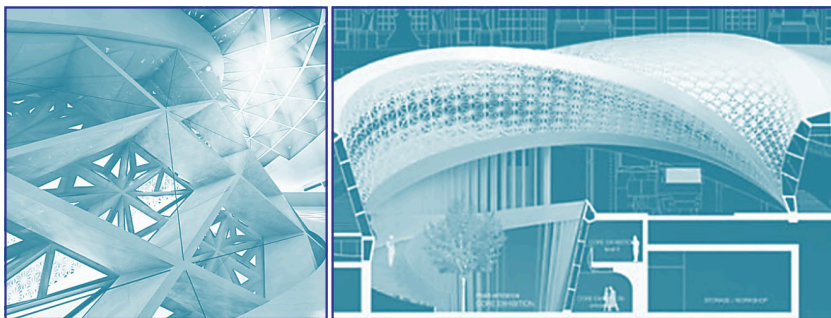


Cristales Fractales (2021) Formación de árbol fractal (2021) Composición Fractal (2021)

Tabla 5.b Tejidos Estructurales aplicables al Diseño de Tecnologías Sostenibles

como un elemento activo de remediación ambiental, por los aportes y contribuciones a la dinámica con el ecosistema.

La diferenciación de esta arquitectura bioinspirada con conceptos afines, es el manejo del diseño arquitectónico como un elemento de interacción de energía, lo cual resulta novedoso. Para ello no se plantea la simple instalación de paneles fotovoltaicos, módulos de conversión y turbinas eólicas, sino el diseño estructural de los mecanismos en la misma arquitectura y la



Patrones Estructurales en elementos arquitectónicos de Iluminación Natural (2013)

Tabla 5.c Estructuras Arquitectónicas de Composición Fractal

Patrones Estructurales en elementos arquitectónicos de Iluminación Natural (2013)

composición (geometría molecular) a nivel de interacción energética, analizando principios de física moderna y ondas, mecánica cuántica, osciladores acoplados, resonancia, entre otros.

Modelado dinámico de estructuras configurables. El modelo permite el control del mecanismo de estabilización física de la arquitectura, así como la estabilización de la energía convertida producida,

a través de circuitos con acoplamiento hidráulico (suspensión), magnético (soportes o descansos) y neumático (cámaras de aire comprimido), para independizar la etapa final de las variaciones de la etapa inicial.

De esta manera, se identifica una etapa dependiente, conectada a la entrada, depende de condiciones del terreno, clima y agentes externos y una etapa independiente de las condiciones del terreno, condiciones climáticas y agentes externos, que se acoplan a través de estrategias de almacenamiento, estabilización dinámica y realimentación.

Tecnologías Eólica y Fotovoltaica Reconfigurable.

Lo que se plantea es una solución a los residuos de eólicos y solares, según (Wind Europe, 2020) se calcula que llegarán anualmente al final de su vida útil 25.000 Toneladas de palas eólicas, a 2025. En tanto que la previsión de la agencia renovable (IRENA, 2021) es que la fotovoltaica genere 8 millones de toneladas en 2030. La pregunta a cómo gestionar el volumen de residuos que generan estas tecnologías, frente al crecimiento de las renovables y los nuevos avances, es resuelta a través de un modelado reconfigurable de la arquitectura y componentes de estas tecnologías.

En el caso de la eólica, se plantean materiales adaptativos, que permitan re-estructurar la geometría de las palas eólicas, así como paneles fotovoltaicos configurables, basados en el concepto de celdas de combustible, que permitan formular una composición química para las capas fotovoltaicas, definidas por software, de manera de hacer dispositivos configurables de forma dinámica. Se plantea así paneles bifaciales con configuración de capas funcionales.

La forma más eficiente de solventar la problemática, es a través del diseño de tecnología que no genere residuos y que tenga un programa para los posibles consumibles a reemplazar en los mantenimientos preventivos. Así el análisis de fallas, inspección y diagnóstico, medirá la eficiencia de la tecnología y los posibles reemplazos de piezas dinámicas e insumos consumibles.

En tal sentido el modelado VHDL (lenguaje descriptor de hardware) se perfila como una herramienta para la descripción del modelo físico-matemático y la configuración de los elementos, a través de la activación de etapas. En fotovoltaica, la energía de activación de enlaces para formar las estructuras de respuesta a la luz (fotones) y en eólica, las estructuras de los álabes para su configuración. Matrices de elementos básicos identificados en capas, ganancias, estados de memoria y realimentación, anidados en estructuras complejas, por organización fractal LFSR (Sandoval, 2020e).

Finalmente, se propone la adaptación dinámica de las estructuras de forma eficiente para las actuales construcciones, se plantea la incorporación de estructuras livianas de fotovoltaica replegable, que permitan ampliar los espacios en platabandas, aprovechando así la energía solar y tejidos eólico para balcones y muros periféricos optimizando así la autonomía energética y acoplado de elementos de soporte para la adaptación de módulos flotantes sobre puesto en los espacios disponibles.

Así mismo, aplicar los avances de tecnologías en nano-estructuras (Zhang, 2021), electromecánica reconfigurable (Chen, 2021), (Liu, 2021), (Cai, 2021), (Li, 2021), formas de captación de agua inspirado en abejas, arañas y hongos y tejidos estructurados en arquitectura bio-inspirada, destacando las técnicas de tejido con propiedades de redes funcionales.

3. CONCLUSIONES

Gracias a los conceptos estudiados se ha logrado proponer un proyecto arquitectónico activo en remediación ambiental y orientado a la sostenibilidad, para la conservación de la biodiversidad, flora y fauna (Sandoval, 2021d), conversión de energías renovables, a través de estructuras arquitectónicas integradas (Sandoval, 2018a,b), modelos inspirados en la naturaleza y eco-adaptativos (Sandoval, 2015). El modelo está pensado en una matriz geométrica configurable, a partir de mecanismos planetarios, orbitales e interacción de energía a nivel cuántico, para el manejo de niveles de la arquitectura cuántica, enlaces, mecanismos, diseños y acoplamientos inteligentes.

De igual manera, se considera la reutilización de materiales, de forma cerrada, en clasificación de residuos y acondicionamiento en un reservorio finito de compuestos para el diseño, síntesis estructural (materiales inteligentes,

bioremediación, arquitectura dinámica) y construcción de piezas funcionales. Más aún se considera la reutilización de energía por realimentación de energías renovables al sistema (Sandoval, 2021b)

Incluye entre los principios de diseño el análisis de los ecosistemas asociados al proyecto, en atención al calentamiento debe ser base fundamental en la arquitectura la aplicación de sistemas aero-térmicos, bombas de calor para captar la energía térmica del ambiente y ser reutilizada en las funciones de energía del proyecto arquitectónico.

Otro factor considerado corresponde a la observación de las interrelaciones de la naturaleza, su eficiencia y gestión de compuesto, para imitar en la arquitectura está dinámica, a fin de obtener sistemas que aporten al medio ambiente soluciones de equilibrio, respeto y compromiso ambiental. Siendo la estructura de los girasoles una base para la distribución de los espacios urbanos de forma más eficiente.

Se obtuvo una propuesta eco-responsable, de infraestructura urbana verde, proyectos arquitectónicos que se adaptan al cambio climático, aplicando tecnología avanzadas de configuración. Se plantea la adaptación de los sistemas de manera particular al entorno, el monitoreo de la dinámica urbana, el impacto ambiental real y las etapas de mantenimiento y actualización, a través del tiempo, para garantizar su sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Cai, J., & Akbarzadeh, A. (2021). Hierarchical kirigami-inspired graphene and carbon nanotube metamaterials: Tunability of thermo-mechanic properties. *Materials & Design*, 206, 109811. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109811>
- Chaudhary, G., Prasath, S. G., Soucy, E., & Mahadevan, L. (2021). Totiporphic assemblies from neutrally stable units. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(42). <https://doi.org/10.1073/pnas.2107003118>
- Chen, S., Liu, Z., Du, H., Tang, C., Ji, C. Y., Quan, B., ... & Li, J. (2021). Electromechanically reconfigurable optical nano-kirigami. *Nature communications*, 12(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21565-x>

- Ecoinventos (2021a). Wind Turbine Wall. <https://ecoinventos.com/wind-turbine-wall/>
- Ecoinventos (2021b). Nuevo nanogenerador de energía inspirado en el movimiento de las algas. <https://ecoinventos.com/nanogenerador-inspirado-en-movimiento-de-las-algas>
- Ecoosfera (2021). París planea construir una ciudad llena de alimentos orgánicos. <https://ecoosfera.com/medio-ambiente-arquitectura-sostenible-ciudad-jardin>
- Fong, K., et. al. (2019). Phonon heat transfer across a vacuum through quantum fluctuations. *Nature*, 576(7786), 243-247. DOI:10.1038/s41586-019-1800-4
- Gil, I. (2015). La impresión 3D y sus alcances en la arquitectura.
- Interesting Engineering (2021). Self-Sustainable Floating 'Continent' Cleans Ocean Waste. <https://interestingengineering.com/self-sustainable-floating-continent-cleans-ocean-waste>
- IRENA (2021). Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA). Recuperado a partir de <https://www.irena.org/>
- Li, S., Miao, P., Zhang, Y., Wu, J., Zhang, B., Du, Y., ... & Xu, P. (2021). Recent advances in plasmonic nanostructures for enhanced photocatalysis and electrocatalysis. *Advanced Materials*, 33(6), 2000086. <https://doi.org/10.1002/adma.202000086>
- Liu, X., Han, Y., Ji, C., Chen, S., Liu, J., Feng, S., & Li, J. (2021). Reconfigurable plasmonic nanoslits and tuneable Pancharatnam-Berry geometric phase based on electromechanical nano-kirigami. *Optical Materials Express*, 11(10), 3381-3391. <https://doi.org/10.1364/OME.438996>
- Medina, S. (2021). Arquitectura del futuro. Las construcciones con impresora 3D.
- Sandoval-Ruiz, C. (2022). Wind Turbine with Configurable Feedback Scheme for Minimal Environmental Impact and Maximum Efficiency. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 26(113).
- Sandoval-Ruiz, C. (2021a). Laboratorio de Energías Renovables y Aplicaciones Ambientales. *Revista Ciencia e Ingeniería*. Vol, 42(2).
- Sandoval-Ruiz, C (2021b). LFSR Optimization Model based on the Adaptive Coefficients method for ERNC Reconfigurable Systems. *Ingeniare*, 29(4), pp. 743-766. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000400743>
- Sandoval-Ruiz, C. (2021c). Fractal Mathematical over Extended Finite Fields $F_p[x]/(f(x))$. *Proyecciones Journal of Mathematics*, Vol. 40(3), 731-742. doi.org/10.22199/isnn.0717-6279-4322.
- Sandoval-Ruiz, C. (2021d). Smart systems for the protection of ecosystems, flora and fauna. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 25(110), 138-154. DOI: 10.47460/uct.v25i110.486
- Sandoval-Ruiz, C. (2020a). Tecnología R-IEDs para ERNC, teletrabajo y mitigación de impacto ambiental. *Industrial data*, 23(2), 151-167. <https://doi.org/10.15381/idata.v23i2.18633>
- Sandoval-Ruiz, C. (2020b). Arreglo Inteligente de Concentración Solar FV para MPPT usando Tecnología FPGA. *Rev. Técn. Ing. Universidad del Zulia*. 43 (3), 122-133. <https://doi.org/10.22209/rt.v43n3a02>
- Sandoval-Ruiz, C. (2020c). Arreglos fotovoltaicos inteligentes con modelo LFSR-reconfigurable. *Revista Ingeniería*, 30(2), 32-61. DOI 10.15517/RI.V30I2.39484
- Sandoval-Ruiz, C. (2020d). Proyecto Cometa Solar-CS para Optimización de Sistemas Fotovoltaicos. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(100), 74-87. <http://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/307>
- Sandoval-Ruiz, C. (2020e). LFSR-Fractal ANN Model applied in R-IEDs for Smart Energy. *IEEE Latin America Transactions*, 18(04), 677-686. <https://doi.org/10.1109/TLA.2020.9082210>
- Sandoval Ruiz, C. (2020f). Arquitectura fractal reconfigurable - AFR basada en tecnologías sostenibles. *Perspectiva*, 2(16), 54-71. Recuperado a partir de <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/view/35486>
- Sandoval-Ruiz, C. E. (2019a). Plataforma de Investigación de Redes Eléctricas Reconfigurables de Energías Renovables aplicando Modelos LFSR. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 23(95), 103-115.
- Sandoval-Ruiz, C. (2019b). Modelo VHDL de Control Neuronal sobre tecnología FPGA orientado a Aplicaciones Sostenibles. *Ingeniare. R. chilena de ingeniería*, 27(3), 383-395.

Sandoval-Ruíz, C. (2018a). Arquitectura Reconfigurable y Redes Inteligentes aplicadas al Diseño Sostenible en Smart City. *Perspectiva*, 7(12), 1–19.

Sandoval, C. (2018b). Diseño Arquitectónico Inteligente Aplicando Conceptos de Urbótica y Sostenibilidad. *Perspectiva*, 6(11), 18-29. Recuperado a partir de <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/view/33033>

Sandoval-Ruiz, C. (2016). Plataforma Reconfigurable de Investigación aplicada a Movilidad Sostenible. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 20(78), 35–41. Retrieved from <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/view/748/601>

Sandoval-Ruiz, C. (2015). Sistema Eco-Adaptativo integrado en elementos arquitectónicos con tecnología sostenible. *Perspectiva*, 4(8), 96–109. Recuperado a partir de <https://issuu.com/recperspectiva/docs/rec8/96>

Torres E. et. al. (2021). Construcción y Estructuras Especiales. Recuperado a partir de https://issuu.com/75138200/docs/toroide_-_estructuras

Wind Europe (2020). Accelerating Wind Turbine Blade Circularity. <https://windeurope.org>

Zhang, X., Medina, L., Cai, H., Aksyuk, V., Espinosa, H. D., & Lopez, D. (2021). Kirigami Engineering—Nanoscale Structures Exhibiting a Range of Controllable 3D Configurations. *Advanced Materials*, 33(5), 2005275. <https://doi.org/10.1002/adma.202005275>