



Cecilia Sandoval-Ruiz

Ingeniero Electricista en 2002 egresada de la Universidad de Carabobo, 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.



RESTAURACIÓN POR ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA PROYECTIVA DEFINIDA POR SOFTWARE MEDIANTE PATRONES DE DIFRACCIÓN

RESUMEN

La investigación considera la incorporación de patrones de interferencia para la producción de espacios sostenibles. El objetivo consiste en definir filtros ópticos para la restauración de la envolvente arquitectónica, mediante rejillas de difracción solapadas y la dinámica ondulatoria de la luz, tanto en fachadas como en superficies, con énfasis en optimización energética. El método abordado cuenta con el estudio de los principios ópticos, potencial y caracterización territorial del espacio, mediante la recolección de datos de radiación solar en una zona objeto de estudio y el análisis de identidad territorial. Se obtiene como resultado un modelo con descriptores de contorno para definir la producción de estos espacios tridimensionales en el diseño de la iluminación, los perfiles de la ciudad y una vista superior, con un atractivo turístico en el que se integra el valor estético y funcional de los espacios. Esto permite concluir que un complejo arquitectónico debe contar con aristas de desarrollo en los que se integran diversos campos multidimensionales para obtener un producto de valor, innovando con el concepto de arquitectura definida por software para la optimización del hábitat.

Palabras clave: arquitectura definida por software, patrones de interferencia, rejillas ópticas, geometría proyectiva, configuración de ondas en VHDL.

Restoration by software-defined projective architectural envelope using diffraction patterns

ABSTRACT

This research considers the incorporation of interference patterns to produce sustainable spaces. The goal is to define optical filters for the restoration of the architectural envelope through overlapping grids and the wave dynamics of light, both on facades and on upper surfaces with emphasis on photovoltaic optimization. The addressed method considers the study of optical principles, energy potential and territorial characterization of space, through the collection of solar radiation data in an area under study and the analysis of territorial identity. The result is a model with contour descriptors to define the production of these three-dimensional spaces in the lighting design, the profiles of the city and a top view with a tourist attraction in which the aesthetic and functional value of the city. This allows us to conclude that an architectural complex must have development edges in which various multidimensional fields are integrated to obtain a valuable product, innovating with the concept of software-defined architecture for habitat optimization.

Keywords: architecture defined by software, interference patterns, optical grids, projective geometry, waveform shaping in VHDL.

Restauración mediante involucro arquitectónico proyectivo definido por software utilizando modelos de difracción

RIASSUNTO

La investigación considera la incorporación de modelos de interferencia para la producción de espacios sostenibles. El objetivo es definir los filtros ópticos para el restauración del involucro arquitectónico a través de la superposición de retículos de difracción y la dinámica ondulatoria de la luz, tanto en las fachadas como en las superficies, con especial atención a la optimización energética. El método seguido prevé el estudio de los principios ópticos, de las potencialidades y de la caracterización territorial del espacio, mediante la recolección de datos de radiación solar en un área objeto de estudio y el análisis de la identidad territorial. El resultado es un modelo con descriptores de contorno para definir la producción de estos espacios tridimensionales en el diseño de iluminación, los perfiles de la ciudad y una vista desde lo alto, con una atracción turística en la que el valor estético y funcional de los espacios. Esto permite concluir que un complejo arquitectónico debe tener bordes de desarrollo en los que diversos ámbitos multidimensionales se integran para obtener un producto de calidad, innovando con el concepto de arquitectura definida por software para la optimización del hábitat.

Parole chiave: arquitectura definida por software, esquemas de interferencia, retículos ópticos, geometría proyectiva, configuración de la forma de onda en VHDL.

INTRODUCCIÓN

El diseño del espacio debe estar orientado a los requerimientos de sus habitantes, teniendo como criterio la integración de áreas de protección para todas las especies que hacen vida en el territorio, mascotas y fauna nativa, por lo que un complejo arquitectónico no está desvinculado del diseño del paisaje, siendo este el hábitat de la flora y fauna, que dicta la identidad de la región. Por otra parte, es esencial migrar a un modelo circular, para reaprovechar la infraestructura, restaurar los espacios de parques industriales, mediante programas de actualización, hacia una matriz de desarrollo con energías renovables. Es allí donde el arquitecto tiene un rol en la

replanificación de la ciudad sostenible, con compromiso ambiental.

Dado que la arquitectura puede ser interpretada como la configuración de patrones de ondas, se plantea el análisis de interacción entre las estructuras y energía: la luz solar incidente y proyectada, el flujo eólico, acústica, espectro electromagnético, energía undimétrica, termodinámica y formaciones naturales de la región. El manejo de la luz¹ como parte del diseño, puede definir los espacios con alta legibilidad del concepto “naturaleza”, creando tejidos ópticos que enriquecen la trama paisajística, minimizan el uso de materiales en la envolvente, logrando equilibrio y armonía, como capas superpuestas, que marcan la estructura del diseño urbano, mediante espacios públicos funcionales, creando un hábitat extendido.

Estos elementos aportan innovación en la restauración arquitectónica del territorio, mediante la integración de la funcionalidad al paisaje, la adaptación a las estaciones y el modelo sostenible. Se plantea como un principio de diseño el efecto óptico, dinamizando la obra arquitectónica y reflejando el potencial territorial de observatorios astronómicos, salares y parques fotovoltaicos. Así mismo, la intervención de la ciudad, en el diseño de entornos sostenibles debe orientarse a espacios públicos seguros para mascotas y protección de la fauna, como eje del desarrollo urbanístico, para generar conectividad ecológica en el hábitat (Lameda, 2024), la reincorporación de estructuras patrimoniales, el uso de materiales locales, en el modelo de reconversión de infraestructura.

En tal sentido, se estudian un conjunto de obras

¹ El diseño arquitectónico que incorpora la luz como elemento fundamental, crea perspectivas visuales y permite un control de la temperatura y el flujo de aire dentro del edificio (ventilación cruzada). Así, los componentes de luz proyectados por la interacción con los elementos aportan profundidad, enfatizando la forma y la estructura. La orientación, ángulos de alineación y longitud de onda, resultan clave en el diseño sostenible, creando una percepción dinámica del espacio, según la trayectoria solar, lo que permite maximizar el aprovechamiento de la luz. La aplicación de parasoles y rompevientos: celosías, persianas y pérgolas proyectivas pueden permitir mejorar la experiencia de los habitantes en espacios públicos, potenciando la conexión con el entorno, a través de estructuras flexibles y filtros ópticos configurables.

arquitectónicas que comprenden la incorporación de revestimiento reflectante, construcciones espejos en edificaciones emblemáticas, para crear un complejo arquitectónico integrado con el paisaje, minimizando la intervención e impacto visual. Así las superficies reflectantes logran reproducir imágenes selectivas del paisaje y su patrimonio, con proyección holográfica de símbolos patrimoniales en un intento de acercar a la ciudad con la identidad de su entorno. Bajo esta perspectiva, “el espejo funciona como un dispositivo conceptual y teórico, a pesar de su simplicidad material y física que lo articula dentro del mundo real y permite comunicar permanentemente nuevas realidades” (Rivera, & Hernández, 2019), a través de principios ópticos aplicables en el diseño urbano y arquitectónico.

Planteamiento de técnicas arquitectónicas de restauración del hábitat

El caso de ciudades adaptadas al entorno, el diseño de estructuras flotantes y plataformas costa afuera para la captación de energía undimotriz, pueden ser orientadas como extensiones de los espacios urbanos, diseñadas con el propósito de establecer una barrera de protección de los farallones, formaciones geológicas propias de la zona y fomentar los ecosistemas de fauna marina en las inmediaciones de las ciudades, con sentido de responsabilidad ambiental.

Por otra parte, las estructuras de concentración solar pueden ser sustituidas por superficies intangibles, desarrolladas por la superposición dinámica de los delimitadores abstractos del espacio. De lo anterior, se inicia el estudio de superficies optimizadoras, donde se define una estructura generatriz, que se proyecta sobre una línea de tiempo, definida por una curva directriz de parámetros configurables (Sandoval-Ruiz, 2024). Donde el diseño arquitectónico se desvincula de las limitaciones de una estructura estática, para moldearse en función de las condiciones climáticas de la zona, aplicando geometría proyectiva, mediante configuración del modelo envolvente en lenguaje descriptor VHDL, donde los perfiles se forman por proyección de ondas.

Estos conceptos pueden soportar desde el diseño arquitectónico de iluminación controlada por patrones de interferencia ópticos para el desarrollo del hábitat, hasta urbanismos dinámicos, con un núcleo centralizado en la

producción del espacio territorial, definido por una composición espectral de filtros, para el manejo de la luz solar. Esta idea se presenta como la proyección de una pantalla o rejilla móvil, para definir la dinámica arquitectónica, que permitan la localización de focos, con seguimiento solar.

Este conjunto de envolventes aportaría eficiencia energética, seguridad, bienestar, calidad de vida y restauración de condiciones del ecosistema, a través de nuevas tecnologías en busca de una ciudad inteligente, con una óptima distribución de espacios. De esta forma, la envolvente pasa a un elemento dinámico, donde la tecnología se ha integrado en el diseño inteligente de la ciudad y ésta es capaz de responder a las necesidades de sus habitantes, enmarcado en el concepto de urbótica.

A partir de estos principios se plantea el diseño de un modelo urbanístico en equilibrio con el entorno, la conformación de entre tramados espaciales, respetando su óptimo desenvolvimiento. De esta manera, el criterio de diseño debe analizar el impacto ambiental y la posibilidad de ajustes de acuerdo con las condiciones climáticas, considerados en la etapa de diseño, implementación y funcionamiento del proyecto arquitectónico con capacidad adaptativa. Por otra parte, se deben establecer criterios en la distribución del espacio, eficiencia energética, así como las tecnologías que resultan menos invasivas sobre estos ambientes.

En este sentido, se estudian diseños con elementos corredizos, a través de rieles para composición de los patrones ópticos, techos plegables, elementos arquitectónicos configurables, con orientación adaptativa, balcones plegables (ventanas expansibles), entre otros elementos que pueden ser diseñados con inteligencia artificial. Todo esto busca la concientización en responsabilidad ambiental, enfocado en el proceso de formación de los profesionales del área, en busca de integrar el manejo eficiente de recursos, con aplicaciones integradas al ambiente: huertas urbanas, servicios para animales que habitan en espacios comunes de las ciudades, armonizando los elementos.

Actualmente la arquitectura debe ser reinterpretada, a partir del principio de la restauración de los elementos y recursos renovables que interactúan con la obra, tal como ocurre en la naturaleza. Resulta pertinente definir una teoría de superficies envolventes por difracción de ondas, donde el usuario pueda proyectar un espacio saludable, definir la integración de las vistas, restaurar el

entorno y recrear una composición abstracta. En este aspecto es importante la función de los centros de interpretación en la revalorización y concientización, difundir el conocimiento para que los espacios sean respetados e integrados en la identidad del proyecto, en obras arquitectónicas, paisajismo y hábitat, en un ambiente colaborativo de recirculación de energía, mediante generadores de vórtices sobre curvas cíclicas.

Estos nuevos conceptos permiten integrar la producción en una matriz energética, que define el hábitat residencial con aspectos de integración, siendo parte de la composición de patrones, definidos por tramas de interferencia óptica, dotando a la ciudad de una identidad (Egea & Nieto, 2022), que permite reeducar en valores de bienestar social integral. La intervención inmaterial de los espacios urbanos, viene a rescatar el potencial territorial, mediante elementos abstractos de comunicación, referidos como tramas de filtrado, efecto de envolvente gaussiana, tejidos ópticos, atenuadores de ruido arquitectónico, compensadores simétricos, pantallas fotocromáticas de protección UV-IR², paisajes reflejados en vistas integrales, líneas proyectadas sobre obras patrimoniales de puesta en valor del conjunto, modelización de fenómenos para su óptima integración al complejo urbanístico.

Así surge el dibujo fotónico del espacio escénico, su hábitat y su cultura, como técnica de restauración, valorizando el potencial y atenuando el ruido, que contrasta con la identidad del proyecto, aplicando filtros y entre mallando líneas de luz que permitan conectar los espacios, se maneja la iluminación como recurso estético, los patrones de sombras proyectadas como perfiles arquitectónicos inmateriales que dan textura a la obra, protección de la radiación solar e iluminación en un contexto dinámico. En este punto, la arquitectura se extrapola a la memoria estructural de los materiales e interacción de fuerzas y ondas.

² Los riesgos a la exposición solar directa y los índices de radiación ultravioleta UVB 280-320 nm, por factores de la zona y espesor atmosférico (Explorador Solar, 2024) requieren ser considerados en el diseño de los espacios públicos. Lo que hace necesario un proyecto de restauración del hábitat de la ciudad sobre modelo circular, soportado en la aplicación arquitectónica de principios ópticos y geometría proyectiva, así como la planeación de un modelo basado en energías limpias.

Por otra parte, el compromiso social y urbanístico que enfrentan las zonas de desarrollo debido a la transición energética (Codemo et al., 2023) presenta un desafío en el aprovechamiento del impacto visual de los parques fotovoltaicos, a favor de los escenarios territoriales (Chia-brando et al., 2011) y desde el punto de vista de la sostenibilidad territorial (Ruíz et al., 2020), en la adaptabilidad al nuevo modelo energético. Otras iniciativas (Singular Green, 2023) plantean jardines flotantes mediante toldos vegetales para instalar entre edificaciones, regulando la temperatura, reduciendo la contaminación por ondas³ y promoviendo la biodiversidad urbana. Al mismo tiempo, se requiere desarrollar una teoría de armonización de los espacios, donde es fundamental la observación del paisaje, flora y fauna nativa, para conceptualizar la envolvente arquitectónica de filtrado, que permitan recrear fotografías móviles, en una composición de rejillas de doble capa, en el diseño del cerco perimetral de integración del complejo arquitectónico, aplicando tecnología biomimética.

Este planteamiento se basa en un cambio de paradigma en la sectorización rígida de los espacios en las áreas urbanas, marcada por una infraestructura cimentada, de elementos constructivos pesados, lo que representa una limitante en la adaptación a nuevos modelos más ecológicos, se propone así la sustitución por elementos móviles funcionales, altamente eficientes en la gestión de recursos naturales, compactos y ultraligeros por temas de autonomía y compatibles con la extensión de los espacios.

Estas consideraciones en la planificación territorial adaptadas a paisajes de energías renovables se introducen en el análisis de (Barral et al., 2019), “las instalaciones de energía renovable son grandes proyectos en suelos no urbanizados por lo que provocan un cambio en la relación de la población con el paisaje”, el rol de la arquitectura es

³ Igualmente, necesario contrarrestar la contaminación acústica del entorno industrial que deterioran la calidad de vida de sus habitantes, lo cual puede ser solventado mediante tecnología de cámaras anecoicas para el filtrado de ondas acústicas en la envolvente arquitectónica. Así, una arquitectura eco-integrativa, busca crear elementos dinámicos en un hábitat diseñado para el bienestar general, a través de una intervención de los espacios públicos que resulte compatible con un hilo conductor de la identidad del territorio y a la vez permita remediar los factores de contaminación (por material particulado de la industria, acústica, lumínica, visual, etc.) que están presentes.

lograr que dicha relación sea positiva.

El concepto de obras arquitectónicas no invasivas, con el espacio visual del entorno, se encuentra presente en proyectos encapsulados para no contrastar con los ecosistemas de la zona, manteniendo la neutralidad del paisaje y valorizando las formaciones geológicas del entorno, tal es el caso del Maraya Concert Hall, desarrollado en Al Ula, Arabia Saudita. América latina cuenta con espacios naturales únicos, siendo fundamental restablecer las vistas desde distintos focos y reconstruir la perspectiva intervenida por las edificaciones, es así como las ciudades pueden ser apantalladas por superficies funcionales, que permitan colocar en valor los paisajes, patrimonios y fenómenos propios de la región.

Por otra parte, en Noruega se presenta el proyecto de direccionamiento de luz solar a un punto específico de un pueblo rodeado por montañas Rjukan. En este sentido, el diseño de superficies reflectante en puntos estratégicos permitiría la reorientación selectiva de radiación solar, para proteger las ciudades y optimizar el desempeño de parques solares, favoreciendo así el desarrollo sostenible.

El concepto debe estar enmarcado en la identidad de las ciudades, donde los diseños particulares con hardware de baja densidad cumplan los lineamientos de sostenibilidad, adicionando dispositivos automatizados (electrónicos) para control activo de flujo y configuración de ondas, tales como estructuras proyectadas de luz (hologramas), tramas de luz natural, a través de acristalamientos geométricos, fuentes controladas de agua, configuración de fachadas cinéticas.

La auto organización de módulos móviles puede contribuir favorablemente a la dinámica de la ciudad, siempre que se desarrolle un hilo conductor de diseño, respetando criterios de sostenibilidad y protección ambiental. Más aún recrear el concepto de diseño urbano, en una teoría de espacios dinámicos y arquitectura proyectiva, integrando de forma coherente estructuras de luz y efectos visuales, que permitan enriquecer la composición paisajística, en espacios adaptados y con capacidad de reconfiguración, para su actualización cero residuos y regeneración cíclica.

En este punto es válido preguntar, si puede un esquema arquitectónico delinear la dinámica de desarrollo de la ciudad, con base a una estructura de optimización

del espacio. Dicho en otras palabras, el planteamiento está orientado a marcar las directrices en la organización de los espacios, demarcando áreas de concentración solar y áreas protegidas, con el objetivo de alcanzar un equilibrio que resulte armonioso tanto para el ambiente como para el paisajismo, dentro del concepto de la ciudad sostenible, de la mano con sus potencialidades y recursos locales.

Hoy en día que las ciudades son valoradas por su fotografía, siendo importante la restauración de sus vistas, mediante el diseño del viewpoint, a través de complejos arquitectónicos de energías renovables y lagunas artificiales de efecto espejo, diseñadas como eje de desarrollo. El principio propuesto es la mínima intervención de espacios, a través del concepto soft-arquitectura, dando flexibilidad al perfil de la ciudad, el cual se puede adaptar a los requerimientos cambiantes, reposicionar los captadores de energía solar, las portadas, accesos de luz natural, con modelos que resulten ser un atractivo inmersivo para el turismo urbano, aprovechando la infraestructura de las rutas de conectividad disponibles. De esta manera, se plantea mejorar la percepción de sus habitantes, creando espacios de remediación ambiental.

Un lugar eco-integral⁴, espejos de agua en las intermediaciones de referentes arquitectónicos y parques escénicos. De esta forma, nutrir la ciudad, a través de la modernización, ampliación del espacio y promoción del turismo. A todo esto, el objetivo es revalorizar la infraestructura disponible, un levantamiento de potencial y elementos arquitectónicos disponibles, que puedan ser sintonizados con un concepto envolvente. El plan principal no se basa en reconstruir o reemplazar, sino recuperar y adaptar.

Los sistemas de proyección de luz estructurada y patrones de Moiré (Parra et al., 2023) aplicados a la arqui-

⁴ *Los asentamientos en zonas de alto potencial energético pueden ser rediseñados, mediante una superficie inteligente reconfigurable: termodinámica –recuperación de calor ambiental y residual–, solar –fotovoltaica– (Zalamea-León et al., 2024), fluidodinámica –eólica o undimotriz–; desarrollando una envolvente arquitectónica como mecanismo de eficiencia energética, compatible al potencial local, así mismo cumpliendo con los criterios de responsabilidad en la mitigación de impacto ambiental, aplicando principios físicos y geométricos, para restauración del equilibrio del ecosistema.*

itectura es una herramienta innovadora, que presenta un nuevo método de abordar diseños con menos materiales y mayor eficiencia. En medio de los actuales retos que se le presenta a la arquitectura, para desarrollar los espacios en las ciudades futuristas como The Line (Paszowska, et al., 2021, Al-Sayed et al., 2022), y considerándola una profesión de servicio social, es importante repensar cómo concibe el arquitecto, actualmente, el espacio, el urbanismo o el territorio. Aparece así la significación del espacio, donde el gran desafío del arquitecto es construir espacios con apropiación de los recursos locales, en la medida en que se articula al conjunto de la sociedad. Así (Díaz, 2023) plantea un rol participativo clave en la sociedad y de hacer ciudad a través del recurso intelectual que produce: los arquitectos. Específicamente, se expone una aproximación hermenéutica de la obra “La producción de espacio”.

Por otra parte, Pinto (2022) plantea que “la planificación de las ciudades se ha convertido en un enfrentamiento entre posturas que históricamente han trabajado aisladas: la conservación y la utopía, correspondencia a un todo, la ciudad vista como un collage al entrar en un constante diálogo para el equilibrio. La ciudad de hoy debe estar en la capacidad de actuar como espejo y reflejo, auto reconociéndose, entendiendo al pasado como fuente de identidad, para lograr proyectarse a futuro como resultado y amalgama de lo existente y lo expectante, a través de un acto de inteligencia y respeto”.

Con todo esto se fundamenta la hipótesis de integración de elementos arquitectónicos y ondas, para la remediación de espacios mediante patrones de interferencia. Una línea de conexión de los paisajes, a través del flujo de luz solar direccionada sobre elementos reflectantes, que permitan acoplar las infraestructuras, con el entorno. Una metasuperficie periférica de dos capas, que se presente como murales dinámicos, conceptualizados para la región, a fin de reemplazar los materiales sintéticos por luz y vegetación en tapices con flora nativa, para el sustento de polinizadores y de mínimo mantenimiento.

Un aspecto que forma parte de la arquitectura regenerativa radica en la interacción entre los diseños, la biosfera, ciclos dinámicos de traslación, rotación y efectos astrofísicos, para la propuesta de ciudades sostenibles de energías renovables. Además, valorando estos escenarios por su atractivo en turismo científico y la creación de espacios educativos para la concientización, como centros de interpretación de patrimonio cultural y

natural, ubicados en conexión con los espacios. Y en este compromiso se tiene que conservar y proteger la naturaleza: la flora y fauna nativa, con iniciativas como jardines verdes, y arquitectura de bajo impacto ambiental sobre los recursos naturales.

Se plantea un modelo sostenible de desarrollo urbano en que se consideran aspectos artísticos en los elementos arquitectónicos y tecnológicos desde la descripción de hardware reconfigurable con tecnología FPGA, en el desarrollo de los modelos inteligentes que se integran en los espacios, orientados a eficiencia energética y responsabilidad medio ambiental. A la vez de representar una plataforma en tecnologías sostenibles de servicios a la comunidad de forma óptima, soporte para el estudio y generación de los modelos sobre ecuaciones descriptivas. Los fenómenos naturales dados por la ubicación geográfica pueden representar un modelador de desarrollo urbano, siempre que se estudien las ventajas y se revalorice sus características propias para desarrollar un eje de desarrollo y atractivo turístico.

En (Solano et al., 2024) se plantean múltiples perspectivas de interpretación del espacio público. Se plantea construir un entorno colaborativo, como centro de interpretación para la revalorización, donde la envolvente proyectiva establece conexiones para recuperación de espacios de la fauna, protección de glaciares y áreas forestales. Así mismo, incorporando gemelos digitales en actualización de la infraestructura, en el marco de la promoción de valores del modelo circular. La propuesta desarrollada busca colocar a la arquitectura como afluente para lograr una composición sobre el paisajismo nativo, priorizando el bienestar y equilibrio dinámico.

En Calderón (2023) se enuncian teorías y prácticas sociales para la transición verde en áreas de extrema crisis hídrica, considerando un modelo alternativo, ante los desafíos ambientales y sociales. En este sentido, esta investigación propone una remediación sobre la distribución urbana, lagunas de desalinización solar programadas en sectores estratégicos del complejo arquitectónico, sustituyendo los materiales asociados en la implementación de bóvedas geodésicas (Ecoinvento, 2024), por un proyector-colector móvil, sobre el estudio de planimetría de la ciudad, a fin de redibujar la vista aérea, a través de una capa inmaterial de apantallamiento solar. Así, para fundamentar la teoría de restauración mediante una envolvente arquitectónica, se plantea la configuración geométrica de un arreglo de filtros configurables, en ran-

gos de longitud de onda y trayectoria cíclica, definiendo una superficie reglada sobre óvalo de Cassini, orientada a flujo de energía regenerativa.

$$r^2 = \sqrt{b^4 - a^4 \operatorname{sen}^2(2\theta)} + a^2 \cos(2\theta)$$

METODOLOGÍA

En el caso de obras arquitectónicas inconclusas o deterioradas, pueden ser restauradas mediante tejidos flexibles, arreglos de geometría desplegable o proyecciones de ondas de luz (Sandoval-Ruiz, 2023), como prolongación de elementos arquitectónicos de estructura holográfica, sobre las bases de los elementos arquitectónicos originales, pero en el caso de las formaciones naturales el concepto debe ser orientado a la regeneración. Por lo que en primer lugar se plantea el estudio y reconocimiento de potencialidades, para diseñar la regeneración proyectada mediante flujo energético dinámico.

Etapa I. Identidad territorial y diseño conceptual de la envolvente con identidad en el territorio.

Seguidamente, se diseña un concepto de optimización del espacio urbano, a través de la selección de un patrón de Moiré y un área de cobertura, con énfasis en elementos funcionales. Así se presenta un área protegida y un área segmentada para aplicaciones solares. En este aspecto se selecciona como eje conceptual: monumento natural, espacio turístico, potencial energético y área de protección de especies, siendo las reservas ecológicas y la restauración de hábitat parte del compromiso arquitectónico.

Etapa II. Caracterización de potencial de energías renovables, mediante explorador Solar.

La planificación parte del estudio de potencial de energías renovables en las regiones, levantamiento de información e infraestructura, registros y reportes de mapas de gradientes, para el análisis de factibilidad: Se realiza una estimación del potencial solar – eólico, y su dinámica sobre modelos, se analizaron las ecuaciones para geometría proyectiva (Sandoval-Ruiz, 2021) para su configuración en VHDL los descriptores de la superficie de optimización, dotando a la envolvente urbana de funcionalidad en el control de temperatura, proyecciones de elementos icónicos en la bóveda arquitectónica de la

ciudad, a través del elemento satelital móvil que refleja elementos arquitectónico, tal como un espejo.

Etapa III. Modelado de trayectoria y parámetros de configuración del filtro óptico.

Seguidamente, se plantea un estudio sobre línea de tiempo (time lapse) de la órbita solar, con el objetivo de establecer el foco para la ubicación de la pantalla de protección móvil (cometa solar), aplicando geometría proyectiva para establecer el campo de proyección sobre la estructura a proteger. Se establece el comportamiento del filtro de polarización para el control de temperatura y componentes espectrales de radiación solar incidente sobre la estructura y el control de flujo activo de viento. Se diseña la intersección de las proyecciones sobre la estructura objetivo, a fin de garantizar las condiciones óptimas de regeneración. Se establece la trayectoria sobre la línea de tiempo como un sólido en revolución, las pantallas son estructuras arquitectónicas móviles que se ajustan a los ciclos diarios y estacionales, que describe la posición de los proyectores, durante los ciclos regenerativos.

RESULTADOS

La caracterización del territorio es el primer paso para definir los criterios del complejo arquitectónico como diseños sostenibles, así se considera como caso de estudio ciudades costeras instauradas en medio del desierto, las cuales presentan entre sus problemáticas la necesidad de agua dulce, siendo la desalinización solar de agua de mar, un elemento de desarrollo, para la configuración del hábitat, mediante tecnología local:

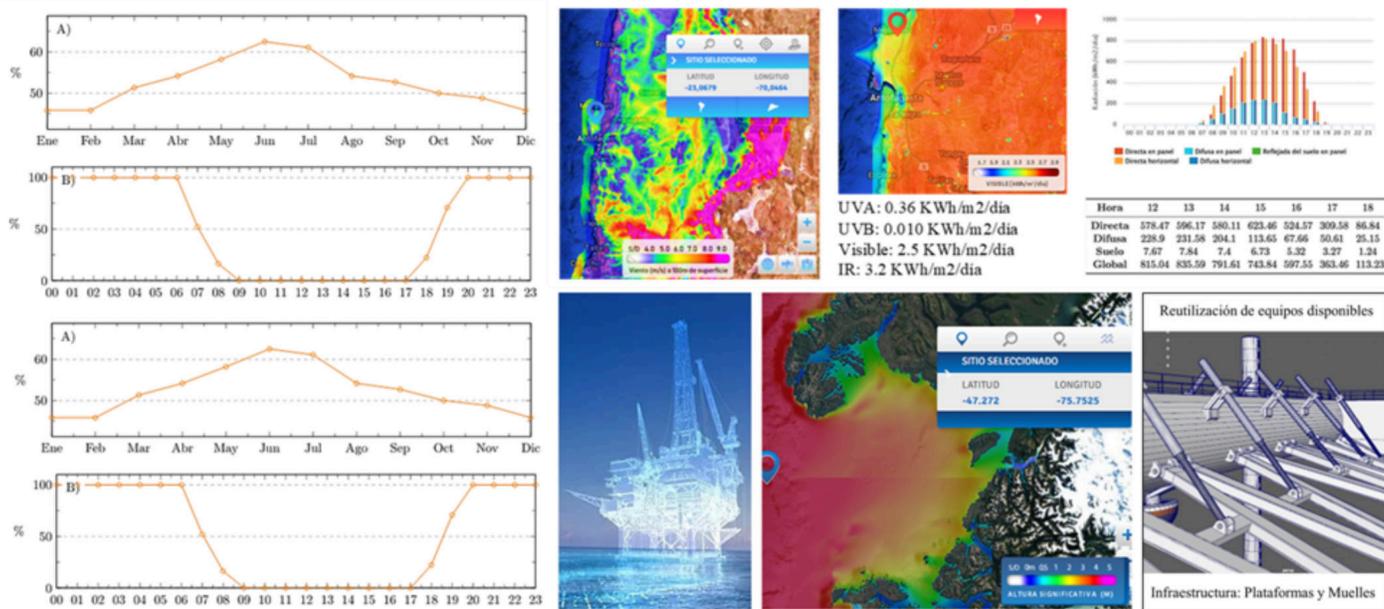
Prolongación de aislamiento, se crea un muelle undimotriz para proteger la costa de las olas incidentes, se genera una laguna, con cámara de agua de soporte de la infraestructura flotante, para aislar la edificación de los movimientos sísmicos, independizar del nivel del mar y crear una superficie espejo, que enriquece el escenario paisajístico, mediante compensación simétrica.

Cometa configurable por campo, un arreglo (al vacío) de patrones del tejido estructural, configurables por campo, formando de microcámaras de aire, que definen las propiedades de resistencia y aislamiento de la superficie envolvente. Apantallamiento por patrones de interferencia para anular componentes de ondas electromagnéticas.

Caso de Estudio: Ciudades costeras con potencial solar: Se pueden crear espacios territoriales productivos, a través del diseño de estructuras de captación de energía con patrones Moiré-Fibonacci, en el concepto arquitectónico (Tabla I).

| Recurso del territorio | Descripción de Planteamientos Eco-arquitectónicos | | | |
|---|--|-----------|--------------|------------------------|
| | Superficie | Distancia | Altitud | Potencial |
| Salares como espejo biomiméticos | 15.620 km ² | 316 km | 2305 m.s.n.m | Superficie reflectante |
| | Parque de concentración solar y planta desalinizadora de agua, mediante heliostatos (<i>soft</i>) compuestos por espejos de agua, diseño de salinas de evaporación de agua de mar, como eje de desarrollo, sin la intervención del salar natural para proteger su ecosistema. Conceptualizando el diseño de espejos configurables, centralizados por una torre de concentración - mirador turístico, aprovechando los relieves naturales que circundan la ciudad y proyecciones en estaciones aéreas (repetidoras de luz) con línea de vista entre zonas de interés. | | | |
| Disponibilidad de agua de mar, que pueden ser una fuente para la minería ecológica de Litio recuperado en residuos salinos del proceso de desalinización de agua. Minerales SiO ₂ , Li, NaNO ₃ , KNO ₃ , que puede ser orientada en el desarrollo de proyectos no invasivos para crear baterías de arena para energías renovables, bajo el concepto arquitectónico de un complejo estacionario que aplique el recurso sin su extracción territorial. | | | | |
| Monumento natural geológico | 70x23x43m | 18 km | 50 m.s.n.m | Turístico / Undimotriz |
| | Un estudio estructural de elementos finitos que permita modelizar el fenómeno de erosión por las olas y el viento sobre la formación, conformada por estructuras de tipo farallón y arco natural. La prolongación de la obra geológica, en una estructura envolvente de forma de andamiaje, con funcionalidad de rompeviento, con elementos arquitectónicos de captación de energía, a fin de recuperar la energía eólica-undimotriz incidente, además de proteger el monumento natural del desgaste erosivo. | | | |
| Muelles, puertos y plataformas industriales <i>off shore</i> que pueden ser revalorizadas para captación de energía de las olas en un complejo undimotriz, siendo eje de desarrollo en el turismo tecnológico de las energías renovables y creando espacios protegidos en las costas de la ciudad. | | | | |
| Radiación Solar | Configurable | - | - | Fotovoltaico/HCS |
| | Reordenamiento de la vista urbana aplicando arreglos flotantes (superficies reflectivas tensadas o fotovoltaica) en capa de vista aérea y filtros de optimización, así se alcanza la restauración de la vista aérea del territorio. Se integran dos principios ópticos en la arquitectura definida por <i>software</i> , filtros con geometría proyectiva a una altura (<i>H</i>) donde se aplican las ecuaciones del modelo de seguimiento solar en un filtro móvil para crear una trama de sombras selectivas y patrones de Moiré en un arreglo de capas flotante (<i>h</i>) de la ciudad. | | | |
| Localidad con más alta incidencia solar, por lo que los criterios de diseño deben estar orientados a la integración de la óptica, tecnología solar, reflexión de la luz solar, fotovoltaica, entre sus elementos de desarrollo. Se plantean arreglos fotovoltaicos tándem (multicapa) implementando capas ópticas para la recuperación de energía solar sostenible. | | | | |
| Géiser Dinámicos | 10 km ² | 399 km | 4000 m.s.n.m | Estructural |
| | Una estructura configurable aplicando principios biomiméticos en el diseño, a través de gemelos digitales, para producir esculturas dinámicas, inspirada en fenómenos naturales. A fin de minimizar materiales e intervención de espacios naturales, promoviendo espacios para el turismo científico, acercando los atractivos al entorno de desarrollo y laboratorios de investigación en arquitectura regenerativa formulada: | | | |
| Disponibilidad de infraestructura para modelar géiseres marinos en cámaras de almacenamiento de aire comprimido, reciclaje de vapor sobrecalentado de plantas industriales y tecnología criogénica para la cristalización de esculturas dinámicas inspiradas en el modelo computacional de las formaciones naturales. | | | | |

Tabla I. Caracterización y valoración de potencialidades



La etapa de levantamiento de información⁵ comprende la aplicación de modelos de potencial (Fig. 1), complementado con termografía IR para el análisis del gradiente térmico en las estructuras.

Se realizó un estudio de potencial teórico de las fuentes de energías renovables, analizando las condiciones de la región, en sitio se requiere la triangulación de datos para establecer los criterios de optimización. De los datos recolectados se logró caracterizar los componentes espectrales de luz solar sobre la zona objeto de estudio y potencial undimotriz, lo que permite definir filtros, basados en polarización de luz para la proyección de estructuras arquitectónicas. En este caso, se seleccionó una combinación de variables, basada en la factibilidad de la propuesta tecnológica. Se estimó el potencial de

Figura 1. Estudio de potencial energético del territorio.
Fuente: Explorador Solar, 2024

irradiancia solar por componentes espectrales, radiación solar directa, difusa y reflejada para direccionamiento óptimo y control de velocidad de flujo incidente, para compensación eólica-undimotriz del esfuerzo mecánico sobre las estructuras.

La caracterización con el modelo del explorador solar (Universidad de Chile, 2024) permite definir la dinámica de la superficie de parasoles y el ángulo de alineación de las pérgolas de la envolvente. Los datos de radiación espectral reportados serán entradas de un combinador lineal para el filtrado espectral –por longitud de onda– y composición óptima de radiación incidente sobre las zonas protegidas y arreglos fotovoltaico, en una primera aproximación. Finalmente, se establece una matriz de análisis, para definir los criterios de optimización y las proporciones de realimentación de energía residual, se incorporan las mediciones de variables físicas, mediante barrido de la zona y se reajustan los coeficientes en relación con la recirculación de energía real en el territorio, para garantizar el mínimo impacto ambiental del sistema de captación de energía.

De manera análoga, se realizó el estudio de energía undimotriz-eólica, para estimar el potencial y considerar la velocidad y altura de las olas que puede ser recuperado, a través de mecanismos de captación de energía ci-

⁵ El estudio permite el cálculo de trayectoria del arreglo de proyectores solares, la cual puede ser expresada en función del área de superficie de cada elemento: según los datos estimados de radiación efectiva de luz visible de 2.5 KWh/m2/día, por lo que para una superficie de la cometa captadora de 3m2 se tendrá 7.5 KWh/día, se realizará la combinación de n elementos por área de cobertura, así como un mecanismo de compensación de cometa recuperadora (0.5393 m2 de superficie), encargado de reflejar la realimentación para el sistema, con un criterio de recuperación de 1.618 de la energía reflejada, considerando las pérdidas de radiación difusa (≈30%) se estimó en 9 KWh/día.

| | | |
|---|--|---|
| <p>Reutilización de equipos e infraestructura en modelo circular, energía undimotriz y expansión del territorio offshore.</p> | <p>La solución enmarcada en el amplio potencial de línea costera y plataformas costa afuera, mediante un modelo genérico del activo, reutilización de hardware y energía, y mínima intervención de espacios.</p> | <p>Reciclaje de infraestructura, grúas, mecanismo pivotante anclado al muelle. Tecnología de luminiscencia estimulada ópticamente, LiDAR, BIM, gemelos digitales, aplicadas para el proyecto.</p> |
|---|--|---|

nética incidente, como una envolvente de andamiaje proyectado de las plataformas costa afuera. Con estos datos se analiza una propuesta de integración de los elementos de captación de energía en equilibrio con el concepto de la ciudad (Tabla II).

Diseño conceptual del modelo de minimización de recursos y materiales constructivos

(a) Síntesis de superficies minerales, mediante diseño biomimético de formaciones naturales, tales como estalactitas (suspendidas desde el techo por decantación de la disolución mineral) y estalagmitas (formaciones aditivas de capas de carbonato de calcio) para crear columnas con iluminación solar. Ferrofluidos y directrices magnéticas para la formación de las estructuras sobre los diseños arquitectónicos modelados por ecuaciones espaciales.

(b) Lightpainting, diseño de estructuras inmateriales desarrolladas con luz, un proyector de luz móvil, con barrido de alta velocidad para recrear las estructuras. La técnica inspirada en fotografía, donde se aplican velocidades de obturación muy lentas, utilizando el aire o superficies como bastidor de proyección y líneas dinámicas de alta velocidad, a fin de desarrollar los perfiles arquitectónicos.

(c) Membranas de grafeno, para captura de CO₂ y autoorganización en el modelado de las estructuras arquitectónicas. El grafeno es uno de los materiales más fuertes conocidos por la ciencia, compuesto por una única capa de átomos de carbono, en una malla hexagonal. También, que es el material más fino conocido por el hombre, cerca de 200 veces más fuerte que el acero, pero 6 veces más ligero. Además, es excelente conductor de calor y electricidad y posee interesantes habilidades de absorción de luz. Se plantea el manejo circular del carbono recuperado del CO₂ para síntesis dinámica de estructuras.

Principios Físicos de Soporte del Concepto

El avance de la tecnología crea la necesidad de nuevas teorías o modelos matemáticos o potenciar los ya existentes. para su aplicabilidad en el mundo archi-

Tabla II. Conceptualización de elementos arquitectónicos proyectivos para plataformas arquitectónicas

tectónico (Reyes, 2021). En esta investigación los filtros de concentración, geometría proyectiva y lentes ópticos son concatenados en la optimización de los espacios y potencialización del territorio, contándose entre sus aplicaciones fotovoltaica flotante, bifacial y tecnología solar. Desde el Teorema de simetría de Noether (González & Michi, 2022), las formas y conservación de la energía, hasta el efecto estroboscópico y filtros ópticos, aplicando un cometa proyectivo, que actúa como un lente flexible, con ángulo de concavidad ajustable, a fin de desarrollar n configuraciones de los paneles fotovoltaicos sobre el plano, al barrido del cometa solar se obtendría una composición óptica por la velocidad de barrido de los registros desplazamiento.

En relación con principios de arquitectura fractal (Sandoval-Ruiz, 2020), la configuración del entre tramado arquitectónico corresponde a los patrones de interferencia óptica de Moiré⁶, que se forma cuando se superponen dos rejillas de líneas (Fig. 2), ya sean líneas rectas o curvas radiales, con cierto ángulo de alineación, así como la configuración de distancia entre las líneas.

Estas formas y ángulos de alineación definen el desplazamiento de los cometas proyectivos, se comportan como una técnica de composición arquitectónica caleidoscópica, es decir, definen la interacción de la proyección de onda en la envolvente superior. Los parámetros de la trayectoria se basan en el estudio de las condiciones climáticas de la zona, la caracterización de

⁶ *Patrones ópticos solapados en un mismo plano, representados por una red de difracción de líneas intercaladas, que filtran las ondas de luz (lente óptica polarizada). El filtro LFSR(n,k) define el ancho de las franjas de bandas pasantes, se desplaza (a una velocidad de barrido) sobre la superficie y se obtienen las configuraciones de vistas dinámicas diseñadas.*

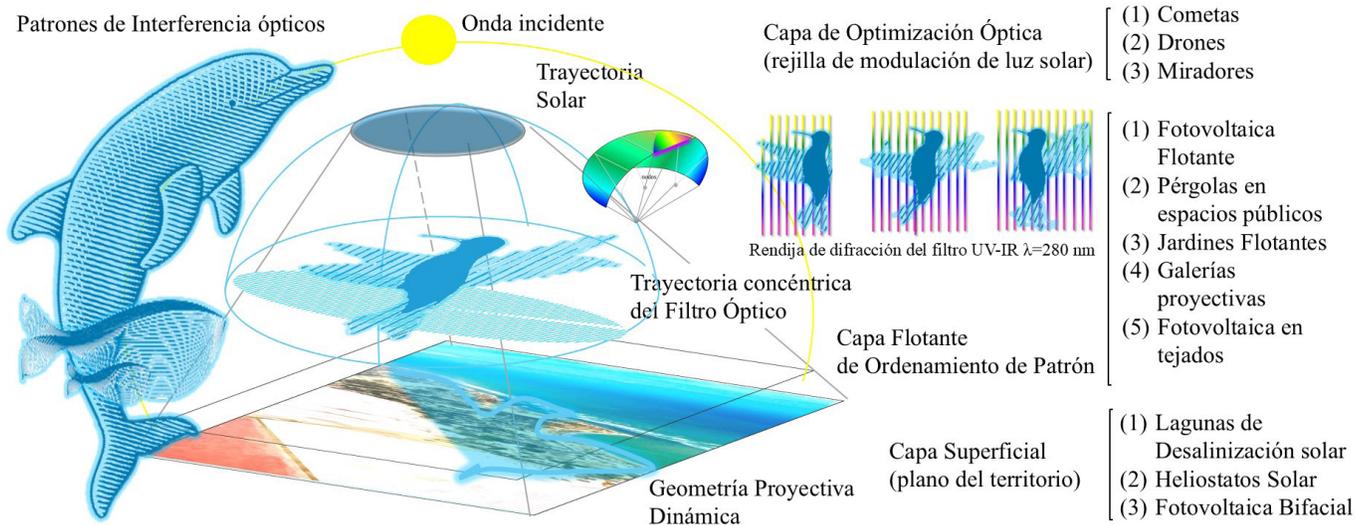


Figura 2. Patrones de Moiré y filtro óptico de luz solar. **Fuente:** elaboración propia, 2024

las regiones, incluso la dinámica de desarrollo laboral en la reconversión de la matriz energética, que pueden ser integradas como datos en la toma de decisiones del rediseño urbanístico, así mismo la producción de espacios adaptados a la identidad territorial, donde cobra especial valor la restauración de fachadas y vistas superiores, mediante direccionamiento óptico, a fin de optimizar los patrones de interferencia y la envolvente arquitectónica.

Todo esto bajo criterios de compromiso socio ambiental en la restauración de las ciudades, en un contexto armónico, con técnicas de ventilación cruzada, filtrado de aire por pantallas ambientales y métodos de remediación por la intervención de espacios públicos, que integren las edificaciones a un modelo arquitectónico de desarrollo sostenible. En la que la geometría proyectiva centrándose más en desarrollos analíticos de tipo matemático (González & Martín, 2023) resultan una herramienta de descripción de la arquitectura. Desde la restauración de una obra, la culminación de un proyecto arquitectónico inconcluso, la comunicación a través de una ruta escénica, la narrativa de una historia paisajística que se escribe en los planos de un diseño, remontado sobre pasarelas y que se forma desde el andamiaje, se reviste de columnas y se comunica a través de pasillos, galerías, ventanales, rosetones de luz, claraboyas, y toda clase de elementos que permiten conectar los espacios interiores con el entorno infinito, interpretadas como elementos ondulatorios, dando forma a un perfil urbanístico de la región.

El criterio del concepto es la mínima intervención de los espacios protegidos, armonizando el potencial re-

gional con el diseño estético de la ciudad, para responder a este compromiso se plantean iniciativas bidireccionales, que constituyen la instalación de envolventes de ondas proyectivas y elementos holográficos (Fig. 3), como elementos virtuales: glorietas, columnas, arcos; y la envolvente dinámica, para la optimización energética, mediante la configuración de patrones de interferencia de las ondas, respecto a los focos del óvalo descrito como metasuperficie arquitectónica, que permitan crear espacios arquitectónicos sostenibles. Todo esto con la finalidad de regenerar los espacios públicos, obras arquitectónicas proyectadas, promover la conservación, valorización de la identidad local y patrimonio inmaterial y natural.

Se desarrolló la ecuación descriptiva (1) para VHDL, correspondiente a un filtro de convolución LFSR(n,k), entre el patrón de Moiré –definido por coeficientes ópticos, parámetros geométricos de la envolvente– y las ondas incidentes $x^i(t)$ y reflejadas $\psi^j(r, t) = \psi_0(r, t)e^{i\psi(r, t)}$ y reflejadas .

Los coeficientes del filtro corresponden con la

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot x^i(t) + \frac{1}{\Phi} \cdot x^i(t-1) \pm \text{LFSR}(n, k) \frac{\partial^2 \psi^j(r, t)}{\partial r, t}$$

longitud de onda λ_i y la distancia de separación entre las barras, se destaca la relación de onda realimentación 1.618, el registro de $x(t-1)$ como memoria óptica y la interacción entre elementos, respecto al radio r del filtro en la bóveda de trayectoria cíclica⁷.

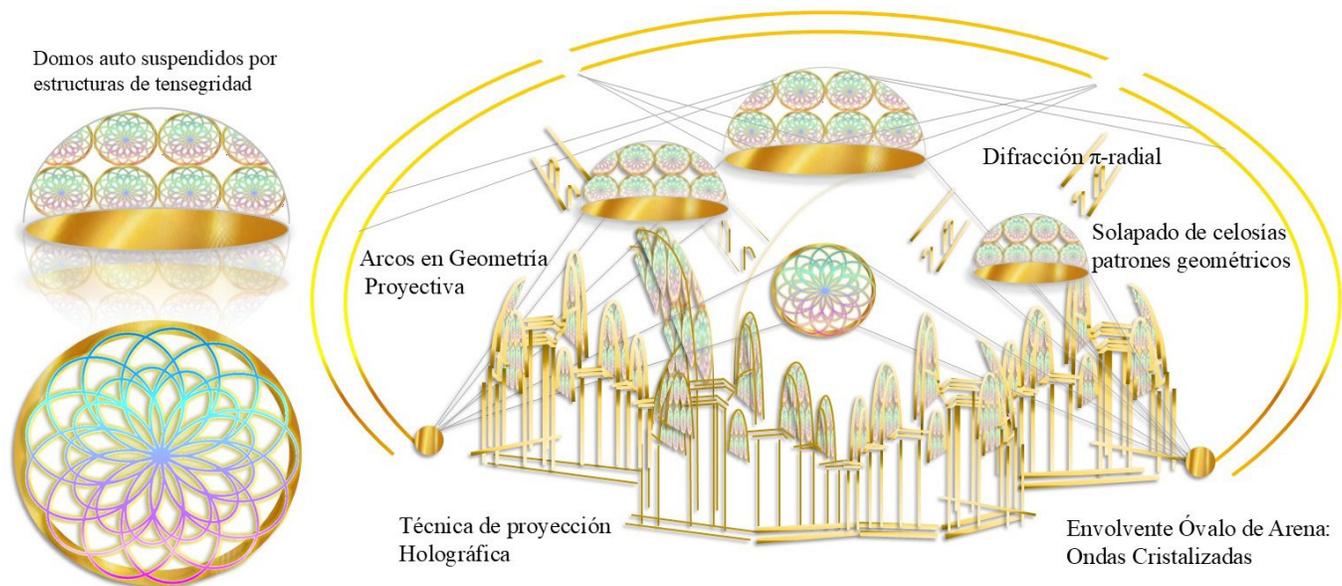


Figura 3. Geometría óptica para la composición arquitectónica. **Fuente:** elaboración propia, 2024

La apología de la luz fractal en el contexto arquitectónico define un enfoque en la percepción del espacio y la eficiencia energética en la arquitectura, con el innovador aporte de principios ópticos, como la lente envolvente en ciudades, es un factor integrador en la distribución de los parques solares con la dinámica territorial y la restauración del equilibrio de las condiciones ambientales. De esta manera, la combinación de geometría proyectiva,

sobre modelado matemático de tejidos de ondas (Sandoval-Ruiz, 2024).

El estudio de patrones de radiación permite el diseño a la medida, considerando sombras topográficas e interacción entre los elementos, donde la geometría proyectiva, aporta una ampliación del alcance de cobertura de la obra –incorporando la altura–, como recurso en la descripción de una envolvente dinámica tridimensional. Los patrones radiales (Sandoval-Ruiz, 2024) resultan una distribución eficiente, en el redireccionamiento de componentes del espectro de luz solar hacia parques fotovoltaicos, heliostatos concentradores y lagunas de desalinización, logrando mejorar la simbiosis entre ciudad, desarrollo urbano e infraestructura solar. Se ha propuesto la integración de lentes ópticos reconfigurables, para la proyección de estructuras, mediante alineación de ejes isométricos, con el objetivo de crear un tramado discontinuo, en el espacio público y minimizar el impacto visual en el escenario natural. El aporte de esta investigación viene dado por un enfoque novedoso, en el que se parte de la idea de los patrones de Moiré, que incorporan dinamismo a la perspectiva óptica, para restaurar fachadas de obras patrimoniales. Se aplica a patrones de interferencia para direccionamiento y filtrado por longitud de onda de componentes UV-IR, a fin de proteger espacios públicos de las ciudades, glaciares y áreas forestales.

⁷ En el caso de moduladores de luz solar dinámicos, se considera el diseño de un filtro óptico de polarización configurable y los patrones ópticos se construyen mediante ecuaciones de curvas cíclicas, así se establece la relación geométrica entre los focos n, k del óvalo envolvente, de forma paramétrica, para la proyección de luz solar selectiva en el plano urbanístico.

$$\begin{aligned}
 x(t) &= (R - r) \cdot \text{Cos}(\theta) + r \cdot \text{Cos}\left(\frac{R - r}{r} \cdot \theta\right), \\
 y(t) &= (R - r) \cdot \text{Sen}(\theta) - r \cdot \text{Sen}\left(\frac{R - r}{r} \cdot \theta\right), \\
 z(t) &= R \cdot \text{Sen}\left(\frac{R - r}{r} \cdot \theta\right), \text{ donde } \theta \in [0, \pi]
 \end{aligned}$$

Siendo R el radio de la circunferencia fija y r el de la circunferencia que gira, en el caso de las coordenadas de altura z el ángulo está entre 0 y 180° , describiendo la bóveda envolvente de ondas cristalizadas: Configurable Sand Oval.

Se propone la envolvente óptica como técnica de

optimización de la vista aérea, ya que se ha detectado que actualmente los miradores vienen siendo un aspecto recurrente en la valoración de las ciudades. Finalmente, se extrapolan conceptos físicos⁸ para abordar patrones de difracción de ondas, a través de rejillas implementadas mediante captadores de energía solar, eólica y undimotriz, para su aplicación en protección de monumentos naturales. En estos conceptos se aplican el principio de Huygens-Fresnel que enuncia “todo punto de un frente de onda incidente puede considerarse como una fuente de ondas esféricas secundarias que se extienden en todas las direcciones con la misma velocidad, frecuencia y longitud de onda que el frente de onda del que proceden”. Por lo que el cometa proyectivo puede restaurar la dirección de la luz incidente, de forma selectiva y filtrar componentes por la longitud de onda selectiva λ_i , a través de la configuración de distancias de las franjas de difracción respecto a $x^i(t)$.

CONCLUSIONES

Gracias a la investigación se puede identificar la dinámica propia de la región, observar la evolución del paisaje y establecer una referencia para el diseño sostenible, respecto a la radiación solar, sombras proyectadas por la topografía y potencial energético, lo que es una herramienta para la planificación urbanística dinámica, con proyectores móviles configurables en el espacio aéreo en patrones Moiré radiales, proporción Fibonacci, que permita un desarrollo colaborativo de los elementos de la zona, en base a estructuras de seguimiento solar, describiendo curvas cíclicas sobre la línea de tiempo.

De esta manera, la arquitectura dinámica está definida por elementos móviles y obras basadas en superficies diseñadas en base a principios físicos, contemplan-

⁸ La aplicación de principios físicos de ondas permite definir una arquitectura abstracta, donde se aplica geometría proyectiva y descripción de hardware como herramientas, para definir espacios, de forma inmaterial. Además, esta técnica representa un impacto positivo sobre el hábitat, aplicado para remediación ambiental, restauración de condiciones de temperatura y potenciar el eje de desarrollo de energías renovables, donde se busca sustituir la extracción de los recursos, por obras de ingeniería, con la capacidad de revalorizar el potencial energético de las ciudades sostenibles.

do la óptica y geometría proyectiva como un recurso de configuración de la luz en la restauración del hábitat y espacios urbanos, aplicando modelos VHDL. Innovando con elementos funcionales adaptados a las condiciones ambientales y la utilización responsable de los recursos energéticos renovables. Otro aspecto, corresponde a la composición de una ruta escénica para constituir la identidad del diseño arquitectónico de la mano del potencial turístico y astrofísico. Siendo de vital importancia la preservación de espacios, a través de la aplicación de nuevas tecnologías, basadas en arquitectura definida por software, para simplificar soluciones en la producción de hábitats sostenibles, de modelo generativo de arquitectura, considerando los patrones de flujo energético por campo, para reconfiguración del CO2 recuperado y síntesis estructural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Sayed, A., Al-Shammari, F., Alshutayri, A., Aljojo, N., Aldahri, E., & Abouola, O. (2022). The Smart City-Line in Saudi Arabia: Issue and Challenges. *Postmodern Openings*, 13(1 Sup1), 15-37. <https://doi.org/10.18662/po/13.1Sup1/412>
- Arias M., Javier. “La envolvente arquitectónica como herramienta conceptual de la regeneración urbana. El Espacio Joven Norte”. *Revista de Arquitectura* 28, nro. 44 (2023): 178-193. <http://doi.org/10.5354/0719-5427.2023.69802>
- Barral Muñoz, Á., Iglesias Pascual, R., García Carmona, R., & Prados Velasco, M. J. (2019). Planificación, participación e innovación social en los paisajes de las energías renovables. *Estudios Geográficos*.
- Beraldo, A. L., Albiero, D., da Silva Maciel, A. J., Dal Fabro, I. M., & Rodrigues, S. (2007). Técnica de Moiré aplicada al análisis de esfuerzos de compresión en el bambú guadua. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 9(3), 309-322. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2007000300010>
- Calderón M., (2023). Reimaginando el espacio público urbano en crisis hídrica.
- Chiabrando, R., Fabrizio, E., & Garnero, G. (2011). On the applicability of the visual impact assessment OASPP tool to photovoltaic plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 845-850. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.030>
- Codemo, A., Ghislanzoni, M., Prados, M. J., & Albatici, R.

- (2023). Landscape-based spatial energy planning: minimization of renewables footprint in the energy transition. *Journal of Environmental Planning and Management*, 1-28.
- Díaz Nava, M. del C. (2023). La arquitectura como producción social: un estudio reflexivo sobre la concepción del espacio que debe desarrollar el nuevo arquitecto. *Perspectiva*, 2(22), 64-73. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/view/41386>
- Ecoinvento (2024). Cúpulas solares para desalinizar agua de mar a escala comercial sin emisiones ni contaminantes. <https://ecoinventos.com/cupulas-solares-para-desalinizar-agua-de-mar/>
- Egea-Jiménez, C., & Nieto-Calmaestra, J. A. (2022). Análisis de los elementos de identidad de un espacio público. *EURE (Santiago)*, 48(144), 1-23. <http://dx.doi.org/10.7764/eure.48.144.03>
- González-Quintal, F., & Martín-Pastor, A. (2023). Superficies rectificantes. Concepto, realidad geométrica y distorsión constructiva. *EGA*, 28(47), 228-239. <http://doi.org/10.4995/ega.2023.16997>
- González, R., & Michi, T. O. (2022). Teorema de Noether: del contenido a la forma. *Revista de enseñanza de la física*, 34(1), 61-70. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v34.n1.37941>
- Lameda, H. (2024). La dulzura, el revolucionario método de Costa Rica para el desarrollo urbano. *Bioguía*. https://www.bioguia.com/tendencias/puede-dulzura-ser-nuevo-modelo-desarrollo-urbano_128181226.html
- Parra-Michel, J. (2023). El nuevo rol de la ingeniería inversa y la inspección óptica. <https://tecnotrend.lasallebajio.edu.mx/?p=153>
- Paszowska-Kaczmarek, N. (2021). The Saudi Arabian Linear City Concept as the Prototype of Future Cities. *Architecturae et Artibus*, 13(2), 33-46.
- Pinto-Quintero, S. *Arquitectura como espejo y reflejo*. 2022.
- Reyes-Iglesias, M. (2021). Una herramienta de apoyo a la docencia de las Matemáticas en los Estudios de Arquitectura. *IX Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura*, 132-141.
- Rivera, C., & Hernández, J. (2019). Espejos y Espacio Público. *Revista ANAKIA*. No. 2, pp. 12-14.
- Ruíz-Díez, A., Valle-Ramos, C., & Prados-Velasco, M. (2020). Territorios y energías renovables. Proyecto de investigación "Sostenibilidad territorial del modelo energético bajo en carbono (TERRYER)". *TERRA. Revista de Desarrollo Local*, 6, 294-301.
- Sandoval-Ruiz, C. (2024). Formulación matemática del análisis de Tejidos estructurales y su aplicación en arquitectura biomimética. *Revista REC Perspectiva*, 1(23).
- Sandoval-Ruiz, C. (2024). π xy radial en la utopía de arquitectura holográfica sobre modelos geométricos descriptivos. *Revista Avance*, 24(2).
- Sandoval-Ruiz, C. (2021). Fractal mathematical over extended finite fields $F[x]/(f(x))$. *Proyecciones (Antofagasta)*, 40(3), 731-742. <http://dx.doi.org/10.22199/issn.0717-6279-4322>
- Sandoval-Ruiz, C. (2023). Regeneración de espacios basada en geometría proyectiva sobre modelos de envolvente arquitectónica. *REC Perspectiva* 2(22): 6-19.
- Sandoval-Ruiz, C. (2023). ZPF para arreglo de Proyección de Onda: ϕ -LFSR en Modelado $F_p[x]/f(x)$ de Sistemas de energías renovables. *Revista Universidad del Zulia*, 15(42), 281-305. <https://doi.org/10.46925//rdluz.42.16>
- Sandoval-Ruiz, C. (2023). Kirigami, estructuras geométricas fractales y ondas de luz. *Revista REC Perspectiva*, 21(1), 44-58.
- Sandoval-Ruiz, C. (2020). Arquitectura Fractal Reconfigurable-AFR basada en Tecnologías Sostenibles y Energías Renovables. *REC Perspectiva*, 16(8).
- Singular Green (2023). Green Shades. <https://www.singulargreen.com/green-shades-toldos-vegetales/>
- Solano-Molina, R., Berroeta, H., & Di Masso, A. (2024). Conflicto y producción de espacio público: Análisis de ensamblaje a un parque de Valparaíso. *INVI*, 39(110), 83-109. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2024.67170>
- Universidad de Chile. (2024). Explorador Solar. <https://solar.minenergia.cl/>
- Zalamea-León, E., Morocho-Pulla, B., Astudillo-Flores, M., Barragán-Escandón, A., & Ordoñez-Castro, A. (2024). Implicancias de superposición fotovoltaica en entorno urbano ecuatorial andino con LIDAR. *INVI*, 39(110), 203-235. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2024.69055>

