

INSTITUTO
DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE
LA CONSTRUCCIÓN

IDEIC

XXXVII JORNADAS DE
INVESTIGACIÓN

MEMORIAS

16, 17 Y 18 de julio de 2019

Depósito legal: DC2022000832
ISBN: 978-980-6708-67-9

AUTORIDADES

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. UCV

Cecilia Gracia-Arocha Márquez
Rectora

Bernardo Méndez Acosta
Vicerrector administrativo

Nicolás Bianco Colmenares
Vicerrector Académico

Amalio Belmonte Guzmán
Secretario

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO. FAU

Gustavo Izaguirre Luna
Decano (E)

Idalberto Águila
**Coordinador de Estudios
de Postgrado**

Ariadna Santacruz
Directora Escuela de Arquitectura

Pedro Franco
Coordinador de Docencia

Geovanni Siem
**Director Instituto de Desarrollo
Experimental de la Construcción**

Hernán Zamora
Coordinador de Investigación

Nathalie Naranjo
Directora Instituto de Urbanismo

María Victoria Saavedra
Coordinadora de Extensión



INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN. IDEC

Geovanni Siem
Director

Argenis Lugo
Jefe del Departamento de Extensión

Fernando Flores
Jefe del Departamento de Investigación

Lunia Betancourt
**Jefe del Departamento de Asistencia
Administrativa**

Luis Rosales
Jefe del Departamento de Docencia

XXXVII JORNADAS DE INVESTIGACIÓN IDEC 2019

COMITÉ ORGANIZADOR

Fernando J. Flores García (Coordinador)
Rachel Arciniegas

Georgina Ortiz
Rozana Bentos

COMITÉ DE PROYECTOS

Alejandra González
Alberto Lovera

María Eugenia Sosa

COMITÉ CIENTÍFICO

Beatriz Hernández Santana
Filia Suarez
Marina Fernández

Carolina Bencomo
María Eugenia Sosa



@ Ediciones FAU-UCV, 2019. Caracas – Venezuela
Depósito Legal: DC2022000832
ISBN: 978-980-6708-67-9

Producción editorial:

Fernando Flores
Georgina Ortiz
Rachel Arciniegas
Ángela Papadia

Diseño gráfico y diagramación:

Fernando Flores

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

Planta baja, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas 1041-A. Venezuela.

Teléfonos +58 212 6052046, Fax +58 212 6052048

Correo electrónico: investidec@gmail.com

Página web: <http://idec.fau.ucv.ve/wordpress/>

<https://sites.google.com/view/jornadas-idec/>

EDICIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Universidad Central de Venezuela, Av. Carlos Raúl Villanueva, Edif. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Planta Baja, Los Chaguaramos, Caracas 1040. Apartado Postal 40362

Tel: +58 212 6051912 / 6051930

Correo electrónico: ediciones@fau.ucv.ve

Página web: <http://www.edicionesfau.com>

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio sin previa autorización de Ediciones Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

La información contenida en estas memorias está destinada únicamente a fines de académicos. Toda la información presentada en las ponencias ha sido proporcionada por cada uno de sus autores.

LISTADO DE ÁRBITROS

Aguedita Coss	Francisco Pérez Gallego
Alberto Lovera	Jesús Delgado
Alejandra González	Luis Rosales
Ángelo Marinilli	Manuel D'Hers
Argenis Lugo	María Elena Hernández
Ariana Tarhan	María Eugenia Sosa
Beatriz Hernández Santana	Mercedes Marrero
Beatriz Meza	Miguel Ángel Contreras
Beatriz Meza	Nathalie Buonaffina
Beatriz Meza	Nathalie Naranjo
Christian Vivas	Ricardo Bonilla
Gabriel Rodríguez	Sigfrido Loges
Geovanni Siem	Trino Baloa
Gerardo Páez	Yelitza Mendoza
Idalberto Águila	Yuraima Córdova
Ernesto Lorenzo	Yuraima Martín
Fernando Flores	Zulma Bolívar
Florinda Amaya	

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
Autoridades.....	1
Listado de árbitros.....	4
Tabla de contenido.....	5
Presentación.....	8
Conferencistas.....	10
Participantes en el foro.....	11
Ponencias.....	13
Área temática: Desarrollo tecnológico de la construcción.....	14
Resistencia de muros de mampostería confinada en el marco de la normativa sismorresistente venezolana <i>Angelo Marinilli.....</i>	15
Medición del efecto descontaminante de la adición de dióxido de titanio en revestimientos de exteriores de edificaciones <i>Rosa Goncalves, Idalberto Águila.....</i>	27
La estereotomía en las construcciones venezolanas, un caso representativo: la arquitectura figurativa de San Juan de los Morros <i>José Miguel Funes.....</i>	39
Estrategia docente en la formulación de proyectos de desarrollo tecnológico de la construcción con métodos mixtos <i>Beatriz Hernández Santana.....</i>	51
La relación forma-construcción en la arquitectura del siglo XVIII en Venezuela <i>Francisco Alfonso Pérez Gallego.....</i>	62
Área temática: Eficiencia energética y habitabilidad de las edificaciones y su entorno.....	75
Hacia el diseño de un museo sostenible integral <i>Camelia Chivaran, Sonia Capece, Francisco Pérez Gallego.....</i>	76
Estudio de calidad del aire interior en un sistema vegetal ventilado en la ciudad de Caracas <i>Ángela Papadía, Ernesto Lorenzo.....</i>	89

Área temática: Desarrollo urbano vulnerabilidad y cultura	102
Aprendizajes de transporte sostenible en ciudades de América Latina <i>Eliana León</i>	103
El proceso de reconocimiento del valor de la Ciudad Universitaria de Caracas <i>Nelly Del Castillo Loreto</i>	117
Competencias genéricas en la educación para arquitectos orientada a la sostenibilidad urbana <i>María Eugenia Collell S.</i>	130
Vulnerabilidad urbana: análisis de la exposición y la susceptibilidad. Cuenca de la Quebrada Anauco, Municipio Libertador, Distrito Capital <i>Carlos Urdaneta Troconis</i>	142
La vulnerabilidad genérica urbana ante desastres. Una aproximación conceptual al riesgo en las ciudades desde otra perspectiva <i>Antonio Aguilar M.</i>	156
Apéndice	169
Presentación: Resistencia de muros de mampostería confinada en el marco de la normativa sismorresistente venezolana <i>Angelo Marinilli</i>	170
Presentación: Medición del efecto descontaminante de la adición de dióxido de titanio en revestimientos de exteriores de edificaciones <i>Rosa Goncalves, Idalberto Águila</i>	183
Presentación: La estereotomía en las construcciones venezolanas, un caso representativo: la arquitectura figurativa de San Juan de los Morros <i>José Miguel Funes</i>	206
Presentación: Estrategia docente en la formulación de proyectos de desarrollo tecnológico de la construcción con métodos mixtos <i>Beatriz Hernández Santana</i>	214
Presentación: La relación forma-construcción en la arquitectura del siglo XVIII en Venezuela <i>Francisco Alfonso Pérez Gallego</i>	230
Presentación: Hacia el diseño de un museo sostenible integral <i>Camelia Chivaran, Sonia Capece, Francisco Pérez Gallego</i>	248

Presentación: Estudio de calidad del aire interior en un sistema vegetal ventilado en la ciudad de Caracas <i>Ángela Papadía, Ernesto Lorenzo</i>	266
Presentación: Aprendizajes de transporte sostenible en ciudades de América Latina <i>Eliana León</i>	286
Presentación: El proceso de reconocimiento del valor de la Ciudad Universitaria de Caracas <i>Nelly Del Castillo Loreto</i>	300
Presentación: Competencias genéricas en la educación para arquitectos orientada a la sostenibilidad urbana <i>María Eugenia Collell S.</i>	312
Presentación: Vulnerabilidad urbana: análisis de la exposición y la susceptibilidad. Cuenca de la Quebrada Anauco, Municipio Libertador, Distrito Capital <i>Carlos Urdaneta Troconis</i>	330
Presentación: La vulnerabilidad genérica urbana ante desastres. Una aproximación conceptual al riesgo en las ciudades desde otra perspectiva <i>Antonio Aguilar M.</i>	347
Listado de autores	358
Patrocinantes	359

PRESENTACIÓN

Tecnología y Construcción en tiempos de incertidumbre

El título elegido por el Comité Organizador para esta edición de las jornadas parte de la situación en la que se encuentra actualmente el país, la crisis política, económica y social por la que atraviesa el país influye en todos los aspectos de nuestra realidad, incluyendo los ámbitos de la tecnología y la construcción.

Descrito en distintas fuentes como la falta de certeza de lo que sucederá en el futuro, esta sensación nos acompañó hasta el momento de publicar estas memorias. La crisis del sector eléctrico causada por la falta de mantenimiento e inversión en el sector y hecha manifiesta en sucesivos y prolongados cortes, y planes de racionamiento energético obligaron a la modificación del cronograma en varias oportunidades. Sin embargo, en todas las reuniones del Comité se discutía estas modificaciones del calendario sin considerar la cancelación del evento.

Un evento con una trayectoria como las Jornadas de Investigación del IDEC son un bien intangible más bien escaso, los miembros del Comité consideramos que este tipo de actividades que buscan la reunión y difusión del conocimiento de investigadores en el área de la construcción juegan un papel de contrapeso y de certeza frente a esta sensación de incertidumbre. La labor de Docentes e Investigadores frente a todas las dificultades actuales demuestran su compromiso con el desarrollo de las universidades y el país.

En nuestro evento recibimos ponencias a nivel nacional sobre temas relacionados con la industria de la construcción y área afines, teniendo como áreas temáticas este año las siguientes:

- **Desarrollo tecnológico de la Construcción:** Innovación y desarrollo tecnológico sustentable. Materiales de construcción y tecnologías constructivas. Patologías en la construcción.
- **Economía y gerencia de la construcción:** Impacto ambiental y económico de los procesos en la construcción. Procesos de producción. Gestión, planificación y desarrollo. Economías verdes.
- **Eficiencia energética y Habitabilidad de las edificaciones y su entorno:** La construcción desde las perspectivas ambiental y económica del desarrollo sostenible. El cumplimiento de los requerimientos de salud, bienestar y calidad de vida.
- **Desarrollo urbano, vulnerabilidad y cultura:** La construcción desde la perspectiva social del desarrollo sostenible. Vulnerabilidad. Mitigación de riesgos en edificaciones y desarrollos urbanos. Movilidad.

Las ponencias participantes son arbitradas tanto el resumen como el extenso, lo cual le confiere al evento una gran calidad y alto nivel académico.

A lo largo de la preparación del evento hemos tenido oportunidad de colaborar con profesionales y empresas comprometidos con el futuro del país, con quienes estamos enormemente agradecidos y mencionamos a continuación:

Al comité de Proyectos: Prof Alejandra Gonzalez, Ma Eugenia Sosa y Alberto Lovera, por su paciencia y el aporte de su experiencia en todo el proceso.

Al comité científico: profs Marina Fernandez, Beatriz Hernández, Filia Suarez, Ma Eugenia Sosa, Carolina Bencomo así como a todo los árbitros, por dedicarnos el tiempo necesario para evaluar los resúmenes y extensos.

A los ponentes, quienes nos demuestran a través de las 12 presentaciones que veremos estos tres días que a pesar de la situación del país, crisis, apagones, sueldos, hay gente que todavía se dedica a la investigación en la búsqueda de conocimientos que sin duda alguna nos ayudarán en los tiempos que se aproximan.

Al Prof. Geovanni Siem por su charla magistral titulada “Propuesta de gestión sustentable para la rehabilitación integral de un edificio patrimonial”, a la Prof. Mireya Lozada. Instituto de Psicología. UCV. Por su charla magistral titulada: “Reconstrucción y reparación social en Venezuela. El desafío democrático.” Y a los participantes en el foro titulado: “Economía, construcción y arquitectura en tiempos de incertidumbre”, al econ. Manuel Sutherland, al Soc. Alberto Lovera y el Prof. Hernán Zamora por sus valiosísimas intervenciones que nos permiten entender mejor la situación que vivimos y las perspectivas a futuro.

Finalmente, agradecemos al equipo de profesionales y empresas que participan en la iniciativa del Mes del Arquitecto. Al Equipo Organizador: Atelier casa, RPC Control, Nanotec, Ciudad, Carlos Myers Arquitectura, Impronta, UCV, FAU y la Revista Entrerayas. Y a los patrocinantes y colaboradores: Caracas city 450, Trazando espacios, CNEA UCV, Caracas en 365, Arquitour Chacao, CEA. Apetoi, Arquitectura Venezuela, Revista Etiqueta, Marketing en Arquitectura, Greetings from Caracas, Plan Arquitectura, Construya vivienda, Ocean Drive, La Guía de Caracas, Arredo x-press, Fundación Pacífico, Prosein, Multitek puertas y ventanas, Diseño en Venezuela, Casa GIO, Vidrios Mundiales, Tecno mundial.

CONFERENCISTAS

Geovanni Siem

Ingeniero Mecánico (1966-1972), Universidad Central de Venezuela. MSc, Diplôme d'Ingénieur ISMCM (1973-1975), París, Francia. Aspirante al Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV, Caracas, Venezuela. Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, FAU-UCV. Áreas de especialización: desarrollo sostenible, eficiencia energética y evaluación de sostenibilidad de edificaciones. Co-responsable del RCE Gran Caracas 2018 (Regional Centres of Expertise on Education for Sustainable Development, United Nations University - Institute for the Advanced Study of Sustainability / UNU-IAS). Fundador y Coordinador del Proyecto UCV Campus Sustentable, desde agosto 2012. Coordinador de evaluaciones de sostenibilidad de la UCV: Greenmetric 2016, 2017 y 2018, RISU (Red de Indicadores de Sustentabilidad en Universidades) 2016, Sulitest 2017, 2018. Tutor de nueve (9) Trabajos Especiales de Grado aprobados y tres (3) en desarrollo en la Facultad de Ingeniería en evaluación de sostenibilidad de edificaciones mediante cuatro sistemas internacionales: BREEAM, HQE, LEED, DGNB, en edificios de la Ciudad Universitaria de Caracas.

Conferencia: *“Propuesta de gestión sustentable para la rehabilitación integral de un edificio patrimonial”.*

Mireya Lozada Santelis

Doctora en Psicología. Université de Toulouse-Le Mirail, Francia y Magister en Psicología Social. Universidad Central de Venezuela. **Coordinadora Unidad de Psicología Política. Instituto de Psicología. Universidad Central de Venezuela.** En los últimos 20 años ha trabajado en proyectos de construcción de paz y adelantado programas de acompañamiento psicosocial con distintos sectores de la población afectados por el impacto de la polarización y conflictividad socio-política en Venezuela. Actualmente coordina el Proyecto: Convivencia democrática, ciudadanía y reparación social en Venezuela. Directora del Instituto de Psicología. Universidad Central de Venezuela. (2009 - 2013). Coordinadora Maestría en Psicología Social. UCV (2005-2013). Presidenta Asociación venezolana de Psicología Social (1998- 2002). Premio Honor al mérito. Federación de Psicólogos de Venezuela (2016). Orden José María Vargas (2010) Universidad Central de Venezuela. Premio Francisco De Venanzi (2008) a la trayectoria del investigador universitario. Universidad Central de Venezuela. Miembro equipo coordinador Red de Apoyo Psicológico. UCV/USB/ UCAB/UNIMET.

Conferencia: *“Reconstrucción y reparación social en Venezuela. El desafío democrático”*

PARTICIPANTES EN EL FORO
Economía, Construcción y arquitectura en tiempos de incertidumbre

Econ. Manuel Sutherland

Economista, UCV. Especialización en Instrumentos y técnicas de Planificación: CENDES, UCV. Magister Scientiarum en Ingeniería Industrial: UNEXPO. Jefe de ediciones de la Editorial ALEM. Director General del Centro de Investigación y Formación Obrera (CIFO). Autor del Libro: “La alienación en el Trabajo, La Esclavitud Asalariada,” 2012. Autor del Libro: “¿Qué es la revolución Socialista?”, 2014. Coautor del Libro: Hyperinflationsunterricht und Herausforderungen für Venezuela. Con un capítulo: “Hiperinflación, Desindustrialización y Salario”. Coautor del Libro: Transición, transformación y Rupturas. Compilación de ensayos. Con el ensayo lleva por nombre: “Progresismo o transición al socialismo”

Soc. Alberto Lovera

Sociólogo (1978, UCAB). Maestría en Planificación del Desarrollo. Mención: Ciencia y Tecnología (CENDES, 1992). Especialista en Asentamientos Humanos (CEPAL – Universidad de Chile). Doctor en Arquitectura (UCV, 2011). Director IDEC (1997-2000). Profesor Titular (UCV). Investigador Nivel III del Programa de Promoción a la Investigación. PEI (B) (2011) FONACIT. Entre sus distinciones se destacan: el Premio “Eugenio Mendoza para la vivienda para la vivienda”, 1986. Conjuntamente con Lourdes Meneses, el I Premio de Investigación en vivienda 2003 del CONAVI, como coordinador del equipo del IDEC del proyecto Materiales y componentes para la construcción de viviendas. Una visión desde las empresas y los productos. Orden “José María Vargas”, Segunda clase, UCV, 2004, XIX Premio Ernesto Peltzer. Mención Honorífica, Banco Central de Venezuela. Premio SICHT 2010 de la UCV al Libro de Estudios Universitarios, por su libro: Radiografía de la Industria de la Construcción. El Ciclo del Capital. EBUC, UCV, Caracas 2011. Con más de 135 publicaciones en su haber, se ha especializado en el área de Economía de la Construcción.

Arq. Hernan Zamora

Arquitecto (USB, 1988). MSc en Diseño Arquitectónico (UCV, 2011). Doctor en Arquitectura (UCV, 2013). Desde 1998, profesor en Diseño arquitectónico, adscrito al Taller de Arquitectura y Urbanismo (TAU); a dedicación exclusiva; escalafón Asociado; en la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en la Universidad Central de Venezuela. Actualmente es

Coordinador de Investigación, profesor y coordinador de la Maestría en Diseño Arquitectónico, en la FAU UCV. Orden José María Vargas UCV (2018).

Ganador del XIII premio de poesía Fernando Paz Castillo, CELARG (2000). Poemarios publicados: Desde el espejo del baño (Maracay: La liebre libre, 2000), No somos nuestros (Caracas: La nave va, 2003), La casa de las hormigas (Caracas: El pez soluble, 2004), Cantos Cardinales (Caracas: ONG, 2007), A contrasombra, padre (e-book, smashwords.com, 2012), Fuego inútil (poesía reunida, e-book, smashwords.com, 2014), 39 grados de cielo en la tierra (Caracas: OT Editores, 2015; disponible en amazon.com), Ofelia en la retina (Caracas: Stand Up Poetry / Inspirulina, 2015) y ¿Respira, quién en el umbral? (e-book, smashwords.com, 2017).

Por la Cámara de Comercio Venezolana – Alemana

Silvana Crispi

Glennys Gonzalez

Charla técnica: “Laboratorio de Ideas de Sostenibilidad en la Ciudad”.

Por Grupo Mundial

Leonardo Leyva

Charla técnica: “Grupo Mundial”.

PONENCIAS

Área Temática:
DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

RESISTENCIA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA EN EL MARCO DE LA NORMATIVA SISMORRESISTENTE VENEZOLANA

Angelo Marinilli

Instituto de Materiales y Modelos Estructurales IMME, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, correo: angelo.marinilli@ucv.ve, angelomarinilli@gmail.com

RESUMEN

Recientemente se completaron los proyectos de norma venezolana para edificaciones de mampostería estructural y para construcciones sismorresistentes. El último de estos proyectos incluye las estructuras de mampostería confinada entre los sistemas resistentes a sismo. El objeto de este trabajo es presentar los fundamentos para calcular la resistencia de los muros portantes de edificaciones de mampostería confinada, con el fin de implementar su diseño sismorresistente en el marco de los proyectos de norma venezolana indicados. Se describe el comportamiento sismorresistente de los muros de mampostería confinada. También se presentan los fundamentos para determinar la resistencia de los muros bajo la acción de cargas actuantes en su plano –corte, flexión y carga axial– y cargas actuantes perpendicularmente a su plano.

Palabras clave: mampostería estructural, mampostería confinada, normativa venezolana, diseño sismorresistente.

INTRODUCCIÓN

La mampostería confinada es un sistema estructural que posee muros portantes distribuidos en las dos direcciones principales en planta de las edificaciones. Tales muros están compuestos por paredes de mampostería rodeadas en todo su perímetro por elementos de confinamiento. Este sistema es utilizado para la construcción de diversos tipos de edificaciones –particularmente para la construcción de viviendas– en diversas partes del mundo (véase p. ej. Meli *et al.*, 2011).

Actualmente se está poniendo al día la normativa venezolana relacionada con el diseño estructural y sismorresistente de edificaciones de muros de mampostería. El proyecto de norma “Análisis, diseño y construcción de edificaciones de mampostería estructural” se encuentra en proceso de ser aprobado por el Fondo de Desarrollo para la Normalización, Calidad, Certificación y Metrología (Fodenorca). Por su parte el proyecto de “Norma venezolana para construcciones sismorresistentes” está en proceso de ser enviado a discusión pública por el

mismo ente normalizador venezolano. Los lineamientos seguidos para el desarrollo de la propuesta de norma de mampostería y la actualización de la norma sísmica pueden ser consultados en las referencias Marinilli y López (2016) y López *et al.* (2017), respectivamente.

En este orden de ideas resulta pertinente describir el comportamiento de los muros de mampostería confinada bajo la acción de cargas sísmicas, así como presentar y discutir los fundamentos para determinar la resistencia bajo la acción de cargas actuantes en el plano –corte, flexión y carga axial– y perpendicularmente al plano de los muros. El objeto de este trabajo es presentar los fundamentos para calcular la resistencia de los muros portantes de edificaciones de mampostería confinada, con el fin de implementar su diseño sismorresistente en el marco de los proyectos de norma venezolana para mampostería estructural y construcciones sismorresistentes.

Este trabajo forma parte de una línea de investigación que se desarrolla en el IMME desde hace más de tres décadas, con la finalidad de racionalizar el uso de la mampostería estructural en Venezuela, y de este modo contribuir con la construcción de viviendas seguras desde el punto de vista estructural y sismorresistente (López *et al.*, 1985).

1. MAMPOSTERÍA CONFINADA

Los muros de mampostería confinada constan de paredes de ladrillos o bloques unidos horizontal y verticalmente con mortero. Los elementos de confinamiento son construidos usualmente de concreto reforzado, siendo sus dimensiones transversales comparables con el espesor de las paredes de mampostería. En Venezuela los elementos verticales de confinamiento son denominados “machones” y los horizontales “vigas de corona”.

1.1 Proceso constructivo

La Figura 1 ilustra el proceso constructivo de los muros de mampostería confinada. En primer lugar se erige la pared de mampostería y posteriormente son vaciados los elementos de confinamiento de concreto reforzado, lo que permite generar una unión efectiva entre ellos. Este proceso es diferente en pórticos de concreto reforzado rellenos con paredes de mampostería, donde primero se construyen los pórticos y luego las paredes de mampostería, siendo su espesor usualmente menor que las dimensiones transversales de las columnas y vigas.

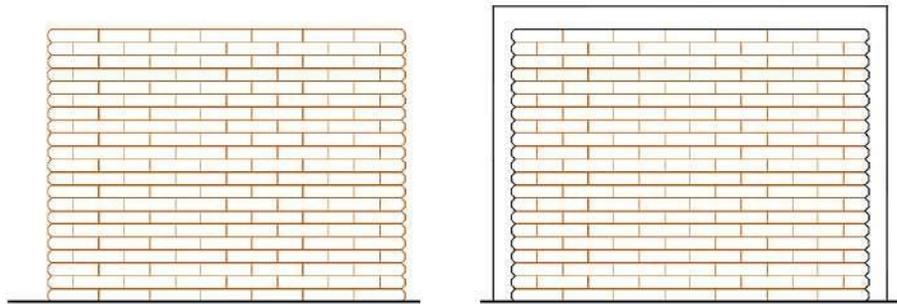


Figura 1: Construcción de un muro de mampostería confinada: construcción de la pared (izquierda) y vaciado de los elementos de confinamiento (derecha). Tomado de Meli *et al.* (2011).

1.2 Comportamiento ante cargas laterales

Las características descritas hacen que el comportamiento de un muro de mampostería confinada bajo la acción de cargas laterales en su plano sea gobernado esencialmente por deformaciones a corte, tal como se observa en la Figura 2 (izquierda), diferenciándose así del comportamiento de un pórtico de concreto reforzado relleno de mampostería. En este último las columnas y la viga se deforman a flexión, la pared de mampostería se separa parcialmente del pórtico y entre las esquinas opuestas que se mantienen en contacto con el pórtico se forma un puntal de compresión, tal como se ilustra en la Figura 2 (derecha).

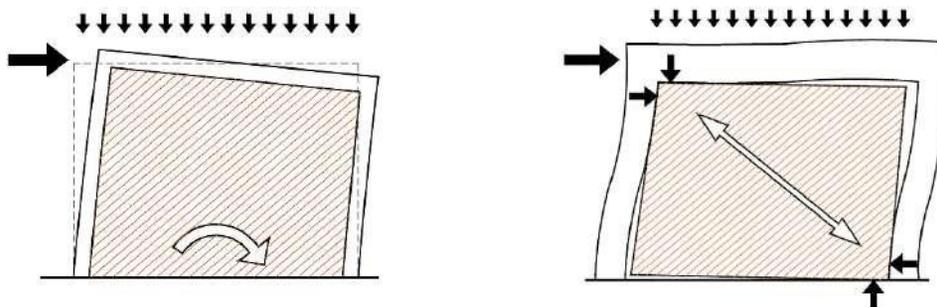


Figura 2: Comportamiento ante cargas laterales de muros confinados (izquierda) y pórticos rellenos (derecha). Tomado de Meli *et al.* (2011).

1.3 Modelado numérico

En un trabajo previo se presentaron las características de los métodos de modelado numérico que permiten incorporar las propiedades más importantes de las edificaciones de mampostería confinada, así como obtener sus respuestas bajo la acción de las cargas sísmicas. En dicho trabajo se presentaron algunos ejemplos de aplicación del método de los elementos finitos, el método de las

columnas anchas y el método de las diagonales equivalentes, con la finalidad de contrastar sus ventajas y limitaciones (Marinilli, 2018).

1.4 Lineamientos para el diseño

La propuesta de norma venezolana para edificaciones de mampostería se basa en los siguientes lineamientos: se utiliza el sistema métrico decimal (MKS), expresando generalmente las áreas en cm^2 , fuerzas en kgf y tensiones en kgf/cm^2 ; el diseño se realiza para el estado límite de agotamiento resistente (diseño a rotura), con combinaciones de carga y factores de reducción de resistencia compatibles con los utilizados usualmente para estructuras de concreto reforzado y acero estructural; la resistencia a tracción es proporcionada únicamente por el acero de refuerzo; el detallado del acero de refuerzo es similar al del concreto reforzado; la resistencia a compresión (f'_m) y a compresión diagonal (v'_m) de la mampostería se expresan en función del área bruta de las unidades (incluyendo el área de las celdas); el área de las secciones transversales de los muros (A_T) incluye el área transversal de los machones sin realizar transformación alguna.

Adicionalmente, se establece que el espesor mínimo de la pared de mampostería de un muro sea $t \geq 12 \text{ cm}$ y la relación entre su altura libre (H) y el espesor cumpla con la relación $H/t \leq 25$; la dimensión mínima de las secciones transversales de los machones y las vigas de corona es el espesor de la pared de mampostería (t); la ubicación y espaciamiento de los elementos de confinamiento horizontales y verticales cumplen con los requisitos mostrados en la Figura 3.

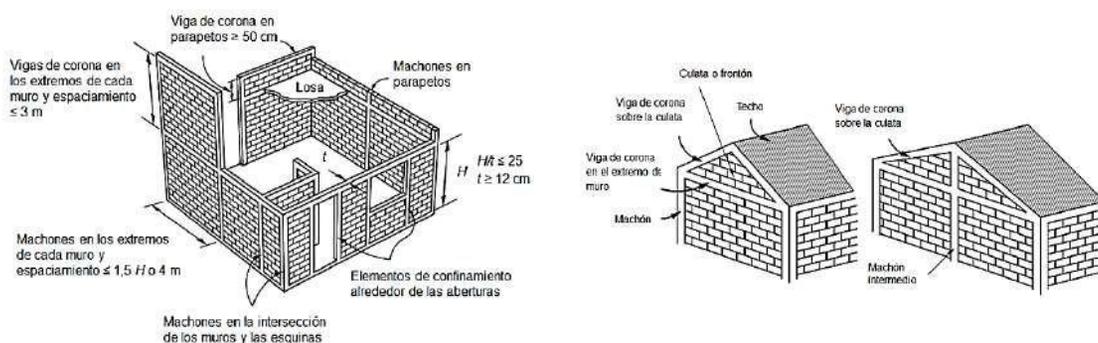


Figura 3: Requisitos de confinamiento. Modificado de Meli *et al.* (2011).

Los requisitos para edificaciones de concreto reforzado y de acero estructural pueden ser consultados en las normas NVF 1753:2006 (2006) y NVC 1618:1998 (1998), respectivamente.

2. RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA CONFINADA PARA CARGAS EN EL PLANO

El comportamiento sismorresistente de los edificios de mampostería de baja altura se caracteriza por el agrietamiento y falla a corte de los muros ubicados en la planta baja. La Figura 4 (izquierda) muestra de forma esquemática las fuerzas laterales inducidas por el sismo y el patrón de agrietamiento esperado en la planta baja, donde se produce la mayor fuerza cortante de piso (usualmente definida como cortante basal). La rigidez en la planta baja se reduce significativamente unavez dañados los muros portantes, lo que puede conducir al desarrollo de un mecanismo de colapso de la edificación. La Figura 4 (derecha) muestra el daño ocurrido en un edificio de mampostería confinada de tres pisos durante el terremoto ocurrido en Chile el 27-02-2010, ejemplificando el comportamiento descrito.

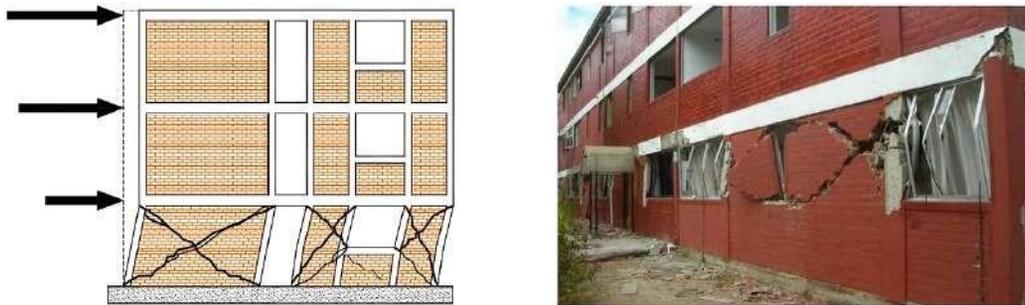


Figura 4: Comportamiento de edificaciones de mampostería confinada ante cargas en el plano: acciones sísmicas y daño esperado (izquierda), y daño ocurrido durante un terremoto (derecha). Tomado de Meli *et al.* (2011).

2.1 Resistencia a corte

La Figura 5 muestra el desarrollo de la resistencia a corte de un muro de mampostería confinada (V_m), bajo la acción de una carga lateral en su plano (V) y la carga axial de servicio (P). En primer lugar se produce el agrietamiento diagonal de la mampostería, luego las grietas se propagan hasta los extremos de los machones y finalmente los machones de concreto reforzado fallan a corte. Es importante resaltar que, para fines de diseño, la resistencia a corte de los muros de mampostería confinada se basa en la resistencia al agrietamiento diagonal de la mampostería.

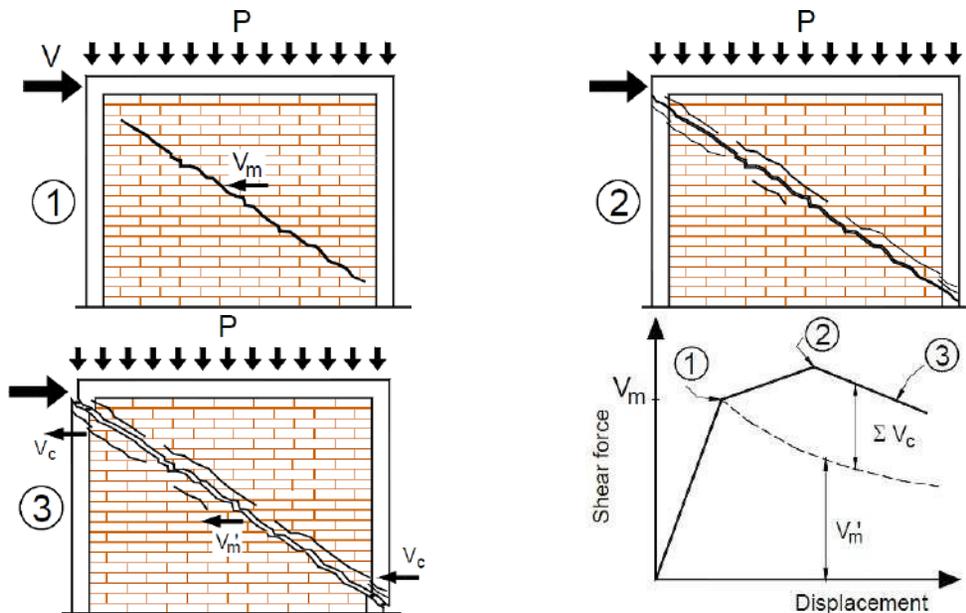


Figura 5: Desarrollo de la resistencia a corte de un muro de mampostería confinada. Tomado de Meli *et al.* (2011).

El diseño a corte de los muros de mampostería confinada, de acuerdo con la propuesta de norma venezolana, se basa en los siguientes lineamientos: la resistencia a corte de la mampostería se basa en su resistencia a compresión diagonal (v'_m); la resistencia a corte de un muro es proporcionada por la mampostería; la resistencia a corte de un muro no se incrementa por la presencia de machones y vigas de corona, sin embargo, se debe verificar la resistencia a corte en los extremos superior e inferior de los machones de concreto reforzado según la NVF 1753:2006 (2006); parte de las cargas laterales puede ser resistida por acero de refuerzo horizontal o por mallas de alambre electrosoldado; se considera que un muro de mampostería confinada aporta resistencia ante cargas laterales en su plano cuando la relación entre su altura libre (H) y su longitud (L) cumple con la relación $L \geq H/1,5$.

La Tabla 1 presenta la fórmula de la propuesta de norma venezolana para calcular la resistencia a corte de un muro de mampostería confinada. De igual manera se presentan las fórmulas de otras normas latinoamericanas, usando la misma simbología y expresadas en el sistema de unidades MKS para facilitar su comparación. Se debe aclarar que en las fórmulas no se incluyó el factor de minoración de resistencia (ϕ) consistente con el diseño a rotura. Es interesante observar que la fórmula de la propuesta de norma venezolana es similar a las fórmulas de las restantes normas latinoamericanas, admitiendo las

particularidades de cada una de ellas. Más recientemente, la norma ecuatoriana (NEC-SE-MP, 2014) adoptó los mismos requisitos establecidos en la norma colombiana para los muros de mampostería confinada.

Tabla 1: Fórmulas de la resistencia a corte de muros de mampostería confinada para cargas en el plano.

NORMA	FÓRMULA RESISTENCIA A CORTE	OBSERVACIONES
Propuesta de norma venezolana	$V_m = 0,5 v'_m A_T + 0,3 P$	---
Norma chilena (NCh2123.Of1997, 2003)	$V_m (adm.) = 0,23 v'_m A_T + 0,12 P$	Para diseño por tensiones admisibles.
	$V_m = 0,58 v'_m A_T + 0,3 P$	Para diseño a rotura, suponiendo un factor de seguridad igual a 2,5.
Norma colombiana (NSR-10, 2010)	$V_m = [(0,27)(f'_m)^{1/2} + P_u / (3 A_e)] A_{vm}$	---
	$V_m = 0,14 v'_m A_T + 0,40 P$	Suponiendo $A_{vm} = A_e = 0,4 A_T$, $v'_m = 0,8 (f'_m)^{1/2}$ y $P_u = 1,2 P$.
Norma peruana (Norma Técnica E.070, 2006)	$V_m = 0,5 v'_m \alpha A_T + 0,23 P$	Para unidades de concreto y arcilla.
Norma mexicana (NTCM, 2004)	$V_m = 0,5 v'_m A_T + 0,3 P$	---

Notas: A_{vm} es el área efectiva para calcular esfuerzos cortantes, A_e es el área efectiva de la sección de mampostería, P_u es la fuerza axial de diseño y α es el factor de reducción por esbeltez que varía entre 1/3 y 1.

2.2 Resistencia a carga axial, flexión y flexocompresión

El diseño de un muro de mampostería confinada a carga axial, flexión y flexocompresión se basa en los siguientes lineamientos: la resistencia teórica de diseño de una sección de mampostería confinada se determina de manera similar a una de concreto reforzado; el acero de refuerzo longitudinal para resistir flexión y flexocompresión de cada machón (A_s) se debe calcular para resistir la componente vertical del puntal de compresión desarrollado en la pared de mampostería bajo la acción de cargas laterales y verticales; el acero de refuerzo longitudinal de la viga de corona se debe calcular para resistir la componente horizontal del puntal de compresión de la pared de mampostería; el acero de refuerzo longitudinal de los elementos de confinamiento debe cumplir con la cuantía mínima calculada como $\rho_{s,min} = 0,2 (f'_c / f_y)$ y estar compuesto al menos por cuatro barras No. 3 o 10M. Finalmente, se establece que la tensión axial máxima producida sobre un muro por las cargas de gravedad en condiciones de servicio no deben exceder $0,20 f'_m$ para evitar fallas frágiles de la mampostería bajo la acción de cargas sísmicas.

La Tabla 2 presenta la fórmula de la resistencia a compresión (P_0) de la propuesta de norma venezolana. Esta fórmula considera el aporte resistente de la mampostería y del acero de refuerzo longitudinal de los machones. También considera un factor de reducción de resistencia por excentricidad y esbeltez (F_E), que además toma en cuenta el efecto del arriostamiento transversal producido por las losas y otros elementos tales como muros, machones o contrafuertes. Se debe aclarar que las fórmulas de la Tabla 2 no incluyen el factor de minoración de resistencia propio del diseño a rotura.

Tabla 2: Fórmulas de la resistencia a carga axial, flexión y flexocompresión de muros de mampostería confinada para cargas en el plano.

NORMA	FÓRMULA RESISTENCIA A CORTE	OBSERVACIONES
Propuesta de norma venezolana	$P_0 = F_E (f'_m A_T + \sum A_s f_y)$	Resistencia a compresión.
Propuesta de norma venezolana	$M_0 = A_s f_y d'$	Método alternativo: resistencia a flexión pura.
Propuesta de norma venezolana	$M_R = M_0 + 0,3 P_U d$	Método alternativo: resistencia a flexión para $0 \leq P_U \leq P_0/3$.
Propuesta de norma venezolana	$M_R = (1,5 M_0 + 0,15 P_0 d)(1 - P_U/P_0)$	Método alternativo: resistencia a flexión para $P_U > P_0/3$.

Notas: d' es la distancia entre los centroides de los aceros de refuerzo colocados en los machones del muro, d es la distancia entre el centroide del acero a tracción y la fibra comprimida extrema.

La resistencia de un muro de mampostería confinada bajo la acción de un momento flector (M), o la acción simultánea de una carga axial (P) y momento flector (M) como los mostrados en la Figura 6 (izquierda), se calcula con base en las siguientes hipótesis: la sección transversal del muro se mantiene aproximadamente plana, se conocen las curvas tensión contra deformación de la mampostería, el concreto y el acero de refuerzo, y se desprecia la resistencia a tracción de la mampostería y del concreto. La Figura 6 (derecha) ilustra la implementación del análisis de la sección transversal de un muro de mampostería confinada de acuerdo con estas hipótesis.

Adicionalmente, la propuesta de norma venezolana presenta un método alternativo para calcular la resistencia a flexión pura (M_0) y la resistencia para la acción simultánea de un momento flector (M_R) y la carga axial de diseño a compresión (P_U). La Tabla 2 presenta las fórmulas para muros de mampostería confinada, suponiendo que estos poseen barras longitudinales colocadas simétricamente en sus dos machones extremos.

Las fórmulas presentadas en la Tabla 2 son similares a las presentadas en la norma mexicana (NTCM, 2004) y son consistentes con las fórmulas presentadas en la norma chilena para tensiones admisibles (NCh2123.Of1997, 2003).

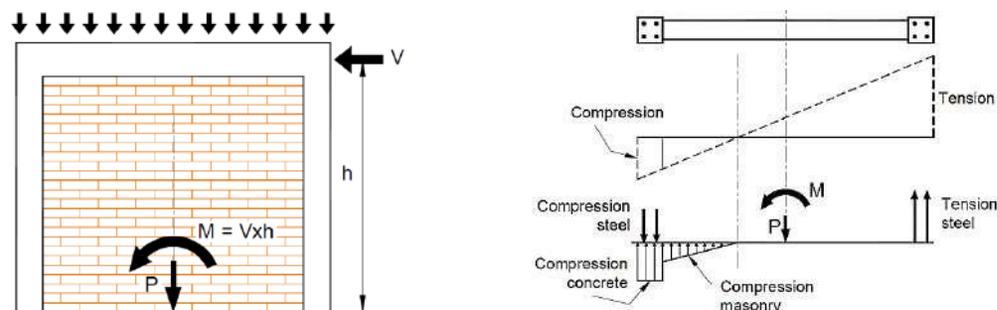


Figura 6: Análisis para flexión y carga axial de un muro de mampostería confinada: solicitaciones (izquierda) y análisis de la sección transversal (derecha). Tomado de Meli *et al.* (2011).

3. RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA CONFINADA PARA CARGAS PERPENDICULARES EL PLANO

Los muros de mampostería confinada proporcionan rigidez y resistencia laterales a las edificaciones, cuando las acciones sísmicas actúan en dirección paralela a su plano. Sin embargo, los muros deben soportar también las acciones sísmicas que actúan perpendicularmente a su plano. La Figura 7 (izquierda) muestra las acciones sísmicas sobre un edificio de mampostería confinada. De igual manera se muestran las acciones sísmicas que actúan perpendicularmente a los muros de mampostería, las cuáles son mayores en los niveles superiores del edificio. La Figura 7 (derecha) muestra el daño causado por fuerzas sísmicas perpendiculares al plano en un muro, ubicado en el tercer piso de un edificio de mampostería confinada, durante el terremoto ocurrido en Chile el 27-02-2010.

La propuesta de norma venezolana establece que todos los muros deben ser diseñados para resistir flexión fuera de su plano, mediante elementos de confinamiento o refuerzo interno. En el caso particular de los muros de mampostería confinada, se considera que al cumplir con los requisitos de espesor mínimo de la pared de mampostería ($t \geq 12$ cm), relación altura libre a espesor ($H/t \leq 25$) y ubicación de los elementos de confinamiento horizontales y verticales (ver Figura 3), se asegura que el comportamiento de los muros de mampostería confinada será satisfactorio bajo la acción de cargas sísmicas perpendiculares a su plano. Sin embargo, se indica que en casos excepcionales se debe verificar el comportamiento de un muro para solicitaciones sísmicas perpendiculares a su

plano, considerando además la acción de las cargas verticales y su posible excentricidad.

La verificación se puede realizar suponiendo que el muro se comporta como una losa, usando las propiedades geométricas de la sección bruta del paño de mampostería y con condiciones de apoyo en su perímetro adecuadas. Estas condiciones de apoyo deben ser representativas de la presencia de elementos que les sirvan de arriostramiento transversal (elementos de confinamiento, muros o contrafuertes), de las características de los diafragmas (rígidos o flexibles) y de las características de las uniones del muro con los diafragmas. Estos lineamientos son similares a los propuestos en la norma chilena (NCh2123.Of1997, 2003) y la norma peruana (Norma Técnica E.070, 2006).



Figura 7: Comportamiento de muros de mampostería confinada ante cargas perpendiculares al plano: acciones sísmicas (izquierda) y daño ocurrido durante un terremoto (derecha). Tomado de Meli *et al.* (2011).

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron los fundamentos para calcular la resistencia de los muros portantes de edificaciones de mampostería confinada, bajo la acción de cargas actuantes en su plano y perpendicularmente a su plano, con el fin de implementar su diseño sismorresistente en el marco de los proyectos de norma venezolana para mampostería estructural y construcciones sismorresistentes, que fueron completados recientemente.

Este trabajo representa un aporte concreto de la Academia para racionalizar el uso de la mampostería estructural en Venezuela, contribuyendo de este modo con la construcción de viviendas seguras desde el punto de vista estructural y sismorresistente.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo recibido por el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales para el desarrollo de este trabajo.

6. REFERENCIAS

López, O. A., Castilla, E., Genatios, C. y Lafuente, M. (1985). Una proposición para el estudio de edificaciones de mampostería en Venezuela. *Memorias del Taller Normativa y Seguridad de Construcciones en Zonas Sísmicas– Instituto de Materiales y Modelos Estructurales, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela* (pp. 129-147). Caracas.

López, O. A., Hernández, J. J, Jácome, J., Schmitz, M., Marinilli, A., Coronel, G., Morillo, M. y Márquez, B. (2017). Norma venezolana para construcciones sismorresistentes. *Memorias del XI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas y Universidad Central de Venezuela* (pp. NS-13-NS-24). Caracas.

Marinilli, A. (2018). Comparación de modelos numéricos para el análisis sísmico de edificaciones de mampostería confinada. *Memorias de las XXXVI Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela* (pp. 113-126). Caracas.

Marinilli, A. y López, O. A. (2016). Propuesta de una norma para edificaciones de mampostería en Venezuela. *Memorias de las XXXIV Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela* (pp. 115-125). Caracas.

Meli, R., Brzev, S. et al. (2011). *Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings*. Oakland: Confined Masonry Network, Earthquake Engineering Research Institute.

NCh2123.Of1997 (2003). *Albañilería confinada – Requisitos de diseño y cálculo*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Normalización.

NEC-SE-MP (2014). Norma Ecuatoriana de la Construcción. *Mampostería Estructural*. Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y Cámara de la Industria de la Construcción.

Norma Técnica E.070 (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Normas Técnicas de Edificación. Albañilería*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.

Norma Venezolana Covenin 1618:1998 (1998). *Estructuras de Acero para Edificaciones. Método de los Estados Límites*. Caracas: Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad.

Norma Venezolana Fondorma 1753:2006 (2006). *Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural*. Caracas: Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad.

NSR-10 (2010). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Título D. Mampostería Estructural*. Bogotá: Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

NTCM (2004). *Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería*. Ciudad de México: Comité de Normas del Distrito Federal.

MEDICIÓN DEL EFECTO DESCONTAMINANTE DE LA ADICIÓN DE DIÓXIDO DE TITANIO EN REVESTIMIENTOS DE EXTERIORES DE EDIFICACIONES

Goncalves Rosa¹, Idalberto Águila².

Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, correo: rosagonc3@gmail.com

IDEC, Facultad de Arquitectura, Universidad Central de Venezuela, correo: idalbertoaguila@gmail.com

RESUMEN

Esta ponencia muestra resultados parciales de un proyecto de investigación denominado Revestimiento con propiedades autolimpiantes y descontaminantes con incorporación de dióxido de titanio para exteriores de edificaciones. En esta fase se realiza una evaluación de tres de las principales técnicas que se utilizan en Venezuela para la medición de la concentración de gases en el aire. Esto con el fin de determinar el efecto descontaminante de una sustancia en particular. Se describen las técnicas de quimioluminiscencia, cromatografía de gases y espectrofotometría y se analizan en función de su efectividad para la medición de gases contaminantes y las posibilidades de su implementación en las condiciones actuales del país. El estudio refleja que la espectrofotometría es la técnica más factible de utilizar, en un procedimiento experimental que se realiza en estos momentos. El experimento consiste en adicionar a unas muestras que simulan un revestimiento para exteriores, dióxido de titanio, en porcentajes de 5, 7.5 y 10% del peso del cemento. Las muestras son expuestas a luz solar y a gases con alta concentración de óxidos de nitrógeno, por períodos de 1 a 7 días para determinar la capacidad de destrucción de contaminantes.

Palabras clave: Descontaminación, espectrofotometría, fotocatalisis, revestimiento, dióxido de titanio.

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente necesita un delicado equilibrio entre los gases que lo componen para proveer las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida en el planeta. Ese equilibrio generalmente se ve afectado por la actividad humana (doméstica e industrial), irónicamente resultando en el perjuicio de la salud no solo de las especies, sino de las edificaciones.

Diversas investigaciones han surgido desde hace unos años para minimizar este problema, la solución más actual es la utilización de diversos químicos que han presentado capacidades descontaminantes. El dióxido de titanio es el que ha estado a la vanguardia, destruyendo fotocatalíticamente (mediante el uso de luz ultravioleta) varios gases contaminantes, como el dióxido de nitrógeno (NO_2) entre otros, resultando una solución económica y no tóxica.

Esta investigación busca principalmente conseguir un método factible para medir el efecto descontaminante del dióxido ante la presencia de dióxido de nitrógeno, donde sus efectos agresivos, fachadas y su efecto corrosivo en algunos metales que las componen, disminuyen su vida útil e incrementan labores de mantenimiento que resultan en costos muy elevados a lo largo de la vida útil de los inmuebles.

La medición de la degradación de contaminantes con el uso del dióxido de titanio (TiO_2), se ha llevado a cabo por distintas técnicas como quimioluminiscencia, cromatografía de gases y espectrofotometría. En esta investigación nos enfocaremos en la última que se basa en las experiencias con dióxido de nitrógeno (NO_2) de Griess – Saltzman, al ser las más factibles de usar y replicar en las condiciones actuales del país, las cuales se basan en la Ley de Beer.

Para lograr el objetivo se hace una minuciosa investigación documental y se visitan diversas instituciones con el equipamiento necesario para realizar los experimentos. Resultó que el Instituto Universitario Región Capital Dr. Federico Rivero Palacio, específicamente en el Departamento de Química, es el que ofrece en su totalidad los recursos para diseñar el procedimiento experimental necesario.

Hasta el momento se ha gestionado y adquirido mediante donaciones los reactivos químicos y el préstamo de los equipos de medición espectrofotométricos necesarios para llevar a cabo los experimentos, lo que se transformará en información valiosa para la validación del revestimiento que se evaluará.

1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El problema de la contaminación actualmente es algo que no se puede evitar debido a que casi todas las actividades cotidianas del ser humano la generan.

Manrique y Ossa (2010), indican que las capas más importantes para el análisis de la contaminación son la tropósfera y la estratósfera por ser las más cercanas a

la Tierra. El aire de la tropósfera es el que interviene en la respiración y el que está en contacto con las superficies y está compuesto de la siguiente manera:

Tabla 1. Componentes del aire y sus respectivas concentraciones. Manrique y Ossa (2010).

Componente		Concentración aproximada
Nitrógeno	(N)	78.03% en volumen
Oxígeno	(O)	20.99% en volumen
Dióxido de Carbono	(CO ₂)	0.03% en volumen
Argón	(Ar)	0.94% en volumen
Neón	(Ne)	0.00123% en volumen
Helio	(He)	0.0004% en volumen
Criptón	(Kr)	0.00005% en volumen
Xenón	(Xe)	0.000006% en volumen
Hidrógeno	(H)	0.01% en volumen
Metano	(CH ₄)	0.0002% en volumen
Óxido nitroso	(N ₂ O)	0.00005% en volumen
Vapor de Agua	(H ₂ O)	Variable
Ozono	(O ₃)	Variable
Partículas		Variable

En esta capa de unos 7 km de altura en los polos y unos 16 km en los trópicos, se encuentran las nubes y casi todo el vapor de agua y ocurren en ella todos los fenómenos atmosféricos que originan el clima. Según Geoenciclopedia (2015) a unos 25 kilómetros de altura se encuentra la capa de ozono, la importante protección de la Tierra de los rayos ultravioletas (UV), como se evidencia en la Figura 1.

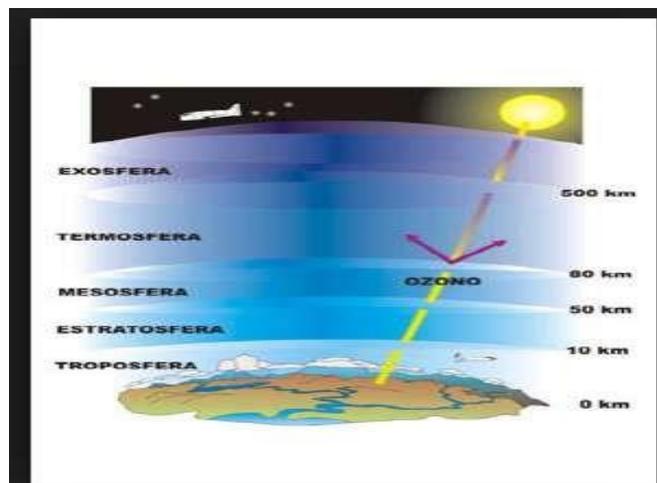


Figura 1. Capas de la atmósfera. Fuente: Geoenciclopedia.com (2015)

Generalmente, un contaminante es una sustancia o componente que está fuera de lugar. El Ozono (O_3), por ejemplo, cuando se encuentra en la Estratósfera protege eficazmente de los rayos del Sol ultravioletas, salvaguardando la vida en el planeta, pero cuando se genera en la Tropósfera (la capa que respiramos) es un gas altamente dañino para la salud, y se le conoce como “ozono troposférico u ozono malo”.

1.1 Dióxido de Nitrógeno.

Entre los contaminantes atmosféricos más agresivos conseguimos los óxidos de nitrógeno. Iberlucía (2016), indica que las fuentes de dicho compuesto pueden ser naturales, pero que en su mayoría, como se ha comentado, es por razones antropogénicas (acción humana), generalmente por procesos de combustión, donde debido a altas temperaturas se produce la unión del nitrógeno y el oxígeno. Otra cantidad es liberada por empresas que fabrican ácido nítrico (Wark y Warner, 2002).

El dióxido de nitrógeno (NO_2), por ser el principal agresor de los revestimientos de las fachadas de las edificaciones, además de ser uno de los gases que compone el smog fotoquímico como lo reseña Baird y Cann (2010), el mismo se da si ocurren al mismo tiempo los siguientes eventos: una alta afluencia de tráfico que emita monóxido de nitrógeno (NO), compuestos orgánicos volátiles (COVs) e hidrocarburos, velocidad baja de viento, que permita el estancamiento de los contaminantes, tiempo cálido y día despejado que permita que la radiación electromagnética proveniente del sol penetre.

El NO_2 , puede reaccionar también con la humedad en la atmósfera generando ácido nítrico (HNO_3), compuesto altamente corrosivo que cumple un papel primordial en la lluvia ácida (también generada por el ácido sulfúrico), que no es más que la alteración del pH (superando a 5,6).

1.2 Efectos negativos del NO_2 sobre el ambiente, la salud y las edificaciones.

Entre los efectos principales del NO_2 se consigue que las enfermedades más relacionadas son la fibrosis pulmonar crónica y bronquitis en infantes, pero hay un peligro mayor cuando este compuesto reside en contaminantes secundarios como peroxiacetilo o peroxibencilo, causando severas irritaciones en los ojos y en combinación con el ozono irritan nariz, garganta y constricción en el pecho causando fuerte tos (Wark y Warner, 2002).

Los mismos autores explican los efectos de la lluvia ácida, sobre los cuerpos de agua y suelo, acidificando los mismos trayendo graves consecuencias en la fauna y flora. Desmineralización de los suelos que conlleva la merma de la capacidad productiva, mutaciones y cambios en la vida natural.

Según Goncalves y Águila (2018), el NO_2 induce significativos daños, especialmente elementos exteriores en fachadas. Se presentan cuatro tipos de lesiones: físicas, mecánicas, químicas y biológicas, destacando estas dos últimas por la naturaleza de la agresión, traducéndose en la disminución de los tiempos de mantenimiento, incrementando los costos significativamente y muchas veces la demolición por la pérdida total de los mismos.

1.3 Métodos de medición y análisis de la calidad del aire.

Existen diversos métodos para la medición y el análisis de las concentraciones de los distintos contaminantes en el medio ambiente.

1.3.1 Métodos de Medición.

Diversas formas existen para medir la contaminación del aire, desde métodos químicos simples hasta métodos electrónicos más sofisticados. Dependiendo del lugar, el contaminante a medir y los recursos disponibles, se escogerá el más adecuado de acuerdo a las circunstancias.

De manera general podemos describir cuatro técnicas de muestreo principales, Ibarlucía (2016), nos presenta un cuadro explicativo:

Tabla 2. Métodos de muestreo de la calidad del aire. Fuente: Ibarlucía (2016).

Método	Principio de funcionamiento	Ventajas	Desventajas
Pasivo	<ul style="list-style-type: none"> • Colecta un contaminante específico de su absorción de un sustrato químico seleccionado. • Los equipos de muestreo no tienen bombeo. El aire ingresa al dispositivo por difusión molecular. • Períodos de muestra de una hora, meses o inclusive un año. • Los muestreadores pasivos pueden ser en forma de disco o tubo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidad en la operación y bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No desarrollado para todos los contaminantes. • Proporcionan valores promedios con resoluciones típicas semanales o mensuales. • Requieren de análisis de laboratorio. • Sirven de valor referencial.
Automático	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de energía eléctrica para alimentar una bomba que al succionar el aire a muestrear a través de un medio de colección físico o químico. • El volumen adicional de aire muestreado incrementa la sensibilidad, por lo que se pueden obtener valores diarios promedio. • Se clasifican en burbujeadores (gases e impactadores). • Implica el uso de plantas para monitorear el aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de operar. • Muy confiables y su costo es relativamente bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se aprecian valores mínimos y máximos durante el día, sólo promedios de 24 horas. • Requieren análisis de laboratorio.
Bio – indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza la superficie de las mismas como receptoras del contaminante. La planta es un muestreador • Se basa en técnicas espectroscópicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baratos. • Útiles para identificar efectos de las sustancias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren análisis de laboratorios. • Problemas de estandarización de sus metodologías.
Óptica de Percepción remota	<ul style="list-style-type: none"> • Transmiten un haz de luz de cierta longitud de onda a la atmósfera y miden la energía absorbida. • Permiten medidas en tiempo real e integrado en multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica de la atmósfera (mayor a 100m). • Los equipos utilizados se conocen como sensores remotos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores en tiempo real y de alta resolución. • Mediciones de fuentes específicas de multicomponentes y para mediciones verticales en la atmósfera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de adquisición muy alto. • Requieren personal capacitado para su operación y calibración.

Tabla 2. Métodos de muestreo de la calidad del aire. Fuente: Ibarlucía (2016).
(Cont.)

Método	Principio de funcionamiento	Ventajas	Desventajas
Automático	<ul style="list-style-type: none"> Tienen una alta resolución, permitiendo mediciones de forma continua para concentraciones horarias y menores. Miden material particulado (PM₁₀-PM_{2,5}), CO, SO₂, NO₂, O₃ y tóxicos en el aire como mercurio y algunos compuestos orgánicos volátiles. Sea clasifican analizadores automáticos y monitores de partículas. Se basan en propiedades físicas o químicas del gas que va a ser detectado, utilizando métodos optoelectrónicos. El aire muestreado entra en una cámara de reacción química que produzca quimioluminiscencia o luz fluorescente, se mide esta luz con un detector que produce una señal eléctrica proporcional la concentración del contaminante. 	<ul style="list-style-type: none"> Valores en tiempo real. Alta resolución. Concentraciones máximas y mínimas en tiempo real permiten establecer situaciones de alerta. 	<ul style="list-style-type: none"> Elevado costo de adquisición y operación. Requiere personal capacitado para su manejo. Mantenimiento y calibración constantes.

1.3.2. Métodos de Análisis de las muestras.

Debido a la importancia en el campo de la ingeniería ambiental, específicamente en la medición y control de los niveles de gases contaminantes, Ibarlucía (2016), al igual que en el caso anterior nos presenta un cuadro resumen que presentamos bien detallado los cuatro métodos principales:

Tabla 3. Métodos de análisis de la calidad del aire. Fuente: Ibarlucía (2016).

Métodos	Descripción
Volumétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none"> La cantidad del contaminante detectado se deduce del volumen de la solución que se ha consumido en una reacción. Cuantifican muestras en solución mediante valoración de las mismas con técnicas como la titulación.
Gravimétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none"> La determinación se lleva a cabo por una diferencia pesos, donde se determina la masa pesando el filtro, a temperatura y humedad relativa controladas, antes y después del muestreo.
Cromatografía	<ul style="list-style-type: none"> El equipo utilizado es el cromatógrafo. Hay varios tipos: gaseosa, líquida y sólida dependiendo del estado de la fase estacionaria y la fase móvil. Tiene el sistema de inyección (donde se inyecta la muestra), la columna cromatográfica (donde se encuentran la fase móvil y la estacionaria), un sistema de detección y uno de registro. Detecta una gran cantidad de gases (NO_x).

Métodos	Descripción
Espectrofotetría	<ul style="list-style-type: none"> • Es la medida de la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas a longitudes de onda específicas. Cada compuesto tiene un patrón de absorción diferente, que da origen a un espectro de identificación. • Incluyen al método colorimétrico. Se le agrega un compuesto a la muestra, que reacciona con el contaminante y da un color más o menos intenso. Se determina la concentración de la muestra desconocida midiendo la intensidad de la luz que se transmite a través de ella. Esta intensidad se compara con una curva patrón de intensidades de luz a igual longitud de onda que se transmiten a través de soluciones de concentración conocidas. • Consiste en una gráfica de la absorción vs longitud de onda y se presenta en márgenes que abarcan longitudes de onda desde la ultravioleta a la infrarroja. • Se utilizan espectrofotómetros como instrumento de medida.

1.4 Evaluación ambiental de un revestimiento fotocatalítico para fachadas exteriores

La investigación en curso persigue corroborar el efecto descontaminante de un revestimiento con adición de dióxido de titanio, verificando que disminuye los niveles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire. Se utiliza como método de medición la espectrofotetría, al ser en este momento específico del país, el más accesible en cuanto a recursos económicos, disponibilidad de los equipos y existencia de los reactivos químicos.

El protocolo experimental consiste en construir probetas de tamaño 25 x 40 cm que se colocaran en una cámara sellada con una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 . El contaminante se obtiene por la combinación controlada de cobre más Acido Nítrico, las probetas serán ensayadas en el mismo periodo de tiempo para asegurar que estén expuestas a las mismas condiciones de irradiación solar, temperatura y clima.

1.4.1 Medición

Se utilizará un muestreo pasivo en cada punto de la matriz de la Tabla 3, se tomarán las muestras con jeringas especiales para extracción de gases, y luego se transferirán a una superficie absorbente (trietanolamina), donde la concentración inicial será igual a cero, siendo el procedimiento sugerido por Palmes y Gunnison (1976).

Tabla 4. Matriz experimental de revestimiento para la medición de la descontaminación por Dióxido de Nitrógeno. Fuente: Elaboración Propia (2017).

Probeta	% de adición de TiO ₂	Tiempo de Exposición al sol
0	0	0, 1, 3 y 7 días
1	5	
2	7.5	
3	10	

1.4.2 Análisis de las muestras.

El método utilizado para analizar las muestras será el de Espectrofotometría, determinando la concentración de un compuesto en solución. Las moléculas absorberán la radiación electromagnética como un máximo a una determinada longitud de onda

Utilizando un espectrómetro se emite un rayo de luz que incida perpendicularmente sobre una disolución acuosa de trietanolamina (TEA) con una longitud controlada, que absorbe luz (absorbancia), el compuesto absorberá una parte y dejará pasar el resto (transmitancia), con estos datos se realiza la curva de calibración con concentraciones conocidas y a una longitud de onda aproximada de 542 nm que es el valor correspondiente para NO₂ se obtiene mediante la Ley de Lambert-Beer una recta que pase por el origen de los ejes cartesianos o muy cerca.

La reacción que se lleva a cabo entre la TEA y el NO₂ es la siguiente:



En esta reacción N(CH₂CH₂OH)₃ es la TEA, y se aprecia una coincidencia con las reacciones Griess - Saltzman [ASTM D-1607, ISO 6768, 2005] con este mismo contaminante, cumpliendo con la estequiometría 1:1, convirtiendo el NO₂ a iones nitrito (NO₂⁻) que posteriormente reaccionará con un reactivo color sulfanilamida (SULF), la intensidad del color dependerá de la cantidad de NO₂.

Se construye la curva de calibración (Tabla N° 4), siguiendo los siguientes pasos:

- Se preparan las soluciones con concentraciones a cada 25 µg/ml con sus correcciones de la solución patrón y demás reactivos.

- Se realiza un barrido de longitud de onda-espectro, determinando experimentalmente la longitud de absorción máxima, la cual será la línea base del equipo.

Tabla 5. Dosificación de reactivos para la curva de calibración. Fuente: Elaboración propia (2019).

Curva de Calibración para NO₂

Punto	C (mg/ml)	C corregida (mg/ml)	Δ Cc	Vc (ml)	Abs	D Abs
P0	0	0	0	0	0	0
P1	25	17.90	0.4	1.25	1.225	0.001
P2	50	35.70	0.6	2.50	1.839	0.001
P3	75	53.60	0.8	3.75	2.187	0.001
P4	100	71.5	0.0	5.00	2.258	0.001
P5	125	89.3	0.0	6.25	2.258	0.001
P6	150	107.25	0.0	7.50	2.258	0.001

Reactivos utilizados
Solución Patron NANO ₂
Trietanolamina (Absorbente)
Agua Oxigenada al 30%
Sulfanilamida (Colorante)
N-(1-Naftil) etilendiamina
Agua Destilada

- Se hace una solución base y la máquina hace un barrido desde 400 nm a 600 nm, rango en el que se encuentra el NO₂, obteniendo una longitud de onda máxima de 559,5 nm.
- Se hace el barrido con 7 valores, obteniendo la curva inicial de calibración y luego se ajusta otra gráfica, se descartan aquellos puntos en donde hay una gran concentración de NO₂, al no mantener la linealidad de la Ley de Lambert-Beer. La misma será utilizada en las mediciones posteriores de concentración de NO₂ (Ver Figura 2).

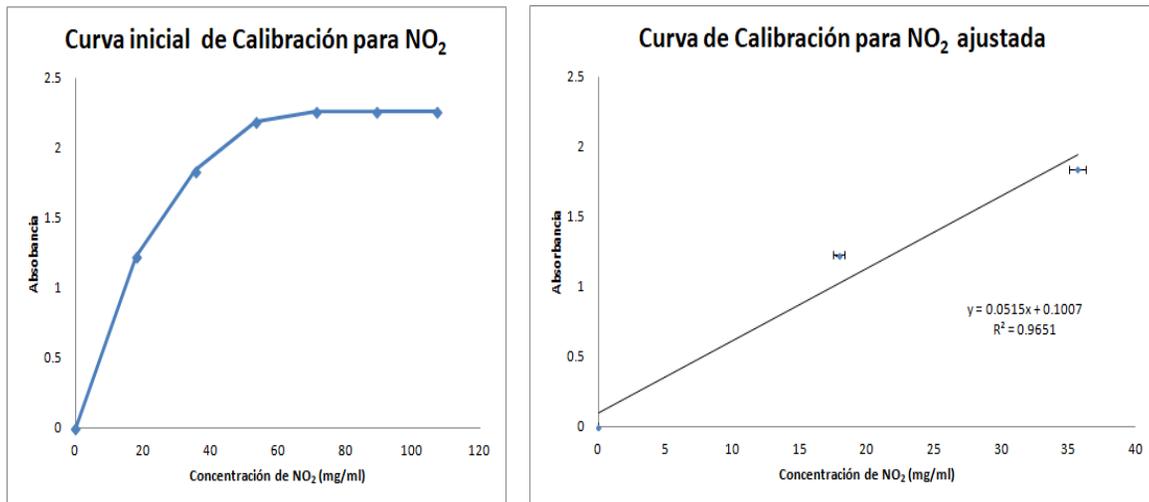


Figura 2. Curva de calibración para la determinación de NO₂. Fuente: Elaboración propia (2019)

2. CONCLUSIONES

A nivel mundial se han generado investigaciones con el Dióxido de Titanio al ser un descontaminante fotocatalítico por excelencia, pero la corroboración de este efecto en las condiciones socio políticas que presenta actualmente en el país, no es sencilla, ya que se debe contar con personal especializado, equipos en funcionamiento y reactivos químicos necesarios.

Se escoge el método colorimétrico o de espectrofotometría y las reacciones encontradas por Griess - Saltzman, siguiendo el procedimiento de su trabajo se obtiene una curva de calibración para NO₂ muy similar

Se obtiene de manera resumida una medición de concentraciones a través de una medición de longitudes de onda y comparación de las intensidades de los colores, para verificar la efectividad del revestimiento descontaminante,

El valor resultante de longitud de onda máxima fue de 559,5 nm y se obtiene una curva de calibración con un barrido general de concentraciones, para luego afinarse en un rango en donde se cumple la linealidad de la Ley de Lambert – Beer, obteniéndose el rango de concentraciones óptimas para la medición de concentraciones de NO₂ (0 a 53,60 mg/ml).

3. REFERENCIAS

ASTM D-1607. Standar test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere Griess-Saltzman reaction.

Baird, C. y Cann M. (2010). *Environmental Chemistry*. New York: W.H Freeman and Company.

Geoenciclopedia. *Capas de la atmósfera*. Extraído el 1 de Marzo de 2019 de www.geoenciclopedia.com/capas-de-la-atmosfera.

Goncalves R., Águila I. (2018). Caracterización de polvo de dióxido de titanio para su utilización en la elaboración de revestimiento con propiedades autolimpiantes y descontaminantes. En memorias de la Trienal de Investigación FAU 2018 (pp. DT – 05: 71-85)

Harrison, R. (2006). *An Introduction to Pollution Science*. RSC Publising. Cambridge-UK 267-289

Ibarlucia, D. (2016). *Determinación de NO₂ (Dióxido de Nitrógeno) atmosférico en la ciudad de Tandil mediante muestreadores pasivos y una técnica espectrofotométrica* (Trabajo final). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

ISO 6768, 2005. Ambient air. Determination of mass concentration of nitrogen dioxide. Modified Griess-Saltzman method.

Manrique, A. y Ossa D. (2010). *Validación de los métodos espectrofotométricos para la determinación de los Sox y NO_x en muestras de aire* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica de Pereira.

Palmes, E. y Gunnison A. (1976). *Personal samplers for nitrogen dioxide*. American Industrial Hygiene Association Journal. Iowa: 37 -38.

Wark, K. y Warner, C. (2002). *Contaminación Ambiental*. Editorial Limusa. Mexico: 98-106.

LA ESTEREOTOMÍA EN LAS CONSTRUCCIONES VENEZOLANAS, UN CASO REPRESENTATIVO: LA ARQUITECTURA FIGURATIVA DE SAN JUAN DE LOS MORROS

José Miguel Funes.

Candidato a Doctor en Arquitectura. FAU-UCV. arquitectofunes@hotmail.com

RESUMEN

La estereotomía como técnica que permita definir el modo de cortar los sólidos pétreos utilizados en la construcción de obras de cantería, paso a estar en desuso en el ámbito nacional desde comienzos del siglo XX, al contrastarse su relación costo, beneficio y rendimiento con la aceptación que desde entonces lograrían tener otras técnicas de mayor arraigo popular, como el bahareque y la tapia, las cuales junto a la mampostería de arcilla serían desplazadas por el uso generalizado que desde entonces alcanzaría el hormigón en la construcción de obrasen general. De a cuerdo a su naturaleza pétreo, la cantería como oficio manual había estado presente en muchas de las construcciones emprendidas desde tiempos milenarios, bien sea como soportes estructurales, revocos, ornamentos, mamposterías o sillerías, por consiguiente en nuestro país la estereotomía llegó adquirir un importante repunte a finales del siglo XIX, al contribuir con la formación académica de los ingenieros que egresaban de la Universidad Central de Venezuela, al tener que conformar una importante cátedra impartida por el Doctor de Ingeniero Roberto García, tal y como se evidencia, en la solicitud del títulos académicos realizados por los egresados en esa disciplina científica, solo por señalar algunos, tendríamos en 1886 a Ricardo Razetti (1868- 1932) reconocido como Director Científico de varias obras del Ministerio de Obras Publicas, así como también a Luis María Gonzales Cárdenas (1895-1929) quien luego de egresar por vía de una “Resolución Ejecutiva” asumiría de inmediato la cartera ministerial del MOP, luego de dirigir la construcción de varios puentes colgantes, así como la construcción del *Monumento Conmemorativo de La Puerta* en 1926, obra figurativa destinada a rendir tributo a la gesta militar desempeñada por el General Gómez en 1901, la cual por la particularidad de sus características constructivas, en las que prevalecería el uso de la estereotomía como técnica constructiva, viene a constituir el caso de estudio aquí abordado, la misma se apoya metodológicamente en una investigación documental y la diagnosis *in situ* del monumento, de cuya evaluación se llega a la formulación del proyecto operativo sustentado en criterios restaurativos dirigidos a su puesta en valor, evidenciándose la necesidad de rescatar del olvido el uso de la estereotomía para poder cumplir las acciones a seguir en obras de cantería a la vista.

Palabras claves: Estereotomía, cantería, chapado, pétreo, dovelado.

INTRODUCCIÓN

A fin de evidenciar la implementación de la estereotomía en la configuración de los chapados pétreos que revisten al *Monumento Conmemorativo de La Puerta*, permitiendo la integración estética y funcional de los demás componentes constructivos y ornamentales que lo complementan, se ha pretendido dar forma a los contenidos con los que se aspiran abordar los aspectos concernientes al eje temático relacionado con el Desarrollo Tecnológico de la Construcción. La motivación en la selección del caso escogido se fundamenta en la problemática evidenciada recientemente en la obra, tras lograr el reconocimiento colectivo en su doble instancia histórica y estética que le permitieron su designación como Bien de Interés Cultural de la nación. Por consiguiente se plantea la valoración de los elementos históricos y constructivos como parte de una propuesta restaurativa, fundamentada en la realización de la investigación documental y técnica *in situ* que garantice su valoración y rescate para su posterior trasmisión a las futuras generaciones, la misma permite sustentar la pertinente corrección de las anomalías identificadas, en tales circunstancias se presenta la problemática de intervenir una obra donde prevalecen técnicas actualmente consideradas en desuso debido a su escasa vigencia, hecho al que también se sumaría el inconveniente de acometer la intervención en una tipología constructiva cuyos datos referenciales se remontan a un tiempo y un espacio muy distante de ser manejables desde una óptica contemporánea, en consecuencia al efectuarse el acercamiento a la obra seleccionada, antes de la realización de su diagnóstico para el sustento de la formulación de un proyecto operativo, necesariamente se abordarían de manera preliminar los aspectos históricos y constructivos debido a la relevancia que estos tendrían en las sucesivas tomas de decisiones, situación que llevaría a la revisión de los antecedentes constructivos vinculados a la utilización de la estereotomía en diversas obras de relevante importancia en nuestro país. En tal sentido se persigue dar a conocer las particulares características de esta técnica constructiva, la proyección que tendría en las obras edilicias como soporte estructural y las limitaciones que llevarían a su total decadencia y en consecuencia al inminente olvido luego del auge alcanzado por nuevas tecnologías vanguardistas.

DISCUSIÓN Y DESARROLLO

1. REFERENTES HISTORICOS Y CONSTRUCTIVOS DEL PORTICO CONMEMORATIVO DE LA PUERTA

1.1 Configuración de la tipología durante la antigüedad clásica

Debido a la trascendencia que los antiguos romanos tuvieron en la construcción de obras pétreas que los llevarían a proyectarse como audaces constructores de arcos, bóvedas y cúpulas, (Choisy A. 1997) donde el uso de la estereotomía jugaría un papel fundamental a lo largo de la historia, no se destaca que la erección de arcos triunfales bajo un carácter ceremonial y conmemorativo, sería considerada como una legítima creación romana, al desconocerse que el planteamiento original de realizar estructuras portantes para rendir tributo a grandes personalidades durante el periodo imperial, haya sido emprendida con anterioridad por parte de otras civilizaciones occidentales, sin descartar por ello los aportes recibidos de otros pueblos que los precedieran en el uso de la cantería, como los etruscos, griegos, egipcios y persas. (Pesando F. y Guidobaldi, M. 2000).

Una vez que los arcos triunfales serían levantados con sólidas estructuras, por su voluminosa forma comenzaban a manifestarse como audaces construcciones públicas, logrando transmitir en el pueblo la función propagandística esperada, mediante la exhibición en sus paramentos de diversos elementos ornamentales, siendo capaces de expresar artísticamente las heroicas hazañas alcanzadas por los emperadores para quienes por lo general estaban destinados, para ello se utilizarían discrepantes elementos decorativos, generalmente expoliados de otras edificaciones, a su vez permitirían exhibir los trofeos conquistados en el campo de batalla y representaren forma majestuosa las alegóricas figuras, artísticamente expresadas en relieves y esculturas acompañadas de inscripciones laudatorias que en honor al vencedor serían realizadas.

Conceptualmente este tipo de monumento surgía intencionalmente como un elemento arquitectónico prismático exento, sin estar directamente conectado con alguna edificación específica, caracterizándose por presentar una significativa carga de valores simbólicos al ser capaces de conciliar la trilogía vitrubiana: *firmitas* (solidez), *utilitas* (utilidad) y *venustas* (estética) (Vitruvio. M. 2006). La solidez respondía a la estabilidad de la obra más allá de la simple apariencia; la utilidad a la adecuación de un destino conveniente, cambiando la función utilitaria por una figurativa, y la estética aspiraba satisfacer el aspecto sensorial, al apoyarse en los cánones de la belleza como factor esencial de la armonía,

asociada a los conceptos compositivos de orden, simetría, euritmia, unidad, ritmo, pauta, etc. No obstante, esta tipología sin perder vigencia en el tiempo, sería posteriormente asumida hasta la actualidad en diferentes partes del mundo por diversos regímenes de gobierno, los cuales seguirían persiguiendo casi los mismos propósitos en la construcción de arcos conmemorativos. En tal sentido, en nuestro país a comienzos del siglo XX, esta modalidad se manifestaría al erigir diferentes arcos efímeros o voltaicos así como sólidas estructuras portantes, bien sean estos en mampostería o en obra limpia como se evidencia en los pórticos adintelados revestidos “con chapados pétreos a la vista” decretados durante el régimen gomecista para ser levantados en San Antonio del Táchira (1913) en conmemoración del Centenario de la Campaña Admirable y en San Juan de los Morros (1926) como parte de los actos del “Día de La Paz” al cumplirse el vigésimo quinto aniversario de iniciarse la “Campaña Pacificadora” (1901-1903) en el ya señalado Sitio Histórico de La Puerta.

1.2 Referentes formales y estilísticos manifestados durante el momento creativo

Al evaluar la particularidad de los elementos que llevarían a erigir un monumento conmemorativo en el Sitio Histórico de La Puerta, siguiendo los cánones constructivos vinculados al uso de técnicas ancestrales derivadas de la cantería, para justificar la pétreo imagen corpórea que intencionalmente se aspiraba concebir, pudiera señalarse que la obra intentaba responder a la importancia que representaba para el régimen encabezado por el Benemérito Juan Vicente Gómez, (Márquez, B. 1919) por el hecho de haber obtenido una contundente victoria militar en el mismo lugar donde las fuerzas realistas en dos oportunidades llegaron a doblegar al Ejército patriotas durante la gesta independentista.

Arquitectónicamente la concepción del monumento conmemorativo procuraba compaginarse con un alto contenido ideológico que en cierta manera condicionaría su aspecto formal, definiéndose como una obra con valores originales, al ser realizada mediante la reinterpretación de antiguos elementos formales y constructivos adecuadamente acoplados a las condiciones tecnológicas imperantes en la Venezuela republicana de principios del siglo XX. Bajo tales circunstancias la prosa del presbítero Carlos Borges expresaba en el elocuente discurso inaugural las cualidades y las motivaciones que inspirarían la concepción del monumento, resaltando hábilmente la misión terrenal que tendría la figura del General Gómez, al estar predestinada “*como un designio divino*”, emulando de esa manera las acciones que en otros tiempos serían realizadas en Persia por el Gran Ciro II (559 al 530 a.C.); bajo la misma tónica se asumían de los monumentos de Persépolis, considerada en su momento glorioso como la cuarta y última capital del imperio Aqueménida, (Cattaneo M. y Trifoni J. 2004)

algunos elementos expresivos para la conformación de los componentes estilísticos y formales, justificando así la concepción del sólido pórtico pétreo levantado en La Puerta y del uso de la estereotomía como recurso constructivo imprescindible para acometer el objetivo previsto, modalidad que sería definida por algunos autores como “*Historicismo*”, término que en la arquitectura se manifestaba como un “*revival*” en la libre y excesiva “*utilización de una variedad de formas y estilos históricos del pasado*”, (López M. 2003) lo que en la práctica vendría a caracterizar en gran medida al eclecticismo predominante en la arquitectura venezolana durante la transición del siglo XIX al XX, debido a la influencia de las tendencias provenientes del Romanticismo que dominaba en la Europa decimonónica (Plassmeyer P. 2000).

En resumidas cuentas el Pórtico Triunfal de La Puerta se fundamentaba en la concepción de una pétreo estructura aporricada (Figura 1) pese a que sus componentes constructivos durante su momento creativo, serían realizados mediante una innovadora tecnología contemporánea, en la que se combinarían de manera homogénea los soportes estructurales contentivos de una armadura metálica y vaciados de concreto, los cuales estarían revestidos con chapados de piedra caliza (*opus latericum*), mediante los procedimientos tradicionales derivados de la estereotomía, bajo el pretexto de simular un aparente arco adintelado a semejanza de los realizados en las antiguas construcciones del pasado milenario, procurando de esa manera implantar falsas dovelas acopladas al intradós horizontal con sus respectivos componentes representativos: salmeres, estribos, clave y contra clave en procura de transmitir la imagen de firmeza y solidez requerida.

Los datos históricos y arqueológicos han podido identificar en el monumento algunos elementos constructivos y estilísticos que caracterizaban a los palacios de los pueblos medo-persas y que debieron ser tomados de los egipcios durante el período de dominación de esta civilización al transformarse ese territorio en la “*satrapía del Valle del Río Nilo*”, en el año 521 a.C. por iniciativa del hijo de Ciro: Cambises II (529-522 a.C.) quien lograría así alcanzar con esa virtud el glorioso título de “Faraón, vida, salud y fuerza de Egipto”. En consecuencia, sería en el legendario Egipto y no en Persia donde realmente se originarían los cánones estilísticos y formales (Choisy A. 1997) utilizados en la construcción del pétreo pórtico de La Puerta y que al parecer estarían referenciados en los angostos pasadizos que como portales flanqueados por soberbios pilonos de piedras, se acoplaban simétricamente al eje ceremonial para servir de ingreso y conexión entre los espacios internos y externos de los templos egipcios, considerados por su opulencia como expresión tangible del poder omnipotente de los faraones en el

mundo terrenal, al ser tipificados estos recintos como palacios utilizados para santuarios de los reyes y sacerdotes(Carpiceci A. 2007).

Por su parte Nikolaus Pevsner señalaría que *“el interés por las formas egipcias se remonta a través del período Barroco hasta el Renacimiento temprano aumentando considerablemente después de 1750, extendiéndose hasta bien entrado el siguiente siglo”*, (Pevsner N. 1979) lo cual evidencia la irrupción de su influencia en el campo de la arquitectura como un estilo alternativo, capaz de lograr la trascendencia de sus elementos constructivos y jugar un importantepapel en la arquitectura, al cristalizar los ideales estéticos del clasicismo romántico y proporcionar formas, características y detalles decorativos, tal como lo llegarían a transmitir los arquitectos revolucionarios al pretender impresionar sus edificios con la potencia de las masas cúbicas y la fuerza de las formas con predilección en los motivos egipcios manifestados en los muros desnudos con huecos sin enmarcar y en las cubiertas planas, ofreciendo así nuevos esquemas compositivos y otros tratamientos en los materiales. Valdría agregar que después de producirse en 1925, la exitosa exhibición de la Exposición Internacional de las Modernas Artes Decorativas en Paris, muchas edificaciones de estilo Art Decó llegarían a nutrirse de motivos decorativos tomados de diferentes culturas ancestrales, por lo que cobraría auge la simplificación y superposición de líneas, planos y figuras, así como nuevas formas de representación.

1.3 La estereotomía en los componentes constructivos del monumento

Conceptualmente el Pórtico Triunfal de La Puerta se define como un potente volumen prismático, formado por la combinación de sólidos que acoplados por yuxtaposición configuran su propia masa, superficie, orientación y forma, obviamente consta de tres dimensiones tangiblemente cuantificables (altura, anchura y profundidad) que identifican y reflejan los planos visuales del monumento en cada una de sus fachadas, totalmente revestidas por una envolvente pétreo convenientemente confeccionada mediante el uso de la técnica de estereotomía. A diferencia de los pilares en el entablamento se exteriorizan algunos repertorios egipcios en sus elementos compositivos, estos se caracterizan por el remate cóncavo de la gola periférica que se acopla a la cornisa, de igual manera en el ático se detectan los denominados cavetos o carasfrontales de las fachadas norte y sur interrumpidos por un astrágalo o longitudinalreborde intermedio, ofreciendo como punto focal el privilegiado lugar donde serían acoplados los alegóricos ornamentos simbólicos representativo de la nacionalidad, en nuestro caso el Escudo Nacional de Venezuela, como en el pasado lo pudieron haber conformado las imágenes de las diosas *“Isis”* y *“Neftis”*, sosteniendo el disco solar (Figura 2), al igual que durante el imperio romano serían colocados los medallones con las figuras de los emperadores y lasdiversas inscripciones laudatorias.

Si bien es cierto que en el monumento conmemorativo de La Puerta mediante el uso de la cantería no se aspiraba lograr la fiel elaboración de un soporte estructural a semejanza de los realizados durante la Edad Media o más recientemente en el Renacimiento español, del cual nuestro territorio como colonia de ultramar heredaría significativas muestras de lo que se lograría hacer mediante el uso de la estereotomía, tal como se evidencia en el legado arquitectónico conformado por el fortificado sistema defensivo de la costa Caribe y la ribera del Orinoco (baluartes, reductos, murallas, etc.), solo por señalar algunos de ellos: Araya, Margarita, la barra del lago de Maracaibo, Guayana y La Guaira, (Arcila E. 1961) sin descartar la particularidad de Nueva Cádiz como lo evidencian las ruinas del enclave urbano allí levantado, donde la cantería llegó a jugar un relevante papel en la edificación de la ciudad y más reciente aun, en tiempos de la república finisecular del XIX y comienzos del XX, valdría la pena destacar los ejemplos representativos de la arquitectura religiosa, materializada en las murallas estructurales portantes de la iglesia de Puerto Cabello o de la basílica de Santa Ana y Santa Teresa en Caracas. Con menos data pueden encontrarse a comienzos del siglo XX numerosas obras viarias y de servicios contentivas de muros de rocas bien sea por acopio directo del material o producto del convencional labrado de cantería, como se evidencia en las memorias del MOP durante la construcción de muros para la estabilización de taludes y construcción de pilares en puentes, sillares para la canalización y defensa de acueductos, enrocado en obras hidráulicas o de canalización: presas y tajamares. Por consiguiente se constata que la cantería después de haber tenido una activa utilización como modalidad constructiva debido a la durabilidad del componente pétreo, ha venido quedando paulatinamente al margen de las obras edilicias, y en consecuencia el uso de la estereotomía con fines estructurales se iría perdiendo en la medida que su labor sería limitada solo a la confección de revestimientos con fines netamente decorativos.

No está demás señalar, que al tallar las convencionales piezas de cantería mediante la técnica de la estereotomía, usualmente se empleaban utensilios muy precisos (Gómez F. 2008) en la implementación de los dos métodos más conocidos (Palacios J. 1999) a saber estos serían: el corte "*por robo*" el cual consistía en quitar al prisma de piedra extraído de la cantera los lados sobrantes, generalmente conformados por los desperdicios residuales que recuadran la silueta de la testa en la confección de la dovela que debía ser labrada, para ello necesariamente se contaba con un patrón de corte que se circunscribía a la silueta de la pieza requerida, en base a las dimensiones ya previamente establecidas y moteadas. Contrariamente el método de corte "*por caras*" partía de la concepción de un patrón rectangular que obtenido de la proyección plana de

una de las dovelas y de la previa existencia de un baivel o instrumento en forma de escuadra fija contentiva de dos brazos, uno de los cuales debía ser arqueado con la misma curvatura del radio de la bóveda que se aspiraba a edificar y el otro lado debía ser recto para orientarse en sentido del radio de la bóveda, de tal manera que con el baivel y el patrón en la cara del intradós se podía elaborar la pieza verticalmente, descartando los desperdicios sobrantes que no servirían de utilidad. Se ha hecho notar que estos métodos convencionalmente respondían a los particulares requerimientos constructivos de la obra que se pretendía realizar, y dependiendo de la complejidad de la solución estructural prevista estas conllevarían a un mayor grado de dificultad en el diseño de los patrones requeridos en concordancia con su correspondiente función estructural, entre estos: la definición de las trompas o pechinas como vehículo de transmisión de cargas en las superficies cónicas, solo por señalar alguno de los ejemplos referidos a la edificación de tipología religiosa de vieja data.

1.4 La materia como objeto susceptible de ser intervenido.

Hasta el momento se han venido abordando algunos aspectos filológicos, a fin de precisar los elementos de valoración relacionados con el objeto de estudio, previamente al inicio de la fase de investigación *in situ* donde a través de un acercamiento macroscópico a la materia se lograría determinar su oportuna diagnosis, bajo el respaldo del juicio crítico efectuado, se tendría como fundamento el análisis de la información recabada a objeto de efectuar la etapa proyectual en procura de lograr la corrección de las anomalías detectadas bajo el sustento de las acciones técnicamente plasmada en un proyecto operativo, que sería formulado en función de una propuesta restaurativa y de conservación, en la que tendrían cabida los tratamientos requeridos en cada uno de los componentes constructivos afectados, fundamentalmente los de tipo pétreos, mediante acciones sustentadas científicamente con la finalidad de lograr su puesta en valor, entendiendo como tal la efectiva habilitación de sus condiciones objetivas, sin desvirtuar su naturaleza, para así alcanzar la preservación de su imagen al lograr mitigar el progresivo deterioro generado como consecuencia de los efectos negativos producidos por los agentes atmosféricos, sin descartar de hecho las acciones vandálicas realizadas por el hombre y la patina que con el tiempo contribuiría a la vetustez de la obra. (Figura 3)

En relación a las técnicas de estereotomía implementadas en la construcción del Pórtico Triunfal de La Puerta se destacan de manera sobresaliente los precisos cortes angulares de las piedras calizas que intencionalmente fueron colocadas en su momento creativo como chapados pétreos sobre las superficies visibles del entablamento y de los pilares, en especial las realizadas con mayor rigor para simular el falso dovelado pentagonal denominado “salto o monta caballo” que se

acoplaba al intradós del dintel horizontal. Aunque el monumento conmemorativo se comportaría como una unidad integral, donde cada componente llegaría a cumplir una función específica, los cortes realizados en el entablamento bajo la técnica de estereotomía en la confección de los falsos *salmeres*, *la clave*, *las dovelasy los contrafuertes*, se diferenciaron notablemente de los otros cortes acoplados sobre los estribos o pilares del pórtico. Los chapados del entablamento cuentan con un formato uniforme representado por piezas en una posición que forman un “aparejo isodomo” por sus medidas proporcionales y su colocación de manera rectangular, al ser cortadas a “contra lecho” o canto con mayor precisión, presentando un mejor acabado en las caras visible del entablamento al ofrecer una textura lisa en las que se minimizan los rastros de sus cavidades, dando un aspecto decorativo en sus acabados al ocultar el mortero que permite adherir a los chapados pétreos.



Figura 1: Pórtico Triunfal de La Puerta [Revista Técnica del MOP]
 Figura 2: Puerta del Templo de Khonsu [Solé, Robert. “Viaje por Egipto”]
 Figura 3: Deterioros identificados [Diagnóstico, Arq. Miguel Funes]

La colocación de las piedras sobre la parte superior del dintel se identifican como “*chapado apanderete vertical*”, al presentar cortes angulares para el acoplamiento en hiladas de los riñones y los salmeres, esta modalidad se observa en todas las fachadas desde los estribos hasta el astrágalo. La otra posición presenta las hiladas de piedra con “*chapado a panderete horizontal*” abarcando cortes rectangulares con aparejos de sogá desde el astrágalo hasta la gola periférica, alcanzando allí su mayor grado de dificultad debido a la problemática generada por la curvatura del remate en el alero de la loseta horizontal que actúa como cubierta superior o platabanda. Contrariamente en la superficie de los pilares, se presentan los cortes de manera tosca e irregular al ser realizados con menos

cuidado, evidenciando superficies más rugosas debido a las diversas estrías formadas por la porosidad que caracterizan a las vetas como consecuencia de la manipulación de los bloques desde el momento que son extraídos y trasladados desde la cantera a la obra, quedando a la vista los morteros que en forma de membrana uniformizan superficialmente el acoplamiento de las piedras bajo el denominado método de “*mampostería concertada*”.

1.5 La Naturaleza del chapado pétreo

Es necesario dejar en claro que con miras a identificar algunos aspectos constructivos relacionados con el caso de estudio seleccionado, de forma preliminar se ha procurado puntualizar algunas características específicas de los materiales rocosos ya que estos vienen a ser poco homogéneos al presentar discontinuidades y desigualdades en diferentes escalas, por su gran resistencia y durabilidad. Su composición, características y propiedades estarían condicionadas generalmente por los procesos endógenos o exógenos que las originan, debido a los agregados minerales que las conforman, llegando a clasificarse por su naturaleza en base a su mineralogía, textura, composición química y los espacios de poros y fisuras que presentan en tres tipos: rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las utilizadas en la construcción del monumento conmemorativo de La Puerta corresponden a las del grupo de las sedimentarias, en especial a las de tipo calizas conformadas por “carbonato cálcico”, encontradas superficialmente en la corteza terrestre como resultado de los prolongados procesos de transformación derivados de la destrucción de las rocas preexistentes y su consecuente conformación de lechos por depósitos disgregados y transportados, hasta llegar a convertirse en piedras coherentemente definidas, al ser afectadas química y físicamente por los procesos de variación de temperatura, el peso de los sedimentos depositados sucesivamente, la presión originada por los efectos de los movimientos tectónicos, sin descartarse la reacción al agua, a los organismos y minerales sedimentarios, (Brotto X. 2006) siendo capaces de ser utilizados como materiales de construcción por sus propiedades físicas referidas a sus características mecánicas, hidráulicas, térmicas y dinámicas. Coyunturalmente el labrado de las piedras calizas sería efectuado en el afloramiento rocoso adyacente al emplazamiento del monumento conmemorativo, lo cual aseguraba su inmediato acarreo, mediante el probable uso de convencionales herramientas de cantería.

2. CONCLUSIONES

Al cabo de casi cien años de su inauguración, los principales componentes pétreos del monumento conmemorativo han estado sometidos a un proceso lesivo o patológico, generalmente ocasionado por diversos agentes agresores. (Alcalde

M.1990) De acuerdo a su origen estos se podrían clasificar en atmosféricos o naturales, bien sean biológicos, físicos y químicos, así como los producidos directamente por la acción del hombre en mecánicos. Al analizar el proceso patológico, se llegó a identificar las lesiones, los síntomas y el origen de las causas y sus consecuencias, con miras a subsanar la problemática detectada (en especial la referida a eflorescencias, costra biótica, película superficial, colonia de animales y de microorganismos, vegetación superior, recubrimiento con pintura o grafitis, descohesión residuos y fracturas de mortero entre otros) mediante la implementación de un adecuado proyecto operativo, debidamente formulado que se ajuste a los parámetros de intervención más adecuados en base a los criterios de distinguibilidad y reversibilidad. No obstante el desuso de la estereotomía podría significar un obstáculo a solventar en caso de reposición de algún faltante, ya que como se evidencia con la pérdida de su vigencia también ha desaparecido la mano de obra calificada, el léxico manejado y la disposición de las herramientas o utensilios a ser requeridos para la cabal intervención restaurativa.

3. AGRADECIMIENTOS

Arq. Francisco Pérez Gallego. Tutor del Trabajo Final de Grado en la Maestría en Conservación y Restauración de Monumento. FAU-UCV, Caracas, 2015.

4. REFERENCIAS

Wittfoht, H. (1975). *Puentes: Ejemplos internacionales*. Barcelona: Gustavo Gili.

Alcalde, M.; Villegas, R.; Vale, J.; Pérez, A. (1990). *Diagnosis y Tratamiento de la Piedra*. Sevilla, España: N° 400. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torrojas. Concejo Superior de Investigación Científica de la Universidad de Sevilla.

Arcila, E.(1961). *Historia de la Ingeniería en Venezuela*. Colegio de Ingenieros de Venezuela, Caracas: Editorial Arte.

Brotto, X. (2006). *Tratado Broto de la Construcción. Patología de los Materiales de Construcción*. Barcelona, España: COMERMA.

Carpiceci, A.(2007). *Arte e Historia, Egipto-5000 Años de Civilización*. Florencia, Italia: Editrice Bonechi.

Cattaneo, M.; Trifoni, J.(2004). *El Patrimonio Mundial de la UNESCO. Civilizaciones Antiguas*. Barcelona. España: Ediciones Librería Universitaria.

Choisy, A.(1997). *El Arte de Construir en Egipto*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, España: Santiago Huerta y Francisco Girón Editores./ (1997). *El Arte de Construir en Roma*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, España: Santiago Huerta y Francisco Girón Editores.

Gomez, F. (2008). *Manual de Cantería*. Palencia, España: Fundación Santa María La Real. Centro de Estudios del Románico. Ayuntamiento de Aguilar de Campo.

López, M. (2003). *Arquitectura e Historia. Curso de Historia de la Arquitectura. Volumen I*.Caracas: Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.

Márquez, V.(1919). *Semblanza del General Juan Vicente Gómez*. Caracas: Litografía y Tipografía El Comercio.

Mojo, J.(1999). *Tratado de Rehabilitación*. Madrid, España: Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica-Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, España: Munilla-Lería.

Pensado, F.; Guidobal, M. (2000). *Roma Arte y Arquitectura. La producción artística desde la etapa de los reyes hasta la era Flavia*. Colonia, Alemania: Konemann.

Pevsner, N. (1979).*Historia de las Tipologías Arquitectónicas*. Barcelona, España: Gustavo Gili S.

Plassmeyer, P.(2000).*La Arquitectura del Neoclasicismo y el Romanticismo en Austria y Hungría. Neoclasicismo y Romanticismo 1750-1848*. Berlín, Alemania: KONEMANN.

Vitruvio, M. (2006).*Los Diez Libros de la Arquitectura*. Madrid, España: Alianza Editorial.

ESTRATEGIA DOCENTE EN LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN CON MÉTODOS MIXTOS

Hernández Santana, Beatriz

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

bhernandezsantana@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo presenta una estrategia docente de diseño de investigación con el uso de métodos mixtos - cualitativos y cuantitativos - desde la perspectiva sostenible, con el objetivo de lograr una visión integral durante la formulación de los proyectos de investigación en desarrollo tecnológico de la construcción donde la diversidad de factores geográficos, ambientales, socio-culturales y económicos, demarcados por el tiempo y el espacio inciden como condicionantes. En los proyectos que combinan ambas metodologías, lo técnico, los hechos y la comprensión de la realidad se entrecruzan, produciendo en algunas ocasiones dificultades en clarificar el objeto de estudio durante la formulación. Es por ello que con base a las dimensiones del desarrollo sostenible y el uso metodológico mixto se precisa como objetivo una estrategia docente, que ayude a develar las interrogantes de la investigación frente a un contexto de variables cambiantes y diversas, donde el sujeto – en tanto sujeto social - es tomado en cuenta. Esto no es otra cosa que la definición del problema a través de la construcción del objeto de estudio. Como aporte de este trabajo, se sintetiza la estrategia y se acompaña con algunos ejemplos de resúmenes de investigaciones desarrollados por egresados del postgrado en desarrollo tecnológico de la construcción que utilizaron dicha estrategia.

Palabras clave: Estrategia Docente, Objeto de Estudio, Metodología cuantitativa, Metodología cualitativa, Métodos Mixtos

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta una estrategia para la construcción del objeto de estudio en la formulación de proyectos de investigación en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (DTC), pudiera contribuir en la formulación de los proyectos del postgrado en DTC para obtener las interrogantes claves de la investigación, resaltando el problema y allanado el proceso para desarrollar un proyecto exitoso.

La construcción del objeto de estudio se desarrolla mediante la interacción, el conocimiento de una realidad social en tanto es espacial y es temporal, con una incidencia fundamental de la percepción y acción del hombre en tanto sujeto social. Para detectar y estudiar esta realidad del objeto (problema) frente a la necesidad de una solución es necesario aceptar su existencia desde un nivel ontológico, lo cual implica la pertinencia del objeto con el entorno de su aplicación o proceso metódico, teniendo en cuenta la necesidad de penetrar los contextos y sus significados con los cuales los individuos, en tanto actores sociales, son. "(...)Construir un objeto científico implica ante todo romper con el sentido común, es decir con representaciones compartidas por todos" (concepto de Bourdieu, en Baranger, 2012).

Este concepto encuentra espacio en la lógica de trabajo de los proyectos desarrollados en tecnología de la construcción por cuanto en el proceso de la construcción del objeto de estudio aparece la necesidad de abrirnos a comprender las representaciones socio-culturales de los actores. Si bien algunas referencias nos hablan de establecer la búsqueda de interrogantes sobre un marco de referencia histórico, geográfico, político, económico, teórico, desde la perspectiva sostenible el marco ambiental y socio-cultural toman prominencia, amén del económico por cuanto son condiciones que propician la integralidad de la resolución de problemas, y esta es una de las metas más importantes en la solución de los diversos proyectos del postgrado. A continuación revisaremos variables esenciales en el desarrollo tecnológico de la construcción.

1. LA INNOVACIÓN

Para el desarrollo tecnológico de la construcción la innovación es esencial y dista completamente del invento. El punto de vista desde el cual nos enlazamos con el concepto de innovación en el postgrado es la visión inicialmente propuesta por el Banco Obrero en materia de vivienda y posteriormente desarrollada en el IDEC para la innovación de la industria de la construcción como tema de interés. La innovación lleva implícito el carácter de mejora sobre un objeto ya conocido, y el desarrollo de su sistematización y uso socialmente conocido debe ser tomado en cuenta.

En la innovación se pone de manifiesto como la lógica del diseño debe involucrar a todos los actores desde la dimensión socio-cultural del paradigma sostenible, encontrando que el objeto investigado responde bajo un significado y una representación particular y la respuesta mejorada se resignifica en cada sujeto social contemplando además las consecuencias económicas, ambientales y

sociales en el futuro. Esta es una característica que se asume desde el inicio en la problematización de los proyectos de investigación del postgrado que en su mayoría responde a la mano de obra, a los operarios, a los constructores o a los campos culturales demarcados como académico, residencial o industrial según lo indica González (1997:138-141). Además de ser técnicamente posible en el contexto para el cual se desarrollan las innovaciones.

2. LA TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

La tecnología de la construcción implica un modo determinado de transformar la realidad basado en: “un sistema de concepciones heredadas y expresadas en formas simbólicas por medios con los cuales los hombres comunican, perpetúan y desarrollan su conocimiento y sus actitudes frente a la vida” (Geertz, 1992:88).

La tecnología constituye un cúmulo de experiencias desarrolladas por el hombre en su condición social, por lo que se puede analizar como un hecho social integral, más aun encontrando que la mano de obra en Venezuela tiene una incidencia muy importante para la tecnología de la construcción. Asumimos entonces que la tecnología es una expresión cultural que contempla variables de orden económico, variables de orden político y variables de orden ambiental (Hernández, B., 2008:12), y que además se expresa en la cotidianidad de vida de los individuos que se desprende de un conocimiento instrumental aprendido de forma experiencial.

3. LA MEDIACIÓN: LA INCLUSIÓN DE LA VOZ DEL OTRO

Una innovación exitosa en el campo del desarrollo tecnológico de la construcción exige comprender dinámicas sociales, económicas y ambientales que den respuestas acordes al tiempo y espacio en el cual el desarrollo tecnológico ofrezca mecanismos satisfactorios para la mayoría de una comunidad o actores sociales. Obedece a particularidades y a globalidades que hoy exigen un acercamiento multifactorial a cada problemática que se desee investigar.

Para el DTC, las líneas de investigación y sus resultados ofrecen reflexiones sobre los enfoques y perspectivas de contexto y de tiempo. Hoy no se conciben investigaciones lineales, ni desarrollos con objetos cuantificables únicamente. Las realidades de los problemas que se asumen son esencialmente sociales por tanto *el otro/los otros*, en tanto actores sociales, están presentes y el factor de mediación y de comprensión cultural se hace inevitable.

Desde la condición multifactorial, la realidad de la dinámica social requiere asumir perspectivas que respondan al paradigma cualitativo, al paradigma cuantitativo o a un paradigma mixto. Así, las categorías para el desarrollo de problemas deben surgir de los actores sociales, con una orientación del diseño hacia lo local, y no únicamente desde lo universal. Lo sostenible pide entonces una reorganización y nuevas formas de producción, aceptando que estos criterios se irán modificando en el tiempo según las necesidades de cada momento.

La diversidad y complejidad de visiones, realidades, significados e imaginarios que aparecen hoy día en los estudios del postgrado en DTC, son las vertientes que se abren con mayor fuerza a la comprensión del problema de las tecnologías constructivas y su aplicación en los entornos. Esto último permitió esclarecer la necesidad de profundizar, quedando claro que era necesario manejar el problema de forma integral y no desde un componente constructivo u objeto aislado, como lo fue durante la industrialización del país, hacia la mitad del siglo XX. Esto significó poner el énfasis en *el habitar*, y con ello construir el objeto de investigación desde la mirada que aporta la hermenéutica como disciplina.

4. ESTRATEGIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

En el campo de trabajo en el DTC, hechos y comprensión de la realidad se entrecruzan, por ello en las dimensiones del desarrollo sostenible cabe la posibilidad de proyectos de corte metodológico cuantitativo y de corte cualitativo y como ya ha sido mencionado. La postura de Guitián (2010), proveniente del campo de las ciencias sociales pero con una vasta experiencia en el campo y la disciplina de la arquitectura, desde lo profesional y desde lo académico, consiguen extraer datos esenciales fundamentados en las teorías sociales para direccionarlas más tarde en el sector de estudios ambientales, de diseño y en la tecnología de la construcción.

Una síntesis apreciada en este contexto para la construcción del objeto de estudio en proyectos de investigación la obtuvimos en el año 2010 durante la participación de Guitián en el PDTC, dando cabida al reconocimiento de la diversidad metodológica (multifocal) que ayuda a despejar las interrogantes en las diversas etapas de una investigación en desarrollo.

Para ello Guitián comenzó por agrupar aspectos tales como: Modos de hacer, Estado del arte, Bibliografía, Experiencia práctica, la Auto etnografía y el Imaginario como datos que arrojará el desarrollo de la investigación, tal y como lo expresa un cuadro resumen tomado de sus notas docentes en el 2010. De lo que

expone, de sus notas docentes y desde su pensamiento se sintetiza que lo expresado merece en sí mismo un estudio de conceptos sociológicos que no abordaremos en esta instancia porque no es el fin de este trabajo, de manera que nos concentraremos en la manera de usarlos en los proyectos de DTC que pueden abrirse a una estrategia organizativa de las interrogantes de la investigación como se muestran más adelante en el cuadro N° 1 y que resulta provechosa en este ámbito.

A continuación se presentan las categorías que formarían parte de la estrategia organizativa para ser desarrolladas con la particularidad de cada proyecto de investigación (Hernández, B., 2017):

- **Modos de hacer** : “La arquitectura como sistema formalizado de saberes que anticipa la posibilidad de la materialización del artefacto, lo que se conoce como el proyecto arquitectónico, es el momento en que se conjugan la imaginación y la creatividad con el proceso operativo sistemático de prefigurar la realidad. Saberes acumulados que se nutren de la filosofía, la ciencia, la tecnología, el arte y del pensamiento trascendente como compendios del espíritu de los tiempos (...)” (Gutián, 2000: 211). La experiencia y la tradición arquitectónica influyen de manera directa en la concepción que se formula en los proyectos.
- **Estado del arte**: con ello se compila la experiencia que existe sobre el tema que se investiga y que se encuentra registrado.
- **La bibliografía**: expone todos los autores que han trabajado el tema central de la investigación o los aspectos que enlazan la temática.
- **Experiencia práctica**: existen un cúmulo de actividades y modo de hacer instrumental, tangible, que se manifiestan en comunidades, localidades con determinadas habilidades.
- **La auto etnografía**: La experiencia personal aparece en primera instancia en la autoetnografía con lo cual el investigador reconoce la experiencia y fortaleza hacia un tema específico. Se registra que el investigador –desde su campo cultural– trae un cúmulo de experiencias y conocimientos que dan un carácter especial al tema a investigar. Los proyectos enfocados desde el paradigma cualitativo como desde el paradigma cuantitativo llevan implícita esta condición propia del autor, que en los casos cualitativos es menester exponer como parte del protocolo y hacerlo explícito. En el protocolo cuantitativo no es necesario realizarlo de la misma manera. En el caso de los proyectos realizados en desarrollo tecnológico de la

construcción, no ha sido común trabajar la metodología cualitativa o mixta pero la experiencia que se ha ido probando con las de seis proyectos ha dado resultados positivos y por ello lo incluimos en esta categoría.

- **El imaginario:** Es un concepto extraído de la sociología, creado por Cornelius Castoriadis (1975). En el imaginario está presente la historia desde la dimensión social y cultural, entre otras, y este concepto se presenta tanto a nivel individual como colectivo. Para el campo de investigaciones tecnológicas y de la construcción aparece como uno de los apartes importantes de la información a recoger. En Guitián, además se toma la referencia de patrimonio, ósea imaginario patrimonial como aquel “que constituye un comando de, prácticas, sujetos y artefactos que asigna una determinada significación a las expresiones culturales de la sociedad. Consiste en la suma de valores asignados por la sociedad, en un espacio y un tiempo determinado, al conjunto de bienes naturales, económicos, políticos y culturales que se define como la riqueza de dicha sociedad para ese momento histórico y es, a la vez, el legado o herencia social para las generaciones futuras” (Guitián, 2000: 212). Su comprensión como concepto se involucra desde la actividad antropocéntrica de la tecnología con toda la carga de significados temporales de los objetos, de los procesos y sobretodo de la transferencia de los resultados a un entorno social, como ya se ha venido explicando en los puntos anteriores. En proyectos del PDTTC, aparece muy relacionado con el campo de estudio y se hace implícito al marco histórico en algunos casos. Concede su carga de importancia en sociedades como la venezolana donde el auge industrial fue veloz en algunas etapas del siglo XX, obviando significados apreciados en las técnicas constructivas que manejaban algunos pobladores donde se evidenciaban interrupciones o vacíos del imaginario constructivo.

- **El tema como problema:** seleccionar un tema en el desarrollo tecnológico de la construcción nos coloca frente a una perspectiva y al tránsito de una experiencia para su desarrollo. Perspectiva que responde –en el IDEC en este caso– a las líneas que se han desarrollado a lo largo de la vida institucional de más de cuatro décadas y que obedecen a unas necesidades sociales y de innovación, temporales y espaciales que se relacionan con el imaginario social antes comentado. Su escogencia igualmente es resultado de la experiencia previa desarrollada por el investigador y su relación con factores de conocimiento de tipo político, económico, ambiental y cultural.

Con cada una de las categorías antes mostradas, Guitián deja entrever un camino para aglutinar las fuentes de las interrogantes de la investigación que se jerarquizan durante el desarrollo del proyecto como a continuación se observa en el siguiente cuadro N°1.

La estrategia como queda plasmado en el cuadro N° 1, ayuda a comprender las partes que va construyendo cada investigación con sus interrogantes. Es importante aclarar que los términos que se leen en la tabla son factible en los proyectos desarrollados en el PDTC que se desarrollan en el área ambiental, tecnológico, experimental y/o constructivo, con un eje transversal de dimensiones y variables medibles para soluciones urbanas y sociales (Hernández, B., 2012).

Cuadro N° 1: Síntesis para la construcción del objeto en proyectos de desarrollo tecnológico de la construcción

LA FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION				
Del Tema al problema de Investigación				
	TEMA	PROBLEMA	CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO	
	Interés de Investigación	Vacio de conocimiento: Problematización	Reconstrucción articulada	
Modos de hacer		Formular interrogantes	Definición del problema	Aproximaciones
Estado del arte	Qué ha hecho quién y cuanto	Fuente de interrogantes		
La bibliografía	Las perspectivas teóricas			
Experiencia practica	Recorte de la realidad a partir del hacer			
La auto etnografía	Recorte de la realidad a partir de la reflexión (del pensar)			
El imaginario	Banco de imágenes	Elaborar las interrogantes claves	Elaboración de objetivos	Diseño de investigación
		Sistema de interrogantes		

Fuente: Dyna Guitián (2010), a partir de sus notas docentes. Elaborado por Beverly Hernández (2010).

5. LAS INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN

Proponer una estrategia metodológica que ayude a incorporar el dinamismo y la variabilidad propios a cada investigación contribuye a encontrar un enfoque que permita la construcción de interrogantes ante una realidad cambiante y diversa de los procesos. En este sentido, las primeras interrogantes de la investigación alimentan la búsqueda y el desarrollo del proyecto y con su jerarquización, el investigador va incrementando su nivel de información destacando los objetivos y las variables con los cuales identificará la conveniencia de trabajar desde una metodología cuantitativa o cualitativa según el dato que desee incluir en la investigación y los resultados que busque obtener. Estas interrogantes se suelen plantear en una etapa temprana y muy abstracta de los proyectos, a partir de las cuales se despejan dudas concretas dejando entrever cómo desarrollar y construir los objetivos tanto para proyectos experimentales como para aquellos otros desarrollados desde una visión cualitativa.

5.1 A manera de ejemplo

Como ejemplo, se reseña algunos trabajos de investigación desarrollados y culminados del postgrado bajo la tutoría del autor como contribución a despejar dudas de lo anteriormente explicado.

- *Mantenimiento de edificaciones: patologías en edificaciones de viviendas multifamiliares en Caracas.* Autor: Fernando J. Flores García (2015).

Resumen:

“Propone un plan de mantenimiento que permite a las juntas de condominio prolongar la vida útil y revalorizar sus edificaciones dentro del contexto de la ciudad de Caracas. Se utiliza la metodología de investigación mixta como herramienta para obtener información valiosa acerca del funcionamiento actual del mantenimiento de edificaciones multifamiliares, aplicando herramientas de la metodología cualitativa, como las entrevistas abiertas y semi-estructuradas, e incluyendo aspectos de la metodología cuantitativa, cuantificando la incidencia de las distintas patologías de mantenimiento detectadas en los edificios multifamiliares. La herramienta de evaluación se aplicó a cinco casos de estudio, evaluando y comparando a través de cuadros de entrevistas y patologías eléctricas, estructurales y sanitarias. Los resultados permitieron proponer un Plan de Mantenimiento de Edificaciones de Vivienda Multifamiliar” (Flores, 2015).

Durante el desarrollo de este trabajo se propuso la necesidad de revisar un problema de la patología de edificios, mantenimiento con más de treinta años de

construidos. El trabajo de campo de dicho proyecto requirió llevar a cabo una etapa hermenéutica con los actores de las juntas de condominio. Durante el proceso de interrogantes de la investigación y desde la postura paradigmática de la sostenibilidad, el investigador deseaba indagar como llevar a cabo la aplicación de tecnología de mantenimiento en edificios con un uso racional y de bajo impacto ambiental y comprender la actividad de los actores de las juntas de condominio, principales protagonistas que demandan respuestas sistematizadas. Esto condujo a su exploración y desarrollo desde dos metodologías que se complementaron con el uso de métodos cuantitativos y métodos cualitativos.

- *Lineamientos para la planificación sostenible en sectores de barrios informales. Caso de estudio San Agustín del Sur, Caracas. Autora: Giovanna Lo Voi (2015).*

Resumen:

“Se trata de una investigación sobre la comprensión de las relaciones del Estado y las comunidades sobre proyectos de habilitación física de barrios informales en Venezuela, para vislumbrar los procesos de concepción y ejecución de los mismos que no satisfacen en su mayoría a sus pobladores, cuestión que se manifiesta en planes y proyectos inconclusos que se conjugan en la degradación de sus espacios comunes y viviendas, producto de una planificación espasmódica, incoherente y poco hilvanada en el tiempo. Esta carencia de planificación adicionalmente no contempla un desarrollo sostenible en cuanto a infraestructura, interconexión de las redes de servicio, mitigación de riesgos, etc., aumentando así la vulnerabilidad de estos sectores. Se escogió como trabajo de campo el sector San Agustín del Sur, por denotar en los últimos tiempos, transformaciones e intervenciones (a manos del Estado y de sus habitantes), con características físico-espaciales excepcionales dadas a su morfología y ubicación. Como aporte final a los resultados, el autor propone lineamientos generales, a partir de la integración de las variables obtenidas, incluso para nuevos proyectos de habilitación, proponiendo una sistematización, con miras a extrapolar y beneficiar a otros sectores de similares condiciones” (Lo Voi, 2015).

Este trabajo requirió proponer tecnologías de construcción innovadoras para barrios informales de Caracas, revelando cómo desde el Estado se intentan proponer programas de rehabilitación en el caso del barrio San Agustín del Sur, desconociendo a los habitantes, sus hábitos, las consecuencias de los recursos invertidos, el proselitismo de estos programas que en su mayoría quedaban inconclusos para su comunidad y sin mantenimiento para su uso y disfrute posterior. Así, se propició una búsqueda desde el paradigma hermenéutico dejando al descubierto una trama desconectada y sin seguimiento de proyectos no

concluidos, logrando como respuesta final un esquema claramente identificable de actores y recursos para llevar a cabo respuestas coherentes que tomasen en cuenta la dimensión cultural, la dimensión ambiental y la dimensión económica. Un trabajo cualitativo con una vertiente de tecnología de la construcción para barrios informales donde el paradigma sostenible se presenta como una postura esencial en los resultados buscados. Para el despeje de las variables de estudio, fue esencial reconocer el valor (comunidad y profesionales), de los actores que se involucraban en el estudio de caso, por ello, la estrategia fue desarrollada bajo metodología cualitativa.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La construcción del objeto de estudio en las investigaciones requiere de una estrategia que ayude a los estudiantes que inician el postgrado en DTC sin experiencia previa de investigación. El lograr agrupar las interrogantes del problema a desarrollar desde una etapa temprana del proceso permite detectar rápidamente el camino metodológico que requerirá la investigación y sus resultados.

El investigador, al asumir estas interrogantes, debe conocer su blindaje metodológico en la solución de los objetivos ya sea con métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos. Por ello, es necesario conocer cómo utilizarlos para no incurrir en falsos problemas, y lograr la imperiosa tarea de construir las interrogantes del problema como un problema integral.

Las exigencias de hoy en la actividad investigativa en tecnología de la construcción demandan conocer, interpretar y urdir aspectos sociales en lo tocante a lo cultural de las comunidades para un tiempo y un espacio determinados, frente a los retos cada vez más apremiantes de la sostenibilidad y las consecuencias sociales, culturales, políticas, ambientales y económicas. Por tanto, se comprende que la forma como se ha abordado las interrogantes para definir el objeto de estudio en temas de construcción sostenible demanda una estrategia flexible por la amplitud de las dimensiones que pueden abarcar los distintos proyectos de investigación y los cruces con variables de tipo político, cultural y técnico.

7. AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer al comité de las XXXVII Jornadas de investigación del IDEC, así como a la FAU y UCV por la realización de dicho evento.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baranger, D. (2012). *Epistemología y metodología en la obra de Pierre Bourdieu*. Pasadas. 2^{da} edición, 1^{era} electrónica.

Castoriadis, C. (1975). *La institución imaginaria de la sociedad*. Barcelona. Tusquets editores.

Flores, F. (2015) *Mantenimiento de edificaciones: Patologías en edificaciones multifamiliares de Caracas*. Trabajo Especial de Grado. VI Especialización en desarrollo tecnológico de la construcción. IDEC-FAU-UCV.

Geertz, C. (1992). *La interpretación de las culturas*. Primera edición 1973. Barcelona. Editorial Gedisa.

González, E. (1997). *Diez ensayos de cultura venezolana*. Caracas. 1era edición 1991. Fondo cultural Tropicys-Ciscuve-Conac.

Gutián, D. (2010). *La formulación del problema de investigación*. Notas docentes para la asignatura Introducción al desarrollo tecnológico de la construcción, del PDTTC. Inédito. Caracas. UCV-FAU-IDEC.

Gutián, D. (2000) "Arquitectura, patrimonio del mundo construido", *Revista Tierra Firme* n° 70, año 18, Vol. XVIII (p. 205-215). *Revista de historia y ciencias sociales*. Caracas. Conicit-Conac.

Hernández, B. (2017). *La construcción del objeto de estudio en el postgrado de desarrollo tecnológico de la construcción. Una línea de tiempo hasta la visión sostenible*. Caracas. *Revista Gestión I+D Vol 02 N°02*. FACES-UCV.

Hernández, B. (coord.) (2012). *25 años de Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Resúmenes de maestría y especialización*. Caracas. Ediciones FAU-UCV.

Hernández, B. (2008). *La producción cultural del espacio habitable. La vivienda de interés social en Venezuela. Un estudio exploratorio para una perspectiva integral*. Tesis Doctoral. Caracas. FAU-UCV.

Lo Voi, G. (2015). *Lineamientos para la planificación sostenible en sectores de barrios informales. Caso de estudio San Agustín del sur, Caracas*. Trabajo de Grado. IX Maestría en desarrollo tecnológico de la construcción. Caracas, IDEC- FAU-UCV.

LA RELACIÓN FORMA-CONSTRUCCIÓN EN LA ARQUITECTURA DEL SIGLO XVIII EN VENEZUELA

Francisco Alfonso Pérez Gallego

Sector de Historia y Crítica de la Arquitectura, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, correo: franpergal@gmail.com/ Doctorado en Ambiente, Design e Innovazione, Facultad de Ingeniería, Universidad della Campania Luigi Vanvitelli, correo: franciscoalfonso.perezgalleco@unicampania.it

RESUMEN

El uso de tipos y trazados regulares y modulares fue un rasgo característico de la arquitectura europea de la Ilustración. Esta coincide con la producida en la última etapa del periodo colonial, bajo la regencia de la Casa de Borbón. Si bien seguía apegada a los sistemas constructivos tradicionales, en correspondencia con las condiciones económicas y recursos existentes, cuando comenzaban a fluir procesos industriales en otros contextos, utilizó el estudio y proyecto como instrumento de control de las variables físico-ambientales del lugar, además de las funcionales, derivadas del programa. La labor de los ingenieros militares fue decisiva en su concepción y consecución, quienes además de los proyectos de fortificaciones, incursionaron igualmente en los de arquitectura civil, doméstica y religiosa. El objeto de la presente ponencia se centra en demostrar este rasgo como valor, a través de la revisión analítica de documentos que evidencian cómo el manejo racional de las formas, a través de las interacciones geométricas y relaciones matemáticas entre éstas, fueron claves para facilitar los procesos de replanteo y ejecución de las obras. Lo anterior se manifestó en el uso de esquemas planimétricos fundados sobre composiciones que conjugan el triángulo, el cuadrado, el círculo o polígonos regulares y estelares. Ello, aunado al manejo de la simetría y la modulación de ritmos repetitivos adaptados a los materiales y capacidad técnica, favoreció la racionalización dimensional de los elementos portantes y luces en cubiertas y entresijos. Tales estrategias perseguían criterios de economía anunciando tópicos que se asocian con la búsqueda contemporánea de la sostenibilidad.

Palabras clave: Relación forma-construcción, Historia de la Arquitectura de la Ilustración en Venezuela, Arquitectura militar del periodo colonial, Arquitectura civil del periodo colonial, Sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

El objeto de esta ponencia se centra en resaltar cómo el manejo de las formas de la arquitectura desarrollada durante la Ilustración en Venezuela se vincula con las ideas reformistas promovidas por la monarquía borbónica en sus posesiones marcadas por la racionalización de los procesos productivos en pro de la economía de medios, lo cual se enlaza a la vez con las estrategias constructivas desarrolladas tanto en los aspectos materiales, como con las técnicas y mano de obra disponibles.

El asunto se circunscribe a una línea de investigación en que venimos trabajando, focalizada al problema de la arquitectura venezolana de la última fase del periodo colonial en el arco cronológico comprendido entre 1700 y 1830. La asunción de la Corona española en 1700 por parte de los Borbones, de la mano de Felipe V, marcó un *tour de force* en las políticas y con ella de las obras públicas, respecto a las realizadas en las etapas bajo la regencia de las Casas de Trastámara y de los Austrias o Habsburgo, siendo continuada y consolidada por sus sucesores. Los Borbones desarrollaron políticas racionales a favor del progreso de la economía, defensa, salud, educación y cultura, influenciados por el espíritu de la Ilustración.

Entre otros aportes, bajo sus regímenes se crearon en España la Real Academia Militar de Matemáticas y Fortificación (1720) y la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1752), inspiradas en la Academia Real y Militar del *Exercito de los Payses-Baxos* y la Academia de Bellas Artes de París, respectivamente. Estas instituciones tendrán marcada influencia en la introducción de patrones racionales y científicos en el campo de la ingeniería y en la disolución del Barroco a favor del Neoclasicismo en el de las Bellas Artes, conjugándose en las manifestaciones arquitectónicas, ejecutadas principalmente por ingenieros militares. Los temas, los programas y con ellos las formas y técnicas constructivas para su materialización cambiaron notablemente. Sus aires se extendieron a los territorios de ultramar; entre ellos, a las provincias que formaron la Capitanía General de Venezuela.

Esta fase es trascendental para Venezuela, ya que se asocia con su germen geopolítico, cuando se constituyó en Capitanía General (1777), como parte de dichas estrategias borbónicas de control territorial, producto de la reagrupación de provincias otrora diseminadas entre la Real Audiencia de Santo Domingo, dependiente del Virreinato de la Nueva España y la Real Audiencia de Santafé de Bogotá, dependiente del Virreinato del Perú, elevada luego a Virreinato de Nueva Granada. El proceso se fue abonando mediante reformas en los diferentes campos. Entre otras se fundaron nuevas instituciones, como la Real y Pontificia Universidad de Caracas (1721-1722), germen de la actual Universidad Central de

Venezuela a partir de la conversión del Real Colegio Seminario Santa Rosa de Lima (1673), así como la Academia de Geometría y Fortificación (1760) de Nicolás de Castro, en el ámbito educativo cultural; la Real Compañía Guipuzcoana de Caracas (1723), la Real Hacienda de Caracas (1776), la Real Intendencia del Ejército de Caracas (1776) y el Real Consulado de Caracas (1793), en los campos político y económico, además de la Real Audiencia de Caracas (1786) en el plano legal y judicial.

A pesar de estos hechos sustanciales, no obstante, la Historia de la Arquitectura local ha diluido este periodo dentro del compendio de la arquitectura colonial en su conjunto. Nos planteamos demostrar cómo también en el ámbito arquitectónico se produjeron diferencias manifiestas a través de la revisión de proyectos y obras, en los que se ponen en evidencia los cambios compositivos y constructivos, que sutilmente se fueron dejando filtrar, influenciados por las ideas racionales impuestas por la Ilustración y el Neoclasicismo que se estaban diseminando en Europa.

La relación entre la forma y las técnicas constructivas es uno de los tópicos donde se evidencia la racionalización de los procesos edilicios. Para ello optamos por revisar casos relevantes, tanto de obras ejecutadas como proyectos que quedaron en papel, debido a su escala ambiciosa y al estallido del proceso independentista. Se reconocieron ejemplos pertenecientes a los 4 géneros de la clasificación temática vitruviana, adoptada por Graziano Gasparini en el estudio de la arquitectura colonial venezolana: religioso, militar, civil y doméstico. Se examinaron 12 casos en el tema religioso, 12 en el militar, 12 en el doméstico, de los cuales 3 corresponden a casas de hacienda y 9 a casas urbanas y finalmente otros 12 en el civil, compuestos por 6 de arquitectura médico asistencial, 3 de tema administrativo comercial, 2 en el educacional y 1 en el ámbito cultural. Apartir de estos se analiza cómo el manejo formal fue un instrumento de racionalización del proceso constructivo y de empatía con las ideas que estaban en boga en Europa.

1. PONENCIA, A MANERA DE ANALISIS

La sistematización del proceso de diseño fue búsqueda incesante de los arquitectos de la Ilustración. Figura clave de ello fue la representada por el arquitecto Jean Nicholas Louis Durand (1760-1834), en la Francia finisecular a través del método que elaborara para enseñar composición a los cursantes de Ingeniería de la Escuela Politécnica de París. Su texto *Précis des leçons d'architecture données à l'école polytechnique* (1802-1805) devino en guía para regir la composición que tuvo vigencia a lo largo del siglo XIX (Durand, 1802). No

obstante, el espíritu de estos textos sintetizaba el racional ánimo taxonómico de otros tratados publicados desde el siglo XVII en busca de la esencia misma de la arquitectura.

Debemos resaltar que, aunque a nivel de la Historia sociopolítica de Venezuela esta fase forma parte del periodo colonial, desde las disciplinas urbana y arquitectónica debe ser revisada de forma independiente ya que sus rasgos se fueron desmarcando respecto a los de los siglos precedentes. Este aspecto no ha sido suficientemente valorado, diluyéndose dentro de la visión globalizadora de la arquitectura colonial como un compendio homogéneo, sustentada sobre aspectos como los sistemas constructivos y las raíces árabe-mudéjares, sin atender a las variantes estilístico-formales ejecutadas a lo largo de los 3 siglos del dominio español, que transitaron del tardo Gótico al Renacimiento, pasando por el Manierismo y el Barroco, hasta el Neoclasicismo en sus últimos tiempos.

Entre otros cambios, la arquitectura efectuada en este periodo se inclina hacia nuevos temas, que, sin abandonar el religioso y el militar, como consecuencia del ideario ilustrado incrementara su atención por la arquitectura civil y doméstica. La inserción paulatina de ingenieros militares en la actividad proyectual del tema civil y religioso es una singularidad, que en el caso de América opaca la reducida labor de arquitectos y maestros mayores de Arquitectura. Ellos prestarán gran atención al proyecto como instrumento de planificación racional de la intervención, en función de minimizar los imponderables de la obra.

En consecuencia, las configuraciones, al margen del uso, parten de esquemas tipológicos y organizativos claros, racionalmente estructurados a partir de formas basadas en la geometría euclidiana. Triángulos, cuadrados, rectángulos, círculos y polígonos, sencillos o estrellados rigen los esquemas planimétricos como herramienta ordenadora del programa y la volumetría. Ello da origen a conjuntos edificados por adosamiento, superposición y encastrado de formas de jerarquías indiferenciadas, rasgo singular de la arquitectura de la Ilustración (Kaufmann, 1974). Cubos, prismas, cilindros, pirámides y semiesferas forman los cuerpos o las partes de los edificios. Este rasgo también se hizo presente en el contexto de la arquitectura venezolana del siglo XVIII y hasta muy avanzado el XIX, manifestándose de manera elocuente en unos temas más que en otros, cuyo examen referimos a continuación:

1.1 Arquitectura religiosa

La docilidad de la planta basilical y sus potencialidades para la modulación la convirtieron en instrumento de múltiples aplicaciones para resolver el tema religioso. Su utilización temprana desde el siglo XVI en las iglesias de La Asunción

(1571-1621) y Santa Ana de Coro (1583-1634) dieron muestras de su versatilidad para adaptarse a dos contextos diferentes. Durante el siglo XVIII se potencia para dar solución a los procesos de nueva edificación y reconstrucción estable de templos levantados al inicio como precarios bohíos (Martí,1969).La vitalización de este patrón puede asociarse en el caso venezolano a su sencillez espacial y en tanto constructiva, como recurso para racionalizar el proceso de edificación que se desarrollaba en los siglos precedentes de manera empírica. Si bien muchas iglesias ya se habían levantado de manera transitoria, en el siglo XVIII se consolidan con estructuras sólidas de materiales no perecederos.

La revalorización de los patrones clásicos instada por el Neoclasicismo debió contribuir al apuntalamiento y permanencia del tipo basilical de origen romano en el siglo XVIII. Se toma como base dividiendo los espacios en módulos repetitivos que permiten conformar las cubiertas por partes, facilitando las labores en fases, pero a la vez en correspondencia con las aspiraciones clásicas en el orden formal. El tipo, no obstante, también se perfecciona y en casos se enriquece con capillas laterales, galerías, campanarios u otros recursos, dando origen a variantes singulares. Diversos ejemplos testifican la relación entre las formas y los recursos constructivos en las iglesias. En ello fue capital la contribución de los ingenieros militares y clérigos con conocimientos en las artes de la construcción. Acompañando al tradicional techo de pares y nudillos que se siguió utilizando, se añaden otras soluciones en cubiertas con alusiones formales a sólidos platónicos tomadas del lenguaje clásico.

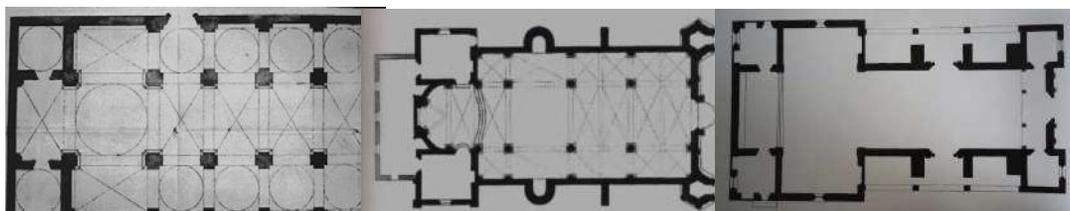


Figura 1: Planta Catedral de Angostura;
Figura 2: Planta Iglesia de San Antonio de Maturín;
Figura 3: Planta Iglesia de Clarines (Gasparini, 1976).

Cúpulas hemisféricas como cubiertas de mampostería de ladrillo o como falso techo con entramado de madera y escayola, vinculado con las armaduras, se manifiestan en los proyectos de las nuevas iglesias parroquiales y catedrales que, aunque se concluyen en el siglo XIX, fueron planeadas todas por ingenieros militares del siglo XVIII. Esta singularidad se presenta en la Catedral de Nuestra Señora del Socorro (1760 ca. -1814), de Valencia, proyectada por Pablo Morillo (1778-1837); Santo Tomás o Nuestra Señora de Las Nieves (1771-1841), en Angostura (Fig.1), planeada por Bartolomé Amphoux (1734-1819); San Baltasar de

Los Arias (1770-1898), en Cumanacoa, por Juan Antonio Perelló (s.f.- S. XVIII) y San Pedro y San Pablo (1800-1818), de Maracaibo, por Carlos Miyares (1789-1818).

Chapiteles piramidales de ladrillos de 4, 6 u 8 aguas, en los campanarios ocubiertas de tejas a 4 aguas en los presbiterios se exteriorizaron en iglesias como San Antonio de Padua de Capayaguar (1713-1794), en San Antonio de Maturín (Fig.2); en La Concepción (1750 c.), de Píritu; en San Antonio de Padua (1752- 1789), de Clarines(Fig.3) o en Nuestra Señora del Pilar (1727-1767), de Araure (Gasparini,1976).

En general, aunque estos casos se fundamentan sobre el tipo basilical, lo explotan hasta los límites de la racionalidad, al componer el edificio a partir de la repetición, adosamiento y reagrupación de módulos intercolumnios. Domina el módulo de entre 4,50 a 7,50 metros de lado (15 a25 pies), que eran los límites máximos de luz que se podían cubrir con las técnicas de mampostería y carpintería disponibles en el lugar. Caso paradigmático de correspondencia entre forma, espacio y sistema constructivo es la iglesia de San Antonio de Maturín o Capayacuar, construida bajo la dirección del fraile capuchino Juan de Aragües (Gasparini,1976), cuya planta se estructura a partir de la repetición de 26espacioscuadrados. Cubiertos todos por cielorrasos en bóvedas de arista, 10presentan base cuadrada y 16 base oblonga o rectangular, de proporción 1:2, respecto a los móduloscuadrados. Otro ejemplo significativo es la iglesia Nuestra Señora del Pilar de Araure en la que el espacio del coro deviene en el módulo intercolumnio repetitivo empleado en la nave mayor.

En el caso de la Catedral de Caracas, ampliada también durante el siglo XVIII (1723) hasta alcanzar las 5 naves, Depons refería a inicios del siglo XIX, “seapoya en veinte y cuatro pilares, dispuestos en cuatro filas en sentido longitudinal. Las dos filas del centro forman la nave mayor, de veinticinco pies de ancho, y las otras dos marcan las naves laterales, anchas de doce pies y medio cada una, de esta suerte, la nave central viene a ser dos veces más ancha que las laterales” (Depons, 1960).

1.2 Arquitectura militar

En la arquitectura militar se acentuó también el empleo de esquemas tipológicos y soluciones formales racionales. A pesar de su desfiguración ulterior, los planos de los edificios construidos que han pervivido hasta el presente lo evidencian. Buena parte de estos pueden ser analizados por su desagregación en formas básicas. La traza más utilizada fue la abaluartada de base cuadrada, con4 bastiones lanceolados, siguiendo el patrón del Castillo del Neptuno (1501-1503), de Antonio

da Sangallo (1455-1534). Habiéndose empleado con éxito durante los siglos XVI y XVII, mantuvo vigencia durante el siglo XVIII. En algunos de aquellos casos, el esquema se deformaba para adecuarse a las condiciones topográficas y programáticas, pero ahora se emplea con toda su abstracción, acondicionando el terreno para su implantación. Fue la traza que persiguiera el fallido proyecto de Antonio Jordán (s.f.-1741) para un "fuerte con cuatro bastiones" (1738), en Angostura del Río Orinoco; el plan original del castillo San Diego de Alcalá (1747), en Los Castillos de Guayana, proyectado por Gaspar de Lara (s.f.-s.f.), así como el fuerte San Carlos (1769), de La Guaira(Fig. 4), de Juan Miguel de Roncali y Estefanis (1729-1794) (Capelet al.,1983; Gasparini,1985).

Otro esquema que imperó a nivel de proyecto, menos en su consecución, fueron las fortalezas abaluartadas de planta estelar de 5 y 6 lados, regulares o sus derivaciones. De 5 fueron el esquema inicial del fuerte San Felipe (1732-1743), de Puerto Cabello(Fig. 5), según proyecto original del ingeniero Juan Amador Courten (1696-1745) y las fallidas propuestas para fortalecer las colinas de La Caranta (1775), en Pampatar, de Miguel González Dávila(s.f.-1792) y La Asunción (1772), de Juan Martín Cermeño (1700-1773). Los dos primeros se basaron en un esquema pentagonal simétrico alargado transversalmente, respecto al eje de simetría desarrollado entre el acceso y un baluarte-plataforma de flancos reducidos ubicado en el vértice opuesto. De 6 en tanto fueron los patrones del primer proyecto para reforzar La Asunción (1700), de Bartolomé Amphoux y Juan Antonio Perelló, con un baluarte destacado adicional(Fig. 6), así como la propuesta fallida, de Miguel González Dávila para incrementar la seguridad de la entrada a Puerto Cabello (1779), con un esquema hexagonal marcadamente dilatado en sentido transversal(Capelet al.,1983; Servicio Histórico Militar,1990; Vegas, Lópezy Neri,1984).



Figura4:Planta Castillo San Carlos, La Guaira;

Figura5: Fuerte San Felipe, Pto. Cabelloy

Figura6: Proyecto para La Asunción(Servicio Histórico Militar,1990).

De estos, solamente se materializó el fuerte San Felipe en Puerto Cabello, después de diversas versiones planteadas por Courten, seguidas por las de otros ingenieros. Es un extraordinario ejemplo de cómo la praxis iba de la mano del

proyecto, donde éste se iba transformando conforme avanzaba la obra en función del programa, las estrategias defensivas, las condiciones físicas del sitio y el contexto económico. Para ello, Courten reemplazó el quinto baluarte del eje de simetría, por una gran cortina curva rematada en dos medios baluartes, opción que fue seguida por otras propuestas (1737), de Juan de Gayangos Lascari (s.f.-1762), una que reemplazaba los medio baluartes por cortinas cóncavas y el quinto baluarte por una plataforma radial, para regresar en la versión final, al bastión central, pero con flancos abiertos (1743), que concretara su forma definitiva hasta el presente (Gasparini,1985).

Otros diagramas geométricos empleados menos comunes fueron, el esquema de planta cuadrada y cubos cilíndricos tipo garita en las 4 esquinas (1712-1714) de la fortificación de la Isla Zapara de Maracaibo, erigido por el gobernador Francisco de la Rocha y el ingeniero Casimiro Isava (1736-1802); la planta de 4 medios baluartes dispuestos en forma de esvástica, visible en el Fortín San Joaquín de la Cumbre (1784), en El Ávila, de Miguel González Dávila; o el patrón en forma de boomerang del Mirador Solano (1778-1785) en Puerto Cabello, formulado por Juan Miguel de Roncalí, con intervenciones posteriores de Miguel González Dávila y de Agustín Cramer y Mañenas (1730-1780)(Capelet al.,1983).

El cuartel de caballería e infantería como innovación programática y tipológica del siglo XVIII también dominó al tema militar. Dentro de este destacaron proyectos como el Cuartel de Veteranos de Infantería San Carlos (1784), en Caracas, de Miguel González Dávila siguiendo una planta en U, inscrita en un cuadrado, ampliado (1792) por Fermín de Rueda (1727-1810 ca.)y en la provincia el cuartel de 3 Compañías de Infantería para Cumaná (1758) o el de Maracaibo (1788), que también adoptaron esquemas tipo, simétricos y de trazas estereométricas.

1.3 Arquitectura civil

El tema civiles de los menos examinados por la historia de la arquitectura del periodo colonial en Venezuela. Si bien muchos edificios quedaron en proyecto, estos denotaban también estar concebidos con criterios racionales. El uso de esquemas tipológicos, generalmente regidos por la simetría y ritmos por repetición y alternancia, seguido del empleo del lenguaje clásico como expresión arquitectónica fueron sus rasgos esenciales. Al igual que en las fortalezas, estetipo de proyectos fue desarrollado mayoritariamente por ingenieros militares.

En el ámbito cultural, caso singular fue el del Corral de Comedias o Coliseo (1784-1801) de Caracas, única estructura conocida dedicada al ámbito teatral en la provincia de Venezuela. La edificación seguía el tipo de teatro de ópera-zarzuela con planta en forma de hemiciclo, producto de la fusión de una gradería en

medialuna y un prisma rectangular. Sería perfeccionado mediante un proyecto de cubierta liviana (1801) desarrollado por el ingeniero José Parreño (Salazar, 2012).

En el tema de la educación, las pautas se mantuvieron más ancladas en la tradición de la casa patio. No obstante, se desarrolló mediante un ordenamiento riguroso de módulos, regidos por la simetría. Esto imperó en las sucesivas ampliaciones realizadas en el edificio del Seminario Santa Rosa de Lima, a raíz de su conversión en Real y Pontificia Universidad de Caracas (1721-1722), que también debió recurrir al ordenamiento repetitivo de módulos para adecuarse a las funciones y recursos materiales disponibles en torno al sistema de patios. Por otro lado, en la provincia es visible en el núcleo inicial de la Casa de Latinidad y Primeras Letras (1766-1776) de Ciudad Bolívar, sede del Congreso de Angostura (1819). Se dispuso mediante un esquema en E con dos patios, de los cuales el principal se estructura a partir de un cuadrado de 3 módulos intercolumnios, más uno adicional por lado, en los corredores perimetrales. Las luces, de 3 varas promedio se ajustan a los límites factibles para las vigas y pie derechos demadera. Otros edificios educacionales que reiteran este rasgo en la capital fue el proyecto para Escuela de Artes y Oficios y Casa de Expósitos (1796), adosado al ángulo suroeste de la plaza de toros en el barrio San Pablo, vecina del hospicio de Capuchinos, realizado por el ingeniero Juan Lartigue de Condé, bajo el gobierno de Pedro Carbonell. El edificio, de dos alas en V, amoldadas a la planta octogonal del coso taurino, era compartimentado en 9 ámbitos destinados a cada taller, subdivididos a su vez en 3 módulos intercolumnios de 5 varas castellanas cada uno, que configuraban una galería exterior (Fig. 7).

En materia de salud, los proyectos de la Casa de Misericordia (1789) de Caracas, proyectada por Fermín de Rueda; el Hospital General de Barinas (1787-1802), planeado por Fernando Miyares, el Hospital General de Cumaná (1788-1802), firmado por Roque Iglesias o el fallido Hospital General (1799) de Caracas (Fig. 8), concebido por Joseph Joaquín de Pineda, develaban la preeminencia de los tipos y su adecuación a los recursos constructivos locales (Vegas, López y Neri, 1984). En estos se emplean patios articulados a través del esquema en retícula en la Casa de Misericordia y en el Hospital de Caracas, en doble anillo o en 8 en Barinas y en U en el de Cumaná; todos, de clara figura académica recuerdan los patrones de ensamblaje de edificios compilados a inicios del siglo XIX por Durand en su *Precis*.

En la actividad comercial y manufacturera, tópico particular de la época, la búsqueda ordenadora y geométrica también estuvo presente. El sistema de edificaciones construidas ad hoc por la Real Compañía Guipuzcoana (1728) igualmente hizo gala de patrones racionales, matizados por la impronta

vascuence. La utilización de patio central y módulos repetitivos en torno a estos forman la esencia de las casas sede de La Guaira, Puerto Cabello y Maracaibo, entre otras. En el caso de La Guaira, el edificio se compone de una serie de 9 módulos longitudinales de 6,5 varas de luz, y longitud total igual a la profundidad del edificio, que se iban recortando para ajustarse al terreno, encastrado en la montaña (Fig. 9). De estos, los 3 centrales contienen el patio. En Puerto Cabello, se dispone en U a partir de dos naves longitudinales de 10 varas de ancho separadas por un patio de 13 varas, que remata al final en una estancia principal que ocupa todo el ancho del patio.

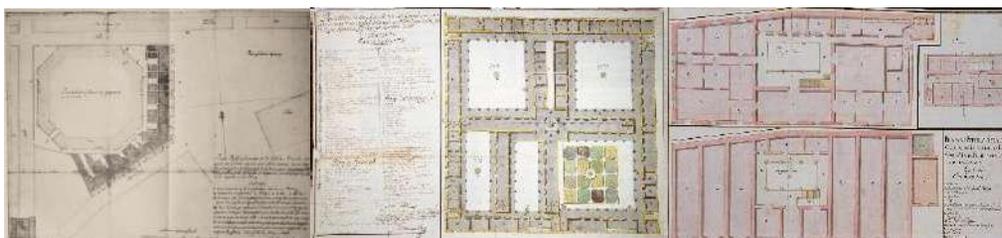


Figura 7: Planta Escuela de Artes y Oficios (Archivo Histórico del Concejo Municipal de Caracas);

Figura 8: Planta Hospital, Caracas y

Figura 9: Planta Casa Guipuzcoana, La Guaira(Archivo General de Indias).

1.4 Arquitectura doméstica

La arquitectura doméstica de la época se nutre de diversos ejemplos que tanto a nivel rural como urbano denotan el arribo paulatino de los rasgos que en los otros temas sobresalen de forma más evidente. En ello puede incidir el hecho de que esta materia estaba atendida por alarifes y maestros mayores de arquitectura, a los que llegarían los tratados con rezago respecto a los ingenieros militares. Aun así, podemos identificar estos aspectos en ciertas obras representativas de la época. En la arquitectura doméstica rural casos como la casa de la Hacienda Villegas (1730), en Turmero (Fig. 10), la Casa de Alto (1775 ca.) del Ingenio Bolívar, en San Mateo y la Quinta Anauco (1796-1797), en Caracas (Fig. 11) dan testimonio fehaciente de estos aspectos (Villanueva, 1966). Están regidos por la simetría, la adición de módulos espaciales de planta cuadrangular y su reagrupación en conjuntos de patrones tipológicos y geométricos racionales. Los tres casos se inspiran en el tipo de la villa romana, siguiendo un esquema en O en el caso de Turmero, de U en San Mateo, o combinando por adosamiento los dos anteriores en la Quinta Anauco, híbrido tipológico entre la villa suburbana y la *domus* romana.

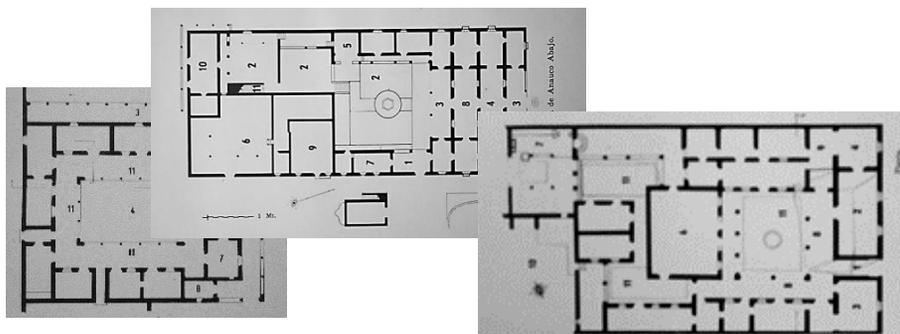


Figura 10: Planta Casa de la Hacienda Villegas;
 Figura 11: Planta Quinta Anauro;
 Figura 12: Planta Casa de Juan José de Vegas y Bertodano (Villanueva, 1966).

En la arquitectura doméstica urbana se manejó con mayor laxitud. En Caracas se hizo patente en las demolidas casas del conde de San Javier (1736); de Francisco Xavier Mijares de Solórzano (1745 c.-1777); Juan José de Vegas y Bertodano (1772-1773) (Fig. 12); Felipe Llaguno (1781-1783); del Conde de Tovar (1784-1788), del canónigo Maya (1784-1786) y la de la familia Miranda Rodríguez (1750 ca.). Ellas daban muestras de estos patrones compositivos, aunque en ciertos casos aderezados con rasgos decorativos del repertorio barroco (Villanueva, 1966). La pérdida irreversible de todos estos inmuebles dificulta un análisis detallado. No obstante, en todas, la composición se desarrollaba a partir del patio central, reinterpretando con los recursos técnicos locales, los patrones de la *domus* romana, revalorizada por la difusión del Neoclasicismo en el contexto del descubrimiento y exploración de las ruinas de Herculano (1738) y Pompeya (1748), financiados precisamente por Carlos III de Borbón. Si bien la casa fue la célula fundamental de la ciudad colonial, un asunto por analizar es hasta qué punto el tipo de patio central afiliado con la *domus* fue más una moda impuesta por el Neoclasicismo del siglo XVIII, que una solución tipológica empleada desde los inicios coloniales.

En la provincia, casos análogos como las casonas del Balcón de Los Arcaya de don Pedro de la Colina (1725) y la Casa de las Ventanas de Hierro (1765) en Santa Ana de Coro; la del Marqués de las Riberas de Boconó y Masparro o Pumar (1744), en Barinas; la de la Capitulación o de Morales (1750-1800 ca.), en Maracaibo; de Los Celis (1766-1776) en Valencia; de Centurión o los Gobernadores (1766 – 1776) y la de las Doce Ventanas, de Rafael Machado Contasti (1830 ca.), en Ciudad Bolívar, también evidenciaban estos rasgos, si bien

mezclados con la herencia árabe mudéjar. No obstante, persiguen patrones en L, E, U, O y 8, producto del adosamiento de ámbitos modulares, que también nos conducen a repensar el tema.

Relevante por sus dimensiones palaciegas fue la casa del marqués de Barinas, reformada y ampliada a la postre (1955) como palacio de gobierno. Se componía originalmente de piezas dispuestas en torno a un patio central bordeado por 4 galerías formadas por 16 pilares cuadrangulares, unidos por arcos carpaneles. También destaca la casa de Machado Contasti, que data de las postrimerías del periodo colonial, cuando el Neoclasicismo se había consolidado. Sigue un esquema en U que mediante una *loggia* evanescente se abre hacia el río Orinoco, en tanto hacia la calle se cierra a través de un muro horadado por 12 ventanas, 6 de cada lado de la puerta, que de forma repetitiva son tratadas con poyos y guardapolvos de atavío neoclásico. El patrón repetitivo es logrado con recursos constructivos afines al contexto; en vez de columnas de mampostería, la galería se construye con piedrechos de madera en módulos intercolumnios cercanos a los 3 metros, tolerables para el maderamen, siendo también la separación entre los ejes de ventana.

2. CONCLUSIONES

A través de los 4 temas revisados, en unos más que otros, se pone en relieve el paulatino cambio que la arquitectura colonial fue experimentando en Venezuela a lo largo del siglo XVIII y hasta adentrado el XIX, producto de la acción de los ingenieros militares y los maestros mayores de albañilería, influenciados por la expansión del Neoclasicismo bajo la cultura de la Ilustración. Tanto los proyectos como las obras evidencian una tendencia a la racionalización morfológica, denotada por el uso de composiciones ensambladas por partes, a partir de formas geométricas sencillas, asociadas a los sólidos platónicos y a la adición de espacios repetitivos derivados de los módulos estructurales factibles con los recursos y técnicas disponibles. El ejemplo más destacado, que sintetiza la complejidad científica con la refinada sencillez artística en la elaboración geométrica recae sin duda en el tema militar. No obstante, buena parte de los proyectos más complejos quedaron en papel debido a la cuantiosa erogación de recursos que estas obras habrían demandado debiendo virar los planes hacia trazados más modestos en escala y configuración, para hacerlos sustentables. La utilización de mampostería de piedra y muros de tapia en la estructura portante, solución de vanos mediante arcos y dinteles de ladrillo y cubiertas de armaduras de madera y en menor grado de sistemas abovedados dictaminó que las luces se ubicaran en rangos entre los 3,00 y 6,00 m., es decir, entre 2,50 y 5 varas castellanas, considerando la vara de 0,835905 m.

La arquitectura civil, uno de los temas que se incrementa cuantitativamente durante esta fase, producto del ideario ilustrado, que al igual que en Europa comenzaba a cuestionar el supremo poder de la iglesia y de la monarquía misma, es uno de los tópicos por reivindicarse. Edificaciones dedicadas a hospitales, escuelas o factorías, entre otras, planeadas en su mayor parte por ingenieros militares eran a la par de las fortalezas espléndidos ejemplos de la racionalidad geométrica y composición académica. El estallido del movimiento libertario dio al traste con muchos de esos proyectos, abortando un proceso en desarrollo que, aunque dependiente de España, habría sumado un significativo legado edificado del periodo colonial.

3. REFERENCIAS

- Capel, H. et al. (1983). *Los ingenieros militares en España Siglo XVIII* (4 Vol.). Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Depons, F. (1960). *Viaje a la parte oriental de tierra firme en la América Meridional*. Caracas: Edición del Banco Central de Venezuela. (Reedición de la de 1806).
- Durand, J. N. (1802). *Précis des leçons d'architecture données à l'Ecolepolytechnique*. París: J. Durand.
- Gasparini, G. (1976). *Templos coloniales de Venezuela*. Caracas: Ernesto Armitano.
- Gasparini, G.(1985). *Las fortificaciones del periodo hispánico en Venezuela*. Caracas:Ernesto Armitano.
- Kaufmann, E. (1974). *La arquitectura de la ilustración*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.L.
- Martí, M. (1969). *Obispo Mariano Martí: documentos relativos a su visita pastoral de la Diócesis de Caracas, 1771-1784*.Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- Salazar, R. (2012). *Caracas, 1753-1810. Morfología y Funciones Urbanas desde la cotidianidad* [Tesis Doctoral]. FAU, UCV, Caracas.
- Servicio Histórico Militar. (1990). *Cartografía y relaciones históricas de ultramar: Venezuela, t. VI*. Madrid: Ministerio de Defensa.
- Vegas, F., López, W. y Neri, N. (1984). *El continente de Papel. Venezuela en el Archivo de Indias*. Caracas: Fundación Neumann.
- Villanueva, C. R. (1966). *Caracas en tres tiempos*. Caracas:Ediciones Comisión Asuntos Culturales del Cuatricentenario de Caracas.

Área Temática:
**EFICIENCIA ENERGÉTICA Y HABITABILIDAD DE LAS
EDIFICACIONES Y SU ENTORNO**

HACIA EL DISEÑO DE UN MUSEO SOSTENIBLE INTEGRAL

Camelia Chivaran¹, SoniaCapece², Francisco Pérez Gallego³

¹Arquitecta y Cursante del Doctorado de Investigación en Ambiente, Diseño e Innovación, Departamento de Ingeniería, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, *camelia.chivaran@unicampania.it*

²Arquitecta y RTDa Diseño Industrial, Departamento de Ingeniería, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, *sonia.capece@unicampania.it*

³Arquitecto y Cursante del Doctorado de Investigación en Ambiente, Diseño e Innovación, Departamento de Ingeniería de la Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli” / Profesor, Sector de Historia y Crítica de la Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, *franciscoalfonso.perezgalleco@unicampania.it*

RESUMEN

Patrimonio cultural, futuro sostenible y educación abierta para todos, constituyen retos fundamentales de la sociedad contemporánea para mejorar la calidad ambiental en las estructuras museísticas. El objeto de la ponencia se centra en presentar los resultados de una investigación de tipo exploratorio sobre el tema del museo sostenible dentro del contexto internacional, en diversos ámbitos climáticos, a través de la revisión de algunos casos de estudio que presentan fortalezas en términos ambientales y sociales, elevando la calidad de vida de los ciudadanos. Partiendo de los principios y métodos que un edificio debe satisfacer para ser considerado autosustentable, siguiendo los lineamientos de algunos de los principales sistemas de valoración del edificio sostenible (BREEAM y LEED), en los casos revisados hasta el presente, no se ha identificado ninguna estructura museística completamente autosuficiente en la totalidad de las variables. Una mayor responsabilidad ambiental debería regir la actividad proyectual del tema museístico, con el fin de garantizar el empleo óptimo de los recursos naturales y el manejo adecuado de los factores climáticos y socioeconómicos. Ello es necesario para desarrollar estrategias de diseño que respeten el ambiente, apuntando hacia el empleo consciente de los recursos materiales, el correcto uso de las fuentes renovables y la eficiencia energética, sin desdeñar el desarrollo económico. Derivado de esto, finalmente se definirán estrategias e instrumentos operativos para el proyecto museístico, con el objeto de contribuir a las buenas prácticas, en miras a la formulación conceptual de un museo eco-sostenible integral.

Palabras clave: Sostenibilidad Ambiental, Museo Sostenible, Proyecto Sostenible, Patrimonio Cultural, Eficiencia Energética

INTRODUCCIÓN

El término "*museo green*" es relativamente nuevo (Brophy y Wylie, 2008). Nace en la década de 1990, teniendo como origen los museos para niños, con el objetivo de crear espacios seguros en un medio saludable y destinados a la difusión de la sostenibilidad. De estos pasó a los museos de arte, entre otros, en el contexto de la ecología. Partiendo de esto, el texto ilustra los resultados de una investigación exploratoria efectuada a partir de la selección de una muestra de 80 museos de Europa, Asia, América y África, seguido del estudio cualitativo y crítico de sus atributos de sostenibilidad, siguiendo los criterios de evaluación BREEAM y LEED.

De los museos estudiados, el mayor número de casos que satisfacen las variables se identificó en América, si bien en parte, en tanto el menor se localizó en África. Estos pueden ser clasificados en tres macro categorías, basadas, la primera en la armonía entre lo construido y la naturaleza, la segunda en los materiales empleados y la tercera en las tecnologías desarrolladas. Algunos cumplen con dos de ellas; como la integración con la naturaleza y los materiales; en otros casos solo satisfacen las tecnologías y los materiales, pero ninguno alcanza todas a plenitud. Para cada una de las tres categorías ilustradas en el documento se han seleccionado los ejemplos más representativos.

Habida cuenta que ninguno de los casos atiende a todas las variables de sostenibilidad, el objetivo final de la investigación es formular directrices de diseño para el proyecto de un museo sostenible de manera integral, combinando las diversas características de sostenibilidad referidas e incluyendo otras identificadas a través de los distintos sistemas internacionales de evaluación, con la meta ulterior de alcanzar la autosuficiencia.

1. SOSTENIBILIDAD, TECNOLOGÍA Y CALIDAD DE LA ARQUITECTURA

La metamorfosis semántica que al interno de la dialéctica de la sostenibilidad viene incidiendo sobre las ideas de naturaleza, tecnología y ecología, obliga a revisar un concepto complejo que, al vincularse con las diferentes áreas, se ha ido desfigurando, perdiendo gradualmente su particularidad en favor de una multiplicidad de significados. Ello deriva en debilidades, pero también nuevas oportunidades. Un edificio sostenible es el resultado de un proyecto arquitectónico consciente, en el que se conjugan aspectos formales, funcionales y constructivos. En este sentido, las disciplinas tecnológicas nos brindan la posibilidad de elegir el camino de los principios de sostenibilidad articulando la amplia gama de opciones constructivas disponibles. La comprensión del comportamiento de los materiales y componentes técnicos, imprescindibles para imaginar un edificio desde las

primeras fases del proyecto como un objeto con forma, color, textura, peso, olor, etc., se complementan con la consciencia del impacto que estos obran sobre el entorno natural y antrópico, en las fases de producción, uso y destino final.

El control cualitativo de las transformaciones del espacio-ambiente se alcanza a través del respeto a una cultura “límite”, a través de métodos capaces de encontrar formas de equilibrio adecuadas dentro de la compleja interacción entre los componentes naturales y antrópicos. Este entorno, enraizado con la cultura tecnológica del proyecto, nos conduce a explorar los límites entre innovación y transformación, entre las demandas de las normas y las propias del proyecto. Todo esto involucra directamente a las técnicas como herramientas de conocimiento, actuación y cambio ante las transformaciones ambientales (Trombetta,2002). La sostenibilidad como estrategia debe ser abordada con un enfoque integrado, en el que se conciba como producto del sistema de relaciones activadas a través del ciclo vital de los materiales. La responsabilidad de la industria para con las comunidades, pero también la responsabilidad de estas con las generaciones futuras implica forjar productos flexibles y adaptables a las cambiantes variables de uso y diseño.

2. PENSAR ECOLÓGICO

Diseñar de manera ecológicamente responsable requiere una postura y relación diferente con el ambiente natural; se deben liberar los límites actuales de las ciencias y el contexto social, político y económico, que consideran tácitamente determinantes a las actividades humanas, favoreciéndolas por encima de la naturaleza, sustancialmente autónoma. El proyecto ecológico demanda la atención y comprensión del medio ambiente como un sistema natural operativo. Este sentido de interdependencia entre ambiente construido y ambiente natural es necesario para sensibilizar al proyectista en relación con sus acciones; estas, en tanto intervención humana sobre el medio ambiente, deben desarrollarse de manera que se integren a los sistemas naturales con afectación mínima al ecosistema, uso prudente de los recursos no renovables y actividades asociadas a sistemas diseñados de manera simbiótica y compatible con los procesos del hábitat natural.

La reciente crisis económica y energética está cambiando la forma de imaginar el futuro y sus formas. Su afectación directa sobre la vida de los ciudadanos nos conduce a replantearnos el proyecto. Para los arquitectos e ingenieros esto significa desarrollar nuevos temas y considerar cada decisión proyectual de forma enraizada con los paradigmas de la ecología, la sostenibilidad y la sensibilidad hacia el paisaje. Ello deviene en forma que pueda expresar acciones y significados

novedosos. El proyecto ecológico, sostenible y sensible al paisaje cuestiona los roles y tipos (Montaner, 2011). No expresa solo la forma arquitectónica tangible; también modela procesos y significados tales como los modos de uso, economías, símbolos e historias. Los edificios no son objetos estáticos, son organismos. Las ciudades no son conjuntos de componentes mecánicos, son ecosistemas. A través del proyecto ecológico, nuestros edificios y ciudades pueden alcanzar una mayor integración con la naturaleza. Como organismos, pueden producir su propia energía, además de absorber y reciclar sus desechos sin contaminar. El proyecto puede develar la conexión entre los ciclos de vida de la naturaleza y el entorno construido. La ciencia y tecnología más avanzadas pueden ser utilizadas para vincular diligentemente la naturaleza y la cultura de forma simbiótica. La naturaleza puede existir sin el universo humano, pero los humanos no pueden vivir sin ella. La arquitectura puede destacar esta realidad y permitir expresarla en profundidad (Van der Ryn, 2005).

El objetivo es reconducir la arquitectura y el urbanismo a nuestras vidas y a los flujos y ciclos de la naturaleza. Necesitamos reconectar los edificios con sus raíces: el clima y la tierra y a nuestras exigencias genéticas con el entorno natural vivo. Debemos tomar el pulso de la arquitectura para controlar su "metabolismo", reduciendo el consumo y la cantidad irracional de residuos nocivos en nombre del proyecto. El reto es producir edificios integrales a través de un proyecto inteligente y con sentido común que incorpore tecnologías capaces de elevar la calidad de vida.

Por otro lado, la sostenibilidad del edificio también puede contribuir a interconectar las fases de diseño y obra, ya que sólo a través del control de todas las etapas del proceso, se hace posible obtener un producto final que satisfaga objetivos formales y funcionales, requisitos normativos, controles de calidad y rendimiento, exigencias organizativas, condicionantes socioeconómicas y ambientales, seguridad, una vida útil planificada y envejecimiento controlado de los productos y materiales utilizados. Se trata de aplicar un enfoque proyectual integrado que tenga como objetivo lograr un producto edilicio agradable, duradero, funcional, accesible, saludable, energéticamente eficiente, respetuoso del entorno ambiental y la cultura local, además de competitivo en términos de costos de gestión y manutención.

3. ESTRATEGIAS PARA EL PROYECTO DE UN MUSEO SOSTENIBLE

En esta sección se presentan los resultados del reconocimiento de los museos "green" o sostenibles a nivel mundial, a través de ejemplos representativos para cada una de las 3 categorías temáticas: integración con el sitio, uso de materiales

ecológicos y empleo de tecnologías particulares. A nivel internacional, en cumplimiento con los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” de las Naciones Unidas (United Nations, 2015), se han establecido sistemas de evaluación de la sostenibilidad ambiental, como punto de partida para el reconocimiento de las características que un museo debe cumplir. Entre los más utilizados se encuentran LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) y BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).

LEED establece los estándares mínimos que un edificio debe cumplir para su certificación a partir de macro categorías tales como el desarrollo de procesos integradores, ubicación y transporte, sitios sostenibles, eficiencia hídrica, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad ambiental interna, innovación y prioridades regionales (U.S. Green Building Council, 2013). BREEAM por su lado evalúa el manejo de prácticas de construcción responsables, confort visual, calidad del aire, atributos del agua, reducción del uso de energía y emisiones de carbono, consumo y monitoreo del agua, así como la adquisición responsable de los insumos de construcción. Además, para un análisis exhaustivo del edificio y su sostenibilidad añade factores individuales. Entre otros, la gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, gestión de residuos, uso del suelo y ecología, contaminación e innovación, cada uno de los cuales se subdivide en otros que ilustran la complejidad real del concepto de eco-sostenibilidad (BRE Global Ltd., 2017). Entre estos dos sistemas, el LEED considera los museos en la categoría de edificios comerciales, en tanto el BREEAM los incluye en la categoría de edificios "non-standard". Empero, ninguno de los dos los clasifica como categoría individual.

3.1 El museo como paisaje arquitectónico

La integración con la naturaleza y vegetación del entorno circundante es una de las principales condiciones para el diseño de un edificio sostenible. Para ello es importante estudiar la fisonomía del lugar y los elementos que contribuirán a armonizar el entorno natural con el construido, a partir de las etapas conceptuales del proyecto. De los casos examinados, un ejemplo que testimonia este tema es el *Museo Conmemorativo del Terremoto de Wenchuan* (2013) (Fig.1), diseñado por Cai Yongjie, tras un concurso organizado en Sichuan, China. Tenía por objeto crear un museo dedicado a las víctimas del terremoto de 2008, respetando el paisaje y transmutándolo en lugar de conmemoración con una carga simbólica. El resultado es un proyecto expresivo, que genera un fuerte, pero positivo impacto emocional y ecológico. En el acceso, el paisaje parece elevarse detrás de los senderos peatonales que fueron delimitados por muros de acero Corten (Koegel, 2015). Los tonos rojizos de los materiales de construcción crean un equilibrio visual con el verde existente. La decisión de construir bajo tierra, el uso de

cubiertas verdes y la selección de elementos Corten, cuyo color se mimetiza con el terreno, contribuyen a la armonía del edificio con su entorno. Además, sobre las sendas se sembraron árboles de Metasequoia, de hasta 60 metros de altura, contribuyendo a la continuidad y camuflaje del edificio con las verdes colinas circundantes (Fig.2). La disposición del edificio se inspira en la metáfora de la fractura de los suelos generada por el terremoto (Fig. 3), integrando sistemas antisísmicos de alta eficiencia con amortiguadores elastoméricos (Fernández-Galiano, 2017). Si a nivel formal esta integración es visible, a esta se suma la regulación térmica obtenida con la cubierta verde, lo que permite minimizar el uso de sistemas de climatización.



Figuras 1, 2, 3: Wenchuan Memorial Museum.

En línea con los criterios de sostenibilidad ambiental y de integración con el paisaje natural, se identificaron otros casos análogos, como el de la *California Academy of Sciences*, (2005-2008), en California, de Renzo Piano y el *KaapSkil Maritime and Beachcombers Museum* (2011-2012) en Holanda, del estudio Mecanoo que, gracias al uso de cubiertas verdes o materiales locales reciclados e inspirados en las formas de los edificios circundantes, se mimetizan en el contexto.

3.2 El museo como exploración matérica

El respeto al medio ambiente circundante reviste particular importancia, pero es un tema que también a menudo provoca contradicciones, porque en ocasiones el hedonismo por destacar la arquitectura se antepone al deseo de contribuir con la armonía entre el paisaje construido y la naturaleza. Kengo Kuma se opuso a esa tendencia general como defensor del "anti-objeto", afirmando a menudo que la integración entre naturaleza y arquitectura es lo que imprime belleza a un edificio, siendo más bien el resultado, entre otros componentes, de una cuidadosa selección de los materiales. Kuma explora sobre tópicos como la "dureza", la "permeabilidad" y la "densidad" de los materiales para comprender cuál es el equilibrio más apropiado para "desvanecer" la arquitectura como objetivo (Kuma, 2008). El uso de los materiales es una herramienta para reconectar a la arquitectura con su contexto, a través de una relación singular (Liotta, 2017).

El *Museo de Arte Cómico Yufuin*, (2017), ilustra perfectamente la filosofía de diseño del arquitecto. Utiliza materiales tradicionales de Japón, integrados con la naturaleza, pero que a la vez tienen gran durabilidad. En el exterior, se utiliza de forma particular el cedro carbonizado, utilizando el "yakisugi", una técnica característica de Japón, que, gracias a la combustión de la madera, le garantiza una mayor firmeza y resistencia a lo largo del tiempo. A lo lejos, el museo presenta la semblanza de un objeto oscuro, revelando a continuación la calidez y la textura del cedro en su conjunto (Fig.4) (Lalueta, 2018). La disposición aleatoria de los paneles de cedro le confiere a la fachada un ritmo armonioso, reflejando el ritmo natural.

La disposición de los edificios y las distancias entre ellos fueron diseñadas con sumo cuidado, con la intención de asegurar las mejores perspectivas hacia el monte Yufu, como elemento característico del paisaje circundante. La cubierta desempeña también un papel importante con la que se logra acentuar las visuales mediante delgadas láminas de acero dispuestas en diagonal. También en el interior, la selección de materiales fue realizada en función del contexto natural. Se utilizó madera, tierra, bambú, *washi* (papel tradicional japonés), además de agua, como divisor y conector de espacios (Figs. 5 y 6). El resultado final de combinar estos elementos de la cultura japonesa logra un edificio cuyos tonos oscuros, pero cálidos y naturales, resaltan las montañas densamente frondosas de la cuenca de Yufuin y las obras de arte, creando una fusión entre arte y naturaleza, hombre y ambiente.



Figuras 4, 5, 6: Comico Art Museum Yufuin.

Del mismo modo, en Europa, entre los museos que tienen un fuerte vínculo con los materiales y sus territorios, se tienen, en el Reino Unido el *Museo Fluvial y del Remo* (1998), diseñado por David Chipperfield Architects, que utiliza exitosamente la madera de roble como material de procedencia local, obteniendo una significativa muestra de arquitectura vernácula. En Estados Unidos, el arquitecto Shigeru Ban utilizó materiales reciclables o reciclados, como cartón y contenedores viejos, para el proyecto del *Nomadic Museum* (2005), un museo temporal en la ciudad de Nueva York. Dentro de este tema, también se ha

reconocido un museo en África diseñado por Francis Kerè, el *Centro de Arquitectura de la Tierra* (2010) en Malí, construido con materiales y técnicas locales de construcción.

3.3 El museo como conector entre ciencia y tecnología sostenible

Además de los aspectos estéticos logrados a partir de la integración con la vegetación y la selección de materiales, un tercer tópico es el vinculado con las nuevas tecnologías, el cual ha revolucionado totalmente a la arquitectura entre otras disciplinas, desempeñando un papel clave en el reto de la sostenibilidad. Las empresas, junto con los institutos de investigación, desarrollan permanentemente nuevos sistemas y tecnologías que a la postre se aplican sobre el campo de trabajo.



Figuras 7, 8, 9: BIQ House, Torre Hy-Fi MoMA PS1, Materiales dinámicos.

El uso de fachadas bioenergéticas, donde paneles solares utilizan la fotosíntesis de algas para producir biomasa y energía térmica (Duro, 2013) (Fig. 7), el uso de hormigón con reductor de anhídrido carbónico o de pinturas que pueden contribuir a regular la temperatura interior del edificio (Brownell, 2019), son sólo algunos de los muchos aspectos que ilustran el avance de las tecnologías de la construcción. También, se están desarrollando modelos de arquitectura a partir del uso de materia orgánica, como el proyecto temporal *Hy-Fi* en el MoMA (Stott, 2014), cuyos ladrillos se fabricaron a partir de hojas de maíz y micelio de hongos, además de utilizar ventilación natural (Fig. 8), o el desarrollo de materiales dinámicos capaces de cambiar sus propiedades, inspirados en la estructura y funcionamiento del ADN, tal y como lo han demostrado los científicos de la Northwestern University de los Estados Unidos (Ayshford, 2018) (Fig. 9). La reducción de la cantidad de plástico, el reciclaje de materiales y el uso de fuentes de energía renovables son temas en los que es fundamental enfocarse; especialmente en el entorno de la construcción.

Dentro del ámbito museístico, el primer edificio en obtener la certificación LEED GOLD fue el *Museu do Amanha* (2015), en Brasil, diseñado por Santiago Calatrava, (Figs. 10 y 11), recibiendo también en 2017 el galardón al "Best

"Innovative Green Building" dentro de los Premios MIPIM (Santiago Calatrava Architects & Engineers, 2017). Es un museo en el que, por su posición estratégica y simbólica, se piensan, sueñan, diseñan y observan las posibilidades futuras desde una perspectiva científica, convirtiéndose en un auténtico punto de conexión entre pasado y futuro (Oliveira, 2015). Su fachada dinámica, adaptada a las condiciones climáticas y lumínicas, mediante elementos fotovoltaicos que captan la energía solar y se orientan según la incidencia solar (Fig. 12), le da a la estructura un aspecto ingrávido y en posición de volar.



Figuras 10,11, 12: Museu do Amanha, Santiago Calatrava.

Este sistema había sido utilizado por Santiago Calatrava en el *Pabellón Quadracci* (1994-2001) del *Museo de Arte de Milwaukee* mediante el "*Burke Brise Soleil*", que tarda 3,5 minutos abrirse, además de contar con sensores ultrasónicos para activar su cierre ante fuertes vientos (Milwaukee Art Museum, 2019). Los estudios técnicos han arrojado que este edificio tiene un consumo de energía inferior al 40% del cual el 9% es por energía solar. Otro aspecto técnico en el que se centra es el uso del agua, honrando su posición en el Golfo de Guanabara, gracias a la construcción de depósitos reflectantes, que forman parte de un sistema de filtrado del agua de mar para el aire acondicionado y la regulación térmica interior. Unavez utilizada, el agua es filtrada para retornar al golfo a través de una pequeña cascada, en tanto el agua servida, junto con el producto de la deshumidificación del aire, es tratada y reciclada. El ahorro estimado es de 9,6 millones de litros y 2.400 MWh al año, suficiente para el consumo de 1.200 viviendas (Santiago Calatrava Architects & Engineers, 2017).

Dirigiéndonos al continente asiático, el *Museo de Historia Natural de Shanghai* (2015) de los arquitectos Perkins & Will combina tecnologías como el uso de la energía geotérmica, el muro verde, la fachada inteligente, los sistemas de captación de agua, mostrando además todos estos sistemas al público, con el objetivo de alcanzar la sostenibilidad. En el continente europeo, el *Museo Holandés Biesbosch* (2015), reformado por el *Studio Marco Vermeulen* en los Países Bajos, está cubierto totalmente por un sistema de techos verdes que crean

continuidad con el paisaje y al mismo tiempo contribuyen, junto con una estufa de biomasa y el agua del río, a crear un sistema integrado de calefacción y refrigeración del edificio.

4. DIRECTRICES PARA EL MUSEO SOSTENIBLE INTEGRAL

El primer museo sostenible o "green" fue un centro museístico infantil que recibió la certificación LEED en 2005, *The Children's Discovery Museum*(2002) in Normal (IL, EE.UU.),seguido por *The Wild Center*(2006) en Tupper Lake, NY;*Brooklyn Children's Museum*(2008) y el *Boston Children's Museum*(2006-2007), entre otros ejemplos a nivel mundial. De estos, la tendencia se extendió a otras categorías de museos, siendo el *Grand Rapids Art Museum* (2002-2004),el primer museo de arte del mundo en obtener la certificación LEED en 2008.No obstante, como se puede deducir de los ejemplos revisados, no existe un museo que cumpla a la vez con todos los criterios de sostenibilidad. Abundan casos considerados eco-sostenibles en una o más categorías, pero no en todas de forma integral. Teniendo en cuenta las características de este tipo de arquitectura, a partir de su función educacional y como continente de cultura, además de garantizar un ámbito adecuado para la conservación de objetos y la elección de un lugar accesible en la ciudad, un primer paso para la creación de un museo totalmente autosuficiente es su inclusión como categoría individualizada en los sistemas internacionales de clasificación, lo que canalizaría los diversos problemas y potencialidades de los museos hacia el desafío global de la sostenibilidad. El Día Internacional de los Museos 2019,organizado por el ICOM (Consejo Internacional de Museos), se centra en el papel del museo como participante activo en la comunidad (ICOM, 2019).

Hay que fusionar las diversas características, siguiendo los modelos emprendidos en el mundo de la arquitectura residencial y comercial. En particular, el proyecto debe basarse en la integración con el entorno natural desde todos los puntos de vista, no sólo con el tema de la vegetación, contemplando la definición de la *economía circular*. El sistema de museos debe convertirse en una fuerza impulsora de las prácticas sostenibles, porque es el edificio que puede educar tanto a los jóvenes como a los mayores y tiene el potencial de involucrar a las comunidades. En este sentido, para construir un museo totalmente autosuficiente, es necesario partir de la colaboración entre entes públicos, privados y de investigación con las comunidades, para entender las necesidades y encontrar la ubicación más significativa y adecuada de la ciudad a tal efecto. Un edificio "inteligente" debe estar cerca de las diversas funciones, personas y lugares y ser accesible a través de sistemas de transporte alternativos. Posicionar el edificio cerca de los servicios, infraestructura, personas y centros de actividad existentes lo hará más eficiente que otro situado fuera de la ciudad, en el medio de la nada (Stieninger, 2016).

5. CONCLUSIONES

Partiendo de lo anterior, podemos concluir que uno de los principales aspectos a considerar para el proyecto del museo sostenible es la cuidadosa selección de todos los elementos y tecnologías constructivas. Podemos comenzar a visualizarla materialización del museo en conexión directa con el medio ambiente a partir de la combinación de los materiales y técnicas disponibles, la producción de los recursos que consume y el control de las variables de salud y bienestar, energía, agua y la gestión de residuos, pensando siempre en la economía circular. Pero adicionalmente debemos investigar y ensayar nuevas tecnologías, todas aquellas que nos permitan encaminarnos hacia un futuro sostenible. No es un reto fácil de afrontar, indudablemente, pero es nuestro deber abocarnos a ello, y dar un paso al frente, recordando que, tanto por su estructura como por su función, el museo es uno de los temas edilicios más significativos para afrontar y estudiar este reto, desde el cual luego se podrá transferir a otros ámbitos tipológicos.

6. REFERENCIAS

Ayshford, E. (2018). *New Bio-inspired Dynamic Materials Transform Themselves*. Extraído el 23 de febrero de 2019 de <https://www.mccormick.northwestern.edu/news/articles/2018/10/new-bio-inspired-dynamic-materials-transform-themselves.html>.

BREGlobal Ltd. (2017). *BREEAM International New Construction 2016. Technical manual*. United Kingdom: Autor.

Brophy, S. y Wylie, E. (2008). *The Green Museum: A Primer on Environmental Practice*. Lanham, Maryland: Alta Mira Press.

Brownell, B. (2019). *Material Trends to Watch in 2019*. Extraído el 15 de marzo de 2019 de https://www.architectmagazine.com/practice/material-trends-to-watch-in-2019_o.

Duro, A. (2013). *Solar Leaf, the Bioreactor Facade by Arup*. Extraído el 10 de marzo de 2019 de <https://www.metalocus.es/en/news/solarleaf-bioreactor-facade-arup>.

Fernández-Galiano, L. (2017). Wenchuan Earthquake Memorial and Museum. *Arquitectura Viva, Memoriales*, 195 (6), 74-75.

ICOM. (2019). *IMD2019 Museums as Cultural Hubs: The future of tradition*. Extraído el 25 de febrero de 2019 de <https://icom.museum/en/news/imd2019-museums-as-cultural-hubs-the-future-of-tradition/>.

Koegel, E. (2015). *Earthquake Memorial in Sichuan*. Extraído el 15 de enero de 2019 de <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/reviews/earthquake-memorial-in-sichuan-1>.

Kuma, K. (2008). *Anti-Object: the dissolution and disintegration of architecture*. Londres: Architectural Association.

Lalueta, I. (2018). *Black Textures. Comico Art Museum Yufuin by Kengo Kuma*. Extraído el 15 de diciembre de 2018 de <https://www.metalocus.es/en/news/black-textures-comico-art-museum-yufuin-kengo-kuma>.

Liotta, S.J.A. (2017). "Architecture and Nature in Japan: Nishizawa, Kuma and Fujimoto". En Agathón. *International Journal of Architecture, Art and Design*, 02-2017, 165-172.

Montaner, J. M. (2011). *La Modernidad Superada. Ensayos sobre arquitectura contemporánea*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Milwaukee Art Museum. (2019). *Quadracci Pavilion*. Extraído el 15 de diciembre de 2018 de <https://mam.org/info/details/quadracci.php>.

Oliveira, L.A. (2015). *Where did we come from? Who are we?* Río de Janeiro: Edições de Janeiro.

Santiago Calatrava Architects & Engineers. (2017). *Museum of Tomorrow Receives «Best Innovative Green Building» MIPIM Award*. Extraído el 15 de diciembre de 2018 de <https://calatrava.com/news/reader/museum-of-tomorrow-wins-best-innovative-green-building-mipim-award.html>.

Stieninger, P. (2016). The Smart Building in the Smart City. En Ahuja, A. (Compilador). *Integration of Nature and Technology for Smart Cities*. Chicago: Springer International Publishing AG Switzerland, 333-35

Stott, R. (2014). *Hy-Fi, The Organic Mushroom-Brick Tower Opens at MoMA's PS1 Courtyard*. Extraído el 15 de marzo de 2019 de <https://www.archdaily.com/521266/hy-fi-the-organic-mushroom-brick-tower-opens-at-moma-s-ps1-courtyard>.

Trombetta, C. (2002). *L'attualità del pensiero di Hassan Fathynella cultura tecnologica contemporanea. Il luogo, l'ambiente e la qualità dell'architettura*. Catanzaro: Rubettino Editore.

United Nations. (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: Autor.

U.S. Green Building Council (2013). *Leadership in Energy and Environmental Design: Reference Guide for Building Design and Construction*. Washington D.C.: Autor.

Van der Ryn, S. (2005). *Design for Life*. Layton, Utah: Gibbs Smith Publisher.

ESTUDIO DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN UN SISTEMA VEGETAL VENTILADO ARTIFICIALMENTE UBICADO EN LA CIUDAD DE CARACAS

Arq. Ángela Papadía¹, Arq. Esp. Ernesto Lorenzo², Blgo. MSc. Yuraima Cordova³

¹Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: apapadia@gmail.com

²Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Facultad Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, e-mail: ernestolorenzor@gmail.com

³Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. UCV, e-mail: yccordovau@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de conocer las prestaciones de un sistema vegetal ventilado artificialmente para el mejoramiento de la calidad del aire en espacios interiores. Dicho sistema constituye un sistema evaporativo directo en el que se fuerza el paso del aire a través de un cuerpo húmedo (conformado por las plantas y el sustrato en el que se desarrollan) con el propósito de mejorar las condiciones de temperatura, humedad y calidad del aire que los traspasa, dadas las propiedades termorreguladoras y purificadoras de las plantas (Lau, 2015). El estudio de estos sistemas, aún no implementados en nuestro país, se fundamentó en antecedentes que reportan prestaciones en cuanto a eficiencia energética y mejoramiento de la calidad ambiental. El potencial de estos sistemas no había sido evaluado en países cálidos como Venezuela (Hobaica et al, 2001:11), por lo cual se desarrolló una metodología y diseño experimental que generó los lineamientos para la construcción de un prototipo experimental que permite conocer la calidad microbiológica del aire interior mediante mediciones de hongos, bacterias, temperatura y humedad relativa, según procedimientos tabulados para la técnica de sedimentación en placas de Petri (Córdova, 1992) obteniendo resultados que demuestran que la implementación de estos sistemas logra mejorar la calidad del aire en un espacio interior ubicado en la ciudad de Caracas. En la presente ponencia se abordan el proceso y los resultados de dicha experimentación.

Palabras clave: Sistema vegetal ventilado en espacios interiores; Sistema evaporativo directo; Calidad del aire.

INTRODUCCIÓN

En el escenario energético mundial destaca el impacto ambiental ocasionado por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociado a las actividades humanas, siendo las edificaciones responsables de 36% de la energía que se consume a nivel mundial y de 19% de las emisiones globales de GEI al ambiente

(IEA, 2012-2013). Los usos de la energía en las edificaciones PNUB (2007) indican que 71% del consumo energético ocurre durante la etapa operativa de su ciclo de vida, siendo la climatización el rubro de mayor consumo con cerca de 40%. Adicionalmente, la mayor demanda en climatización la constituye el enfriamiento de las edificaciones.

En este contexto surgen las tecnologías de climatización pasiva y cuasi-pasiva, que disminuyen la temperatura con un bajo consumo de energía. Como parte de éstas tecnologías se han desarrollado sistemas que incorporan vegetación y conforman superficies vegetales ventiladas artificialmente, que reportan beneficios en cuanto a disminución del consumo energético y mejoramiento de la calidad del ambiente. El funcionamiento de estos sistemas vegetales, basado en el principio del enfriamiento evaporativo directo, requieren que a través del sustrato que contiene las plantas pase un determinado caudal de aire, que al intercambiar calor por evaporación, disminuye su temperatura y mejora su calidad por efecto del filtrado de las plantas. La eficacia de estos sistemas, comprobada en Europa, se desconoce para países de clima cálido-húmedo, siendo el principal antecedente el desarrollado por Hobaica et al (2001), donde se identifica el potencial teórico de enfriamiento de los sistemas evaporativos y se recomienda su evaluación en países cálidos como Venezuela.

Bajo esta premisa, se plantea el objetivo de evaluar un sistema vegetal ventilado para el acondicionamiento ambiental de espacios interiores en la ciudad de Caracas. La metodología para la evaluación del sistema es de carácter experimental mediante un prototipo que permite registrar mediciones de calidad microbiológica, obteniendo resultados que reflejan en base a su comportamiento, el potencial de estos sistemas para el mejoramiento de la calidad del aire en zonas con clima cálido - húmedo como Venezuela.

1. DESARROLLO

La evaluación del sistema vegetal ventilado se realiza mediante un diseño experimental que permite realizar mediciones de las distintas variables de un estudio de calidad microbiológica del aire interior (Tabla N°1), el mismo fue desarrollado con la asesoría de la profesora M.Sc. Yuraima Córdova de Colella, a cargo del Laboratorio de Biología Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V.

Tabla N°1. Variables e instrumentos de medición. Fuente: elaboración propia

					Mediciones por día de muestreo				
	Variables	Símbolo	Unidad	Instrumentos	Módulo Control	Módulo No Ventilado	Módulo Ventilado	Ambiente exterior	Total día
Estudio microbiológico del aire	Humedad Relativa	HR	%	Termo higrómetro (Hobo)	48	48	48	48	192
	Temperatura	T	°C						
	Bacterias totales	AN	UFC/m ³	Placas de Petri	3	3	3	1	
	Hongos totales	AS			3	3	3	1	

Legenda: UFC: unidades formadoras de colonias. m/s: metros por segundo

El diseño consistió en la construcción de un prototipo experimental conformado por 3 módulos de 1 m³ c/u, siendo: módulo control, módulo no ventilado y módulo ventilado, Figura N°1. Los módulos, en MDF y revestidos internamente con material aislante (anime e= 3 cm), cuentan con bocas de visita, repisa interna y paño de vidrio para iluminación y monitoreo (Figura N°2). En el interior de los módulos no ventilado y ventilado, se incorpora un panel de 1m² con 30 plantas de la especie epipremnum aerum (Figura N°3) y el módulo ventilado cuenta con un ducto para recirculación del aire (Figuras N°4 y 5).

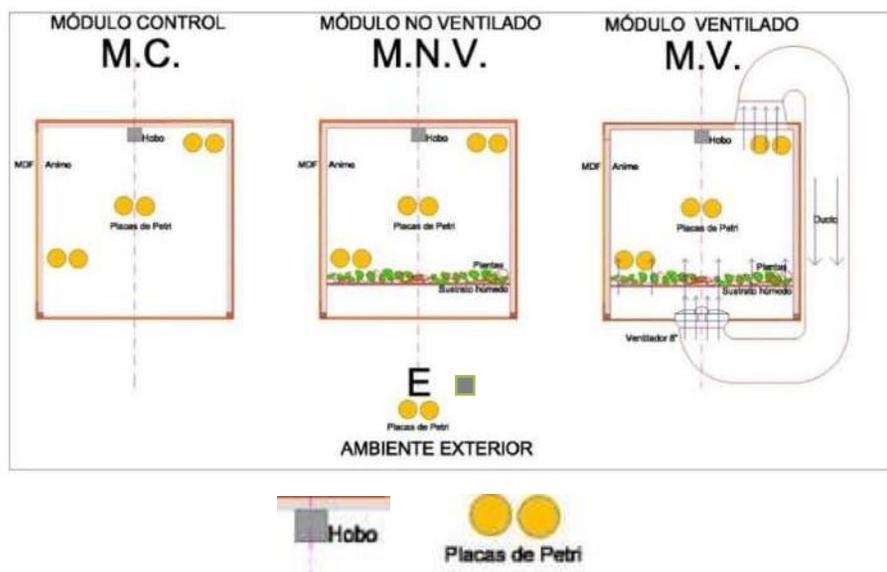


Figura N°1. Prototipo Experimental, módulo control (MC), módulo no ventilado (NV), módulo ventilado (V) y ambiente exterior (E). Se indican puntos de muestreo dentro de los módulos y en ambiente exterior. Fuente: elaboración propia.

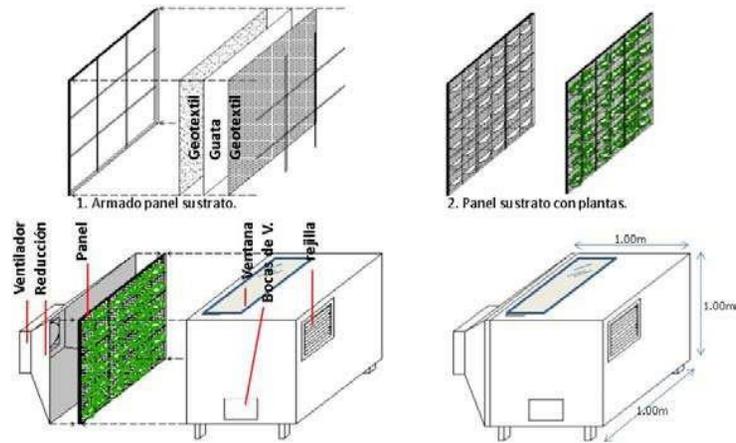


Figura N°2. Esquema detallado diseño del módulo experimental.
Fuente: elaboración propia.



Figura N°3. Planta de interior seleccionada, nombre científico: epipremnum aerum, vulgar: potó, malanga. Fuente: elaboración propia.



Figuras N°4 y 5. Ductería en módulo ventilado. Fuente: elaboración propia.

La medición del estudio microbiológico contó con tres (3) muestreos para la captación de partículas presentes en el aire con la técnica de sedimentación en placa de Petri, la cual requiere medios de cultivo específicos, siendo: Agar Nutritivo (AN) para determinación de bacterias y Agar Sabouraud (AS) para hongos y levaduras. Durante los muestreos las placas son expuestas por un

periodo de 10 minutos, luego son reservadas y trasladadas al laboratorio para el conteo de hongos y bacterias y el registro de datos.

Las mediciones de temperatura (T) y humedad relativa (HR) se realizan con termohigrómetros (Figuras N°6 y 7), programados para realizar mediciones continuas cada ½ hora durante las 4 semanas de experimentación.



Figuras 6 y 7. 6: HOBO data logger.Tem/Rh/light/ext channel 9876545U12Pat.686664.
7: HOBO Rh/Temp/2X channel externa. Fuente: elaboración propia.

Al culminar la construcción del prototipo así como su estabilización, en un área de ambiente exterior abierta y protegida de la intemperie, se procede a colocarlas placas de Petri con los medios de cultivo y los equipos en los puntos de muestreo (Figuras N°1, 8, 9 y 10) para dar inicio a las mediciones.



Figura 8. Los tres Módulos Experimentales armados y estabilizados para el muestreo.
Fuente: elaboración propia.



Figuras 9 y 10. Placas de Petri para exposición de medios de cultivo en interior de los módulos y en ambiente exterior. Fuente: elaboración propia.

2. RESULTADOS

Los datos registrados correspondientes al conteo de las UFC/m³ de hongos y bacterias se procesan por medio de tablas y gráficos en base a valores de referencia con respecto a niveles de contaminación biológica elaborados por el Comité Técnico de Normalización (CTN 171), en los que la Comisión de la Comunidad Europea ha propuesto 5 categorías para evaluar el nivel de contaminación microbiana en el aire interior de ambientes no industriales (E.C.C., 1993). Tabla N°2.

Tabla 2: Niveles de microorganismos en el aire de ambientes interiores no industriales. Fuente: Comisión de las Comunidades Europeas (ECC, 1993).

Categoría de contaminación	UFC/m ³ en el aire	
	Bacteria	Hongos
Muy bajo	< 50	< 25
Bajo	50 - 100	25 - 100
Intermedia	100 - 500	100 - 500
Alto	500 - 2.000	500 - 2.000
Muy alto	> 2.000	> 2.000

Los resultados promedio obtenidos en los conteos de hongos (A.S.), reflejan un comportamiento constante tanto en los módulos como en el ambiente exterior, siendo el menor nivel de microorganismos el presente en el módulo ventilado, seguido por el módulo no ventilado y módulo control. Las mediciones en ambiente exterior presentan los niveles de microorganismos más elevados obtenidos en los muestreos (Figura N°11).

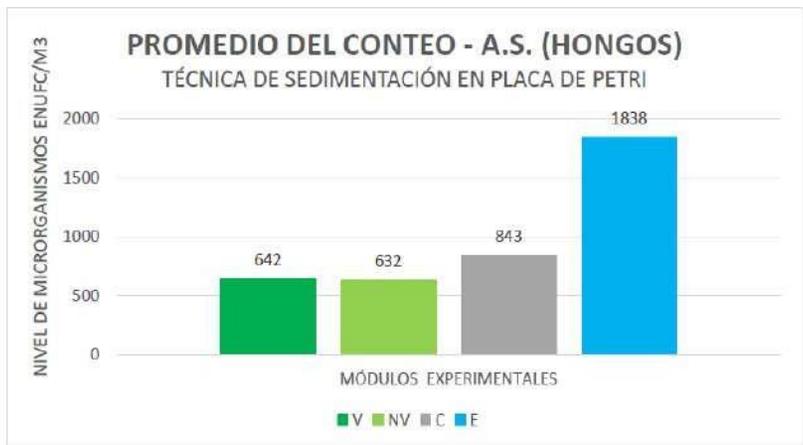


Figura 11: Resultados promedio, Conteos de hongos (A.S) para los módulos; ventilado(V), no ventilado (NV), control(C), ambiente exterior(E). Fuente: elaboración propia.

Los resultados promedio obtenidos en los conteos de bacterias (A.N.), reflejan un comportamiento muy variable tanto en los módulos como en el ambiente exterior, no obstante, el menor nivel de microorganismos es el presente en el módulo ventilado, seguido por el módulo no ventilado y por último el módulo control. Las mediciones en ambiente exterior presentan los niveles de microorganismos más elevados obtenidos de los muestreos (Figura N°12).

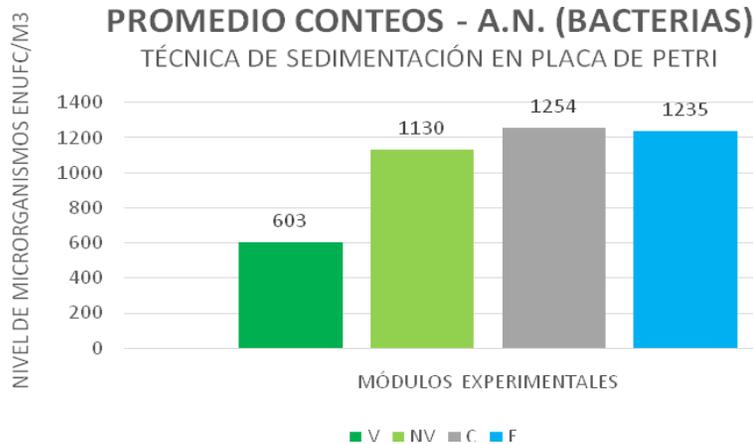


Figura 12: Resultados promedio de los Conteos de bacterias (A.N.) para módulos; ventilado(V), no ventilado(NV), control(C), ambiente exterior(E). Fuente: elaboración propia.

Luego de registrados los datos obtenidos en el estudio microbiológico, se busca expresar cuantitativamente el potencial de los sistemas evaluados para el

mejoramiento de la calidad microbiológica del aire en espacios interiores. Para ello, basados en los datos de la Tabla N°2, se crea una matriz para asignar un valor porcentual de calidad del aire considerando un valor hipotético de 100% para un espacio Óptimo (OPT) con UFC/m³ igual a 0 (cero), y un valor de 0% para un espacio X cuyo UFC/m³ sea igual a 2000 (Tabla N°3).

CATEGORÍA DE CONTAMINACIÓN																						
	MUY BAJO-BAJO	INTERMEDIO					ALTO															MUY ALTO
UFC/m ³	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	> 2000
%	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	<0
CALIDAD DEL AIRE																						

Tabla 3: Matriz de valor porcentual de calidad del aire. Fuente: elaboración propia.

Partiendo de esta matriz se elaboran una tabla y un gráfico en los que se coloca para el resultado del valor promedio de UFC/m³ el valor de calidad del aire que le corresponde en la matriz mencionada (Tabla N°4 y Figura N°13).

Tabla 4: Porcentaje de calidad microbiológica del aire en los sistemas evaluados. Fuente: elaboración propia.

Módulo	Nivel de microorganismos. Promedio AS - AN (UFC/m ³)	Calidad del aire promedio (%)
OPT	0	100
V	622	69
NV	882	56
C	1049	47,5
E	1537	26,87
X	2000	0

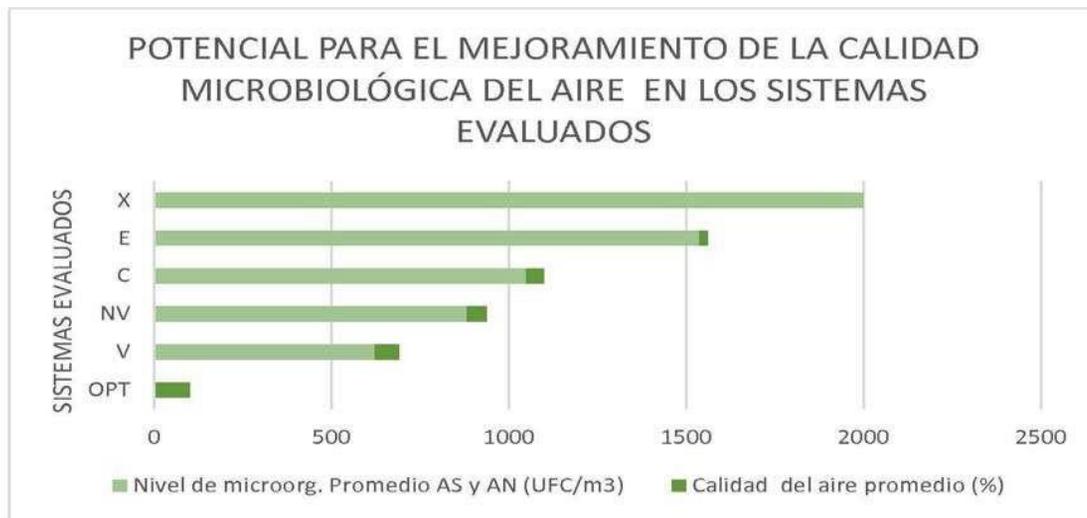


Figura 13: Gráfico; (V) ventilado, (NV) no ventilado, (C) control y (E) ambiente exterior.
Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la experimentación ubican a todos los módulos dentro de la categoría de contaminación “Alta”, siendo para cada uno de ellos los siguientes datos promedio: módulo control (C) calidad del aire 47,50%, módulo vegetal no ventilado (NV) calidad del aire 56% y para módulo vegetal ventilado (V) la calidad del aire es de 69%.

Los datos correspondientes a las mediciones de temperatura y humedad relativa (HR) muestran comportamientos constantes en los que la temperatura más baja la registra el módulo ventilado, seguido por el módulo no ventilado, módulo control y finalmente ambiente exterior, siendo el resultado promedio de 21,13°C, 22,81°C, 23,14°C, 23,55°C respectivamente (Figura N°14).

Con respecto a los registros de HR, el módulo vegetal no ventilado posee el registro más elevado, seguido por el módulo ventilado, ambiente exterior y módulo control, siendo 88,55%, 80,04%, 75,99% y 71,75% respectivamente (Figura N°15).

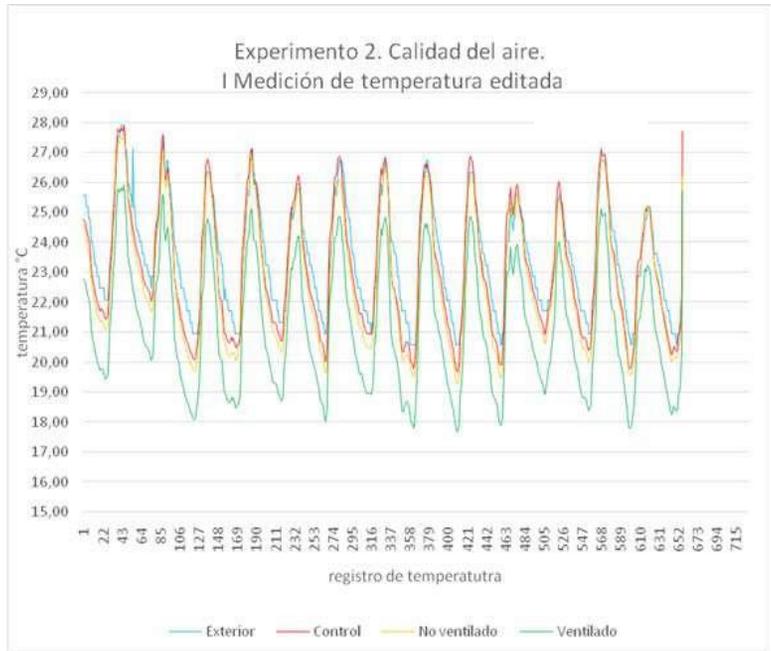


Figura 14: Gráfico de registro de humedad relativa (%) en los módulos; control, no ventilado, ventilado y ambiente exterior. Fuente: elaboración propia.

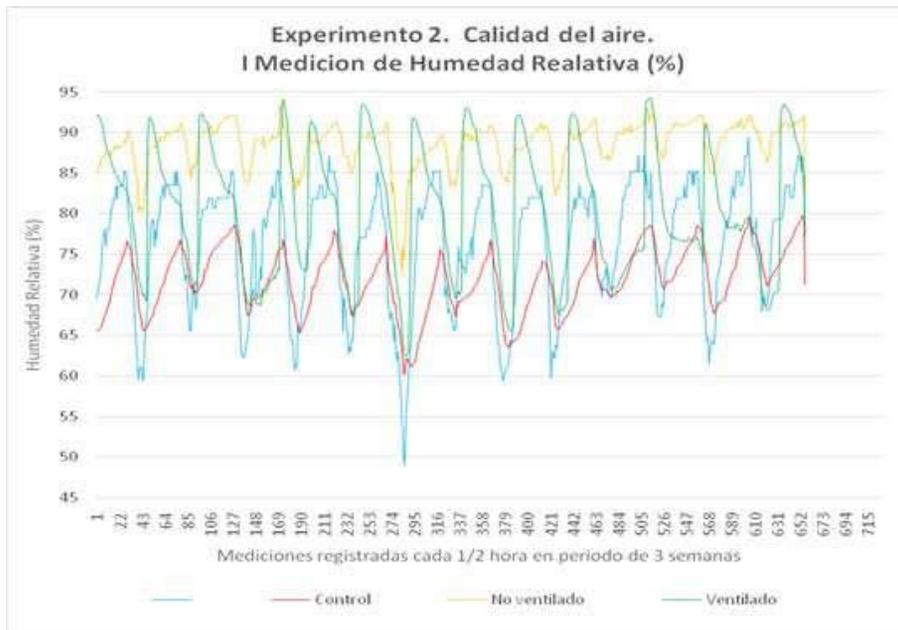


Figura 15: Gráfico de registro de temperatura (°C) en los módulos; control, no ventilado, ventilado y ambiente exterior. Fuente: elaboración propia.

Al contrastar los resultados de la temperatura del Sistema Vegetal No Ventilado y del Sistema Vegetal Ventilado con respecto al módulo control, se puede conocer la capacidad de disminución de temperatura del sistema evaluado, siendo en promedio para el Sistema Vegetal No Ventilado de 0,33 °C y para el Sistema Vegetal Ventilado de 2,01°C, Figura 16.

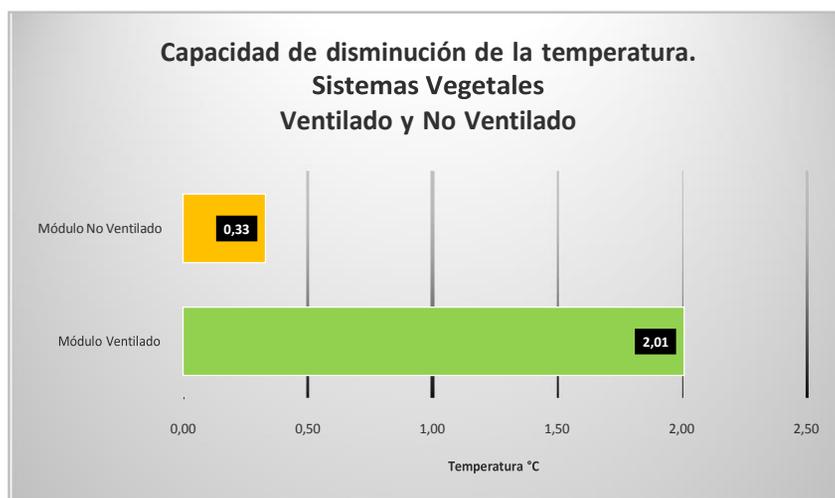


Figura 16: Gráfico comparativo capacidad de disminución de la temperatura del Sistema Vegetal Ventilado y Sistema Vegetal No Ventilado. Fuente: elaboración propia.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del estudio de la calidad microbiológica del aire indican que los espacios interiores con sistemas vegetales poseen mejor calidad de aire que los espacios que carecen de ellas (6% mayor) y que los espacios con sistemas vegetales ventilados poseen mejor calidad de aire que los espacios con sistemas vegetales no ventilados (13% mayor). El resultado es consistente con los antecedentes consultados, aunque porcentualmente los resultados obtenidos son significativamente menores a los reportados por los sistemas patentados. Los resultados también confirman la información de antecedentes referida al incremento de las propiedades termorreguladoras y purificadoras de las plantas ante el paso del aire a través de los sistemas vegetales (Lau, W., 2015).

Los resultados de las mediciones de temperatura y HR indican que los espacios con sistemas vegetales poseen una temperatura más baja y HR más elevada que los espacios que carecen de ellas (0,33 °C y 16,79% respectivamente), y que los espacios con sistemas vegetales ventilados poseen una temperatura y HR menor que los espacios con sistemas vegetales no ventilados (1,68°C y 8,5% menor), lo cual es un comportamiento consistente con los antecedentes consultados, aunque

los resultados obtenidos reflejan una capacidad de disminución de la temperatura significativamente menor que las reportadas por los sistemas de los antecedentes consultados. Esto se asocia a la elevada humedad presente en el tipo de clima cálido húmedo donde se desarrolló la experimentación.

Los resultados obtenidos corresponden a sistemas vegetales con una densidad de 30 plantas /m² que implementa una sola especie de planta (*epipremnum eaerum*), por lo que para futuras experimentaciones se recomienda experimentar con otras especies, de modo de corroborar si el potencial de mejoramiento de la calidad del aire de estos sistemas varía según la especie de planta, Urbanarbolismo (2013).

Para futuros estudios se recomienda seleccionar otras regiones del país, de manera de complementar el estudio referido al potencial de los sistemas pasivos de refrescamiento dentro del territorio nacional (Hobaica et al, 2007).

En términos generales, los resultados permiten constatar que la presencia de las plantas contribuye para mejorar la calidad ambiental en espacios interiores y que la incorporación de la ventilación en los sistemas vegetales incrementa el potencial de las propiedades de las plantas para el mejoramiento de la calidad del aire.

4. AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de la experimentación ha sido posible gracias a la profesora Yuraima Córdova, quien puso a disposición del IDEC los equipos y materiales del Laboratorio de Higiene Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la UCV. Al tutor Ernesto Lorenzo, quien ha guiado el desarrollo y proceso de la investigación, y al aporte del CDCH, que permitió adquirir parte del material utilizado en la construcción del prototipo.

5. REFERENCIAS

Córdova, Y. (1992). *Guía de prácticas de Biología Sanitaria*. Laboratorio de Biología Sanitaria. Departamento de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

ECC. (1993). *Indoor air quality and its impact on man. Biological particles in indoor environments*. European Communities Commission. Report 12. Cost Project 613. EUR. 14988 EN.

Hobaica, M.E., Belarbi, R., Rosales, L. (2001). *Edificaciones energéticamente eficientes en un marco integral integral de habitabilidad*. Revista Tecnología y Construcción. Volumen 17I-1. IDEC/FAU-UCV. Caracas, Venezuela.

IEA (2013). *World Energy Outlook 2013*. Agencia internacional de la energía (IEA-OECD). París, Francia.

Lau, W. (2015). *Breathe In: CASE Puts Its Green Wall Sistem to the Test*". Skidmore Owings & Merrill. Center for Architecture Science and Ecology Argonne National Laboratory. Columbia University. NY, USA.

PNUD (2009). *Buildings and Climate Change. Summary for Decision Makers*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. París, Francia.

Área Temática:

DESARROLLO URBANO VULNERABILIDAD Y CULTURA

APRENDIZAJES DE TRANSPORTE SOSTENIBLE EN CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

Eliana Coromoto León Espinoza

Departamento de Planificación Urbana, Universidad Simón Bolívar, correo: eliana.leon@gmail.com

RESUMEN

El transporte sostenible es el conjunto de servicios e instalaciones que permiten los desplazamientos necesarios para que los ciudadanos tengan acceso al empleo y a las diversas facilidades que ofrece la ciudad, caracterizados por ser accesibles y asequibles para todos y respetuosos del ambiente. Diversas ciudades de América Latina han implantado medidas orientadas al desarrollo de sistemas de transporte sostenible, entre las que se cuentan fundamentalmente: a) Aplicación de la planificación integral: usos del suelo-transporte; b) Desarrollo de sistemas integrados; c) Priorización del uso del transporte público y de los modos de transporte no motorizado. En marzo de 2018 se realizó una investigación que incluyó una consulta a expertos de América Latina, estructurada inicialmente a partir de cinco ciudades (Curitiba, Rosario, Santiago, Montevideo y Medellín) cuyos resultados señalan que los cuatro aspectos clave más importantes para la implantación exitosa de un sistema de transporte sostenible (STS) son la integración operativa y tarifaria de los modos de transporte, el abordaje integral de la planificación del transporte, la toma de decisiones orientada por el conocimiento técnico y la voluntad política para aplicar y dar continuidad a los cambios en el transporte. Asimismo, señalan que un STS debe estar conformado por ocho elementos: red integrada, sistema de cobro, tarifas asequibles, infraestructura adecuada, estructura de rutas, accesibilidad universal, información al usuario y tecnologías limpias. En este contexto, Curitiba, Rosario, Medellín, La Paz, Montevideo y Ciudad de México han logrado desarrollar sistemas de transporte sostenible.

Palabras clave: Transporte sostenible, América Latina, movilidad, transporte público.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales y económicas imperantes en el mundo, así como el creciente número de personas que habita en ciudades, hacen cada día más importante desarrollar sistemas de transporte sostenible (STS) para resolver las

también crecientes necesidades de movilidad, en un contexto operativo que sea respetuoso del ambiente y que ofrezca un servicio de calidad al usuario.

Latinoamérica no escapa a este escenario global: se repite una realidad urbana caracterizada por altos niveles de congestión, ciudadanos dependientes del vehículo particular o cautivos de un transporte público insuficiente y de mala calidad, consecuencia de una planificación débil o inexistente. Sin embargo, también ha habido una serie de experiencias latinoamericanas que han demostrado que estos escenarios pueden transformarse en experiencias exitosas y sostenibles. En este orden de ideas, se ha propuesto realizar una revisión de casos latinoamericanos resaltantes que representen aprendizajes, por sus resultados exitosos o porque resultan de la fórmula que no conviene aplicar cuando se busca alcanzar el éxito de un sistema de transporte.

En tal sentido y de conformidad con los alcances de las jornadas de investigación, como resultado del proceso de revisión documental se presentará una breve descripción de cada ciudad estudiada, considerando aspectos tales como el aspecto resaltante por el cual es seleccionada para la investigación, el número de viajes generados y la participación del transporte sostenible en la distribución modal de los mismos, la descripción del contexto de la planificación y una caracterización general del aspecto más resaltante del caso. Seguidamente, se complementa con una consulta a expertos en transporte, para finalmente identificar aprendizajes y generar unas conclusiones.

1. EL TRANSPORTE SOSTENIBLE

Desde la segunda mitad del siglo XX la política internacional ha seguido unos principios rectores vinculados al desarrollo sustentable, noción que surge durante la Conferencia sobre el Medio Humano de la Organización de las Naciones Unidas de 1972. Con el impulso del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en la década de 1990 comienza a hablarse en conjunto de crecimiento económico, disminución de la pobreza y protección del ambiente, y se sustituye la postura del no crecimiento por la del crecimiento verde, un modelo de desarrollo con unas áreas temáticas prioritarias, entre las cuales se encontraba el transporte, en cuyo campo teórico específico se propone para los países en desarrollo que el transporte sostenible es “la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y productos, necesarios para el desarrollo económico y social, que ofrecen acceso seguro, confiable, económico, y al alcance de todos, al tiempo que reducen los impactos negativos en la salud y el medio ambiente local y global” (HIDALGO, 2011: 8).

En 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas, al definir la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, definió 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), con 169 metas, donde destaca el transporte. Quedando definido el ODS 11 como: “Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”. El tema de la inclusión es transversal en las metas inherentes a este objetivo, pero en lo que al transporte se refiere, para el 2030 se quiere “proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad” (ONU, 2015).

Ahondando en la teoría, los modos de transporte sostenible se clasifican en dos grupos: en primer lugar los no motorizados, a saber los desplazamientos peatonales y la bicicleta, ésta última usada como modo de transporte individual o como transporte público bajo la forma de los sistemas de bicicletas públicas. Dentro de los modos de transporte sostenible motorizados se encuentran: los sistemas de transporte ferroviario, que destacan por su capacidad para transportar altos volúmenes de pasajeros; los sistemas de Autobuses de Tránsito Rápido, BRT por sus siglas en inglés, que combinan la eficiencia y calidad de los metros “con la flexibilidad y bajo costo de los autobuses, con importantes beneficios ambientales” (ITDP, 2010: 1); y los Sistemas de Transporte por Cable, desarrollados desde la década de 2000 como modo de transporte público, para atender zonas de accesibilidad complicada por razones topográficas. Cada vez cobra más fuerza la idea de combinar los modos de transporte no motorizados con el transporte público de alta capacidad, por ser los más eficientes en términos energéticos.

2. EL TRANSPORTE SOSTENIBLE EN CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

De acuerdo con los datos más recientes publicados por el Observatorio de Movilidad Urbana, el transporte público colectivo es uno de los modos de transporte más usado en las ciudades latinoamericanas, pues agrupa el 42% de los viajes diarios, seguidos por un 32% de viajes realizados a pie y en bicicleta, mientras que tan sólo el 26% se realizan en modos de transporte motorizado individual (OMU, 2016). América Latina ha sido pionera en el diseño y aplicación de novedosas soluciones en materia de transporte sostenible. De las experiencias que han tenido lugar durante las últimas décadas, se ha realizado una revisión de siete casos emblemáticos considerados aprendizajes positivos o negativos, todos correspondientes a áreas metropolitanas que destacan por algún elemento

particular vinculado con el tema de la sostenibilidad, que seguidamente serán presentados.

2.1. Curitiba, Brasil

Curitiba es seleccionada por ser una referencia fundamental en lo que a transporte sostenible se refiere, por ser una experiencia completa y exitosa. Según el OMU, diariamente se realizan 6,10 millones de viajes en Curitiba, de los cuales el 35% corresponde a modos de transporte no motorizado y 28% al transporte público colectivo (ver tabla 1). En la década de 1960 se formuló el Plan de Urbanismo de Curitiba, que combinó lineamientos de sostenibilidad y planificación integral, proyectando un sistema de transporte público colectivo (TPC) vinculado a los usos del suelo y a la estructura del espacio público. Se trata de un BRT, uno de los más completos y exitoso del mundo, estructurado a partir de unos ejes de desarrollo lineal, atendidos por rutas expresas de TPC, con novedosas estrategias de operación, nueva flota y el uso de sistemas automatizados de control. La ciudad experimentó notables mejoras, logrando tener “el más bajo índice de contaminación atmosférica de Brasil, inexistencia de congestiones vehiculares en el centro de la ciudad” (Cárdenas, 1998: 19). En 2011 el BRT de Curitiba contaba con 5.000 paradas; 351 estaciones-tubo y 34 terminales de integración. En 2015 el sistema operaba en una red conformada por vías exclusivas, complementadas con vías con prioridad para TPC, para ciclistas y para peatones, y ciclorrutas habilitadas los fines de semana. La capacidad del sistema permitía transportar 13.000 pasajeros en hora pico por sentido, a una velocidad promedio de 19 km/h (CAF, 2010: 17), movilizando así un promedio diario de 2.400.000 pasajeros, con una flota de 2.949 vehículos dando cobertura a 351 rutas, 74% de las cuales son urbanas y 26% metropolitanas (OMU, 2016). Se puede afirmar que Curitiba continúa siendo el gran ejemplo a seguir y su gran acierto es la práctica de la planificación integral, acompañada de los procesos de seguimiento, control y evaluación, además de contar con uno de los BRT más eficientes del mundo.

2.2. Rosario, Argentina

La experiencia del Área Metropolitana de Rosario es seleccionada por abordar la planificación del transporte desde una perspectiva inclusiva y participativa, empoderando al usuario del servicio. En esta metrópoli se genera un promedio de 1,88 millones de viajes diarios, de los cuales el 53,2% son realizados en modos sostenibles (tabla 1), con predominio del TPC. En 2002 el gobierno local formuló un Plan Integral de Movilidad (PIM), orientado por cinco ejes de gestión. Primer eje: Contundente participación del gobierno local en la definición de las políticas de transporte, materializada inicialmente con la anulación de concesiones al transporte urbano y la consolidación de un marco institucional para regir la

operación del mismo; segundo eje: Política de igualdad de oportunidades, que procura un servicio de transporte de calidad, con atención preferencial para los sectores más vulnerables de la población; tercer eje: Participación ciudadana, posicionando al ciudadano como protagonista de la movilidad, involucrándolo en todas las etapas de la planificación; cuarto eje: Distribución más equitativa del espacio en la ciudad, dando prioridad al TPC, dando menos espacio al vehículo y más al peatón; y quinto eje: Uso de las nuevas tecnologías para mantener la comunicación con el usuario y para implementar la operación del Centro de Monitoreo de la Movilidad, que permite controlar el tránsito y monitorear la operación del transporte público. Una vez materializados los cinco ejes, Rosario cuenta con sólo tres operadoras de transporte urbano: una privada, una pública y una mixta, que atienden 59 rutas con una flota de 770 vehículos, en vías de uso exclusivo, lo que ha permitido disminuir en 30% el tiempo de los viajes por el área central (OMU, 2016). También se ha fortalecido el uso de la bicicleta: Se cuenta con ciclorrutas, vías con prioridad ciclista y estacionamientos con capacidad para 2.000 bicicletas, además tiene un sistema de bicicletas públicas llamado “Mi bici Tu bici”, con 480 bicicletas dispuestas en 18 estaciones. Han logrado integración institucional, operativa y tarifaria, además de una tarjeta prepagada que es el único medio de pago para todos los modos de transporte público existentes en la ciudad. La estrategia del PIM de Rosario también ha incluido una política de desestímulo al uso del vehículo particular. Esta experiencia ha sido exitosa por el nivel de gestión desarrollado, el rol activo que ha tenido el ciudadano, la transformación de las operadoras de transporte público y el nivel de integración institucional, física y tarifaria alcanzado.

2.3. Santiago, Chile

Santiago de Chile es una experiencia seleccionada porque permite reflexionar sobre la forma como no se debe abordar la transformación de un sistema de transporte público, si se quiere lograr los beneficios de la sostenibilidad. Para 2016 su Área Metropolitana generaba cerca de 14 millones de viajes diarios, de los cuales el 57% se realizaba en modos sostenibles (OMU, 2016) (ver tabla 1). La experiencia del Transantiago tiene origen en la década de 2000, cuando se inició la formulación del Plan de Transporte Urbano para Santiago (PTUS), con lineamientos de transporte sostenible, tales como la disminución del uso del automóvil, el mejoramiento del TPC y el fomento del uso del transporte no motorizado, entre otros. El Transantiago inició sus operaciones en 2007, pero sin atender al diseño previsto: La estructura de rutas no respondía a la demanda, el gobierno no construyó la infraestructura necesaria, no se concretó la integración operativa con el metro, no se constituyó la autoridad única de transporte y se usó una flota mínima de 4.500 vehículos (Holuigue, 2011: 20), que impedía atender la demanda en la hora pico (Mundó y Ocaña, 2007: 90), constituyéndose en un

sistema deficiente e incomprensible para los usuarios, que migraron hacia el metro y el automóvil. En 2018 se aplicó un rediseño del Transantiago, orientado a mejorar la cobertura del servicio, disminuir el número de trasbordos, reducir los tiempos de espera y aumentar la oferta de recorridos. Se puede afirmar que se ha integrado de manera operativa, física y tarifaria con el metro. Suma un total de 6.550 vehículos y siete empresas operadoras (<http://www.transantiago.cl>). Se ha privilegiado la circulación de las unidades por el sistema vial de la ciudad y cuenta con más de 11 mil paradas y seis intercambiadores. Existe un modo único de pago y la información sobre rutas y horarios del sistema se encuentra totalmente a disponibilidad del usuario. Aunque en los últimos tiempos el Transantiago ha experimentado notorios cambios favorables, el inicio repentino de su operación en un marco carente de planificación y de integración, fueron los principales factores que dieron origen al funcionamiento de un sistema de TPC con muchas debilidades.

2.4. Medellín, Colombia

En el caso de Medellín destaca el nivel de integración de transporte alcanzado, así como su visión de sistema y enfoque de planificación integral. Tiene antecedentes en 2005, en la formulación del Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá, región donde se genera un promedio de 5,6 millones de viajes diarios, predominando el uso de los modos sostenibles, que representan el 67% del total (OMU, 2016) (ver tabla 1). El sistema integrado de Medellín cuenta con transporte masivo de alta y mediana capacidad, el TPC metropolitano y en la modalidad individual, un sistema de bicicletas públicas. El sistema de transporte masivo de alta capacidad está conformado por el metro y el Metrocable, subsistema constituido por una red de tres líneas de 9,4 km de longitud y 10 estaciones, que movilizan más de 53 mil pasajeros diarios a una velocidad promedio de 18 km/h (Suárez-Alemán, 2017: 5), en cabinas con capacidad para diez pasajeros y conectando la ciudad con zonas de desarrollo no controlado, ubicadas a 400 metros de altura con respecto a ésta. La experiencia de Medellín destaca por el desarrollo de un sistema de transporte por cable que ha permitido mejorar la accesibilidad a zonas de desarrollo informal, con un gran número de habitantes y difíciles condiciones de accesibilidad, a causa de las altas pendientes que presentan. Pero también destaca por tratarse de la implantación de un sistema de transporte con criterios de integración, acompañado de una estrategia de recuperación, rehabilitación y revaloración del espacio urbano en su entorno.

2.5. La Paz, Bolivia

Las ciudades La Paz y El Alto, con una diferencia de altura de 400 metros, conforman un área metropolitana que constituye el principal centro poblado de

Bolivia, donde el 35% de la población es pobre, según la Empresa Estatal de Transporte por Cable (EETC) y es seleccionada por tratarse de una experiencia en la cual el transporte ha sido un medio para generar inclusión social. Como se aprecia en la tabla 1, en La Paz se generan alrededor de 2,5 millones de viajes diarios y el 88% de éstos se realizan en modos sostenibles (EETC, 2015). El servicio de transporte de la ciudad era informal, desregulado, pobre en cuanto a seguridad y calidad, y altamente contaminante; existía un exceso de oferta, fundamentada en un gran número de vehículos obsoletos y de muy baja capacidad. Luego del 2000, la población comenzó a ejercer importantes presiones sobre el gobierno boliviano debido al mal servicio de TPC y a sus altas tarifas, por lo que se implementó un sistema de transporte por cable, tipo teleférico, seleccionado por ser el más conveniente desde el punto de vista económico y técnico. Este sistema tiene una longitud de diez kilómetros y capacidad para movilizar un promedio de 440.000 pasajeros diarios, siendo el metrocable más grande del mundo. Consta de tres líneas construidas y seis en proyecto; 74 torres; 11 estaciones; 427 cabinas con capacidad para transportar diez pasajeros. Opera con una frecuencia de 12 segundos, lo que le permite movilizar 3.000 pasajeros por hora por sentido, a una velocidad promedio de 19 km/h (Suárez-Alemán, 2017:4). En 2015 se realizó una encuesta de movilidad, para conocer el impacto del sistema y se pudo conocer que generó una disminución promedio de 22% en los tiempos de viaje (Suárez-Alemán, 2017: 1), con repercusiones positivas en el nivel de vida de los ciudadanos, pues ha facilitado un mayor acceso al empleo y los servicios públicos, y proporciona más tiempo libre para la realización de las actividades de ocio y recreación.

2.6. Montevideo, Uruguay

El Área Metropolitana de Montevideo es seleccionada para la investigación por tratarse de un caso de planificación integral, con resultados favorables que tiene su origen en 1998, al ser aprobado el Plan Montevideo, un instrumento de ordenamiento territorial que incluyó directrices generales de transporte. Su alcance territorial es la señalada área metropolitana, que genera tres millones de viajes diarios, el 47% realizados en transporte sostenible (OMU, 2016). Se busca el desarrollo de un sistema de transporte metropolitano sostenible con esquema tronco-alimentador (desagregado en líneas troncales, alimentadoras y transversales), con terminales en las cabeceras e intercambiadores en puntos intermedios, con canales de uso exclusivo e integrado institucional, física y tarifariamente. Propone los modos de transporte no motorizado como las opciones más adecuadas para los desplazamientos cortos y busca fortalecer la relación puerto-ciudad, generando una zonificación y una red vial preferencial para el transporte de carga. Desde el 2015 el Sistema de Transporte de Montevideo está conformado por cuatro operadoras que manejan una flota de 1.528 vehículos, que

circulan por canales exclusivos, 4.835 paradas, 107 rutas y un sistema de consulta de horarios *on line* (www.montevideo.gub.uy). Se ha puesto en operación el Centro de Gestión de la Movilidad, que controla en tiempo real el tránsito de la ciudad. Sin lugar a dudas el principal modo de transporte urbano en Montevideo es el TPC y su éxito ha estado determinado por una adecuada planificación del transporte, que abarcó diferentes componentes del sistema de transporte, incluyendo los modos no motorizados y el transporte de carga, de gran incidencia en la dinámica de una ciudad.

2.7. Ciudad de México, México

Ciudad de México está posicionada como una de las ciudades con mayor producción de CO₂ en América Latina como resultado de las dimensiones de su parque automotor, en este contexto el desarrollo de modos de transporte no motorizado tiene relevancia en términos sostenibilidad, es por ello que esta ciudad ha sido seleccionada para la investigación, por los avances logrados con el sistema de bicicletas públicas. Se generan unos 43 millones de viajes diarios y entre éstos destacan los modos sostenibles, que agrupados suman el 78,9% del total (OMU, 2016). En 1997 se consolidó la integración física, operativa y tarifaria del metro, tren ligero, Metrobús (BRT), tranvía, trolebús y transporte colectivo tradicional en esta ciudad y más recientemente al transporte público se han incorporado los modos alternativos de transporte y se ha impulsado la movilidad no motorizada, a través de diversas acciones entre las cuales se encuentra el inicio de la operación de Ecobici. Este proyecto nació en 2010, en el marco de las “10 Acciones de la Ciudad de México para enfrentar el Cambio Climático”, usando la tecnología Smartbike y operado por una empresa privada, bajo la figura de concesión. Se inició con 85 estaciones y 1.114 bicicletas, que en 2013 alcanzaron 260 estaciones y 3.510 bicicletas. El recorrido promedio de un viaje en Ecobici es de 1,28 km y el tiempo promedio de 12 minutos. Según la Encuesta Ecobici 2014, el 48% de los viajes en Ecobici tienen como propósito ir al trabajo, en el 13% de los viajes lo utilizan como único modo de transporte. Del 81% que lo combina con otro modo de transporte, el 35% lo hace con desplazamientos peatonales, el 29% con el metro y 17% con el BRT (CEMC, 2015: 18), es decir, se combina principalmente con otros modos sostenibles. El 62% de los viajes en Ecobici tienen origen en el hogar. El 34% de los encuestados usa Ecobici cinco o más días a la semana y otro 34% lo usa de dos a cuatro días a la semana. El 77% de los encuestados, señaló que tiene acceso a un automóvil en su hogar, pero prefiere el uso de la bici como modo de transporte. Las principales motivaciones para usar Ecobici son: hacer ejercicio (60%), evitar el tránsito vehicular (30%) y llegar más rápido al destino (28%). En la actualidad Ecobici cuenta con un total de 480 ciclo estaciones, de las cuales el 6% son estaciones multimedia, que manejan 340 bicicletas eléctricas para facilitar su uso en zonas con pendientes. Ecobici

moviliza unos 35.000 usuarios diarios y ha pasado a ser una experiencia que despierta gran interés a nivel internacional, por ser un modo de transporte innovador que ha venido ganando adeptos frente al automóvil, permite el desarrollo de las capacidades físicas del usuario, disminuye las emanaciones contaminantes y reduce los tiempos de viaje.

Tabla 1: Comparativo de viajes diarios en ciudades latinoamericanas

CIUDAD	POBLACIÓN (Millones Hab.)	SUPERFICIE (km ²)	NÚMERO DE VIAJES DIARIOS							
			A PIE Y BICICLETA		TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO		TRANSPORTE INDIVI-DUAL MOTORIZADO		TOTAL	
			MILLONES VIAJES/DÍA	%	MILLONES VIAJES/DÍA	%	MILLONES VIAJES/DÍA	%	MILLONES VIAJES/DÍA	%
Curitiba	3,4	425	2,1	35	1,7	28	2,3	37	6,1	100
Rosario	1,3	150	0,4	21	0,6	32	0,88	46, 8	1,88	100
Santiago de Chile	5,8	662	2,3	17	5,5	40	5,9	43	13,7	100
Medellín	3,4	173	1,5	26	2,3	41	1,8	33	5,6	100
La Paz	1,7	130	0,45	19	1,75	69	0,3	12	2,5	100
Montevideo	1,8	579	0,3	11	1	36	1,45	53	2,75	100
Ciudad de México	20,4	2.6 09	8,8	20, 4	25,2	58, 5	9,1	21, 1	43,1	100

Fuente: CAF (2016) y EETC (2015)

3. CONSULTA A EXPERTOS SOBRE EL TRANSPORTE SOSTENIBLE EN AMÉRICA LATINA

Para complementar la revisión de aprendizajes y con el objetivo de validar las ciudades seleccionadas y los elementos que deben conformar un sistema de transporte sostenible, se formuló una consulta a expertos en el área para conocer sus opiniones al respecto. La consulta estuvo estructurada a partir de cinco

ciudades, pero se dio al experto la posibilidad de mencionar cualquier otro caso que a su juicio representara un aprendizaje. Fue realizada a través de un cuestionario *on-line*, compuesto por seis preguntas, la primera de selección y el resto preguntas abiertas. El cuestionario fue remitido a un total de 30 expertos, de los cuales el 53% pertenecen al ámbito académico y profesional del transporte a nivel internacional y el resto al ámbito venezolano, y estuvo abierto por 21 días, obteniéndose la respuesta de un total de diez expertos. Las respuestas fueron procesadas y los resultados se presentan seguidamente.

3.1 Resultados de la consulta a expertos

Respecto a las experiencias incluidas en la consulta, los expertos reconocieron como aprendizajes: Curitiba 100%, Medellín 80%, Rosario 50% y Montevideo 40%, mientras que para el 60% Santiago es un fracaso. Adicionalmente, hicieron referencia a otras ciudades entre las cuales se encuentran Bogotá, Caracas, Cali y Mérida, destacando aprendizajes inherentes a cada caso.

Se pidió identificar los aspectos que determinaban el éxito en las ciudades referidas y a criterio de los expertos para Curitiba son la práctica de la planificación integral, el diseño del sistema tronco-alimentador, el desarrollo de los procesos de seguimiento y control, el uso de las tecnologías de información y la escala de la ciudad. En el caso de Rosario hicieron referencia a aspectos tales como la fortaleza institucional lograda, el desarrollo de una política y gestión en materia de transporte y la eficiencia con el cual el gobierno local ha asumido las funciones reguladoras y fiscalizadoras. El aprendizaje vinculado a Montevideo está determinado, según los expertos, en la formulación y aplicación del Plan de Movilidad Sostenible, que impulsó la integración de los modos de transporte no motorizados a la red de transporte público tronco-alimentadora. Respecto a Medellín, destacan la importancia del uso del cable como modo de transporte urbano, que contribuyó a generar equidad socio-territorial, donde la escala urbana de la ciudad es un factor que contribuye con su éxito como TPC. Por otra parte, Santiago generó polémica en la consulta, si bien 60% lo identificó como fracaso, el 20% considera que en los errores también hay aprendizajes y destacan que se trata de una mala práctica de integración de transporte, que inició operaciones de manera apresurada y generó caos, perjudicando a los usuarios; indican que hubo deficiencias en la gestión del sistema, en el diseño, en la información proporcionada a los usuarios y en la falta de estimación de costos propios, dando como resultado un servicio de baja calidad.

Otro aspecto abordado durante la consulta a expertos ha sido la identificación de factores clave para implantar un sistema de transporte sostenible en América Latina, habiendo coincidido en que los aspectos clave más importantes son la

integración y la importancia de tomar decisiones orientadas por el conocimiento técnico. Seguidamente, hacen referencia a la preeminencia de la voluntad política para aplicar y dar continuidad a las transformaciones en materia de transporte y del abordaje integral de la planificación. La aplicación de una adecuada gestión financiera y una correcta selección de tecnologías y flotas, ocupan el tercer lugar. Por último, se ha hecho referencia a aspectos tales como: el estímulo al uso del transporte no motorizado, la selección de operadores calificados y la aplicación de planes de mantenimiento.

Finalmente, en la consulta se abordó el tema de los componentes de un sistema de transporte sostenible, obteniéndose como respuesta que el mismo debería estar conformado por un total de ocho elementos: Una red integrada de modos de transporte; un sistema actualizado de cobro; tarifas asequibles; una infraestructura adecuada, bien mantenida, confortable y segura; estructura de rutas optimizada espacialmente; flota con condiciones de accesibilidad universal; información precisa y accesible para el usuario en tiempo real; y el uso de tecnologías limpias, que contribuyan con la protección del ambiente. La consulta a los expertos ha permitido reforzar elementos identificados durante la revisión de las experiencias seleccionadas, que servirán de guía para la caracterización de los aprendizajes.

4. APRENDIZAJES

Vistos la caracterización de los sistemas de transporte de las ciudades seleccionadas y los resultados de la consulta a expertos, ha sido posible reconocer los siguientes aprendizajes: En primer lugar destaca la importancia de la práctica de la planificación integral, que combina usos del suelo y transporte, entendiendo la ciudad como sistema y al transporte como uno de sus componentes, por lo que se requiere de una visión holística para su comprensión. Respecto al proceso de planificación propiamente tal, comprender la importancia del cumplimiento de todas sus etapas, con énfasis en las de seguimiento y control, incorporando la participación ciudadana en cada una de las mismas, lo que coincide con los ODS al hacer referencia a las formas de gestión participativa. Asimismo, destaca la necesidad de la gestión de la integración de los diferentes modos de transporte, desde las perspectivas institucional, operativa, tarifaria y de la información, enfatizando en que la información nunca será suficiente y puede ser determinante en el éxito o fracaso de un STS; si bien todas las formas de integración son importantes, las experiencias exitosas han logrado fortalecer la integración institucional como uno de sus puntos de partida, para lo cual se requiere la voluntad de los decisores políticos. Por otra parte, es importante orientar esfuerzos hacia la transformación de las formas tradicionales de organización de las operadoras del TPC, entendiendo que incluso en el contexto

cultural latinoamericano es posible aplicar un modelo novedoso y más eficiente. Potenciar la operación del transporte público, a través del uso de las nuevas tecnologías en las flotas y en el desarrollo de los sistemas de información, aplicables a las áreas de movilidad, control de las operaciones, tránsito, comunicación e información al usuario, entre muchos otros aspectos susceptibles de ser abordados. Entender que el transporte puede ser sostenible, eficiente y asequible, incluso un medio para lograr inclusión social. Impulsar el desarrollo de los modos no motorizados, potenciándolos inclusive como modos de transporte público, y su integración con el transporte público de alta capacidad. Por último, pero no menos importante, comprender que el transporte de carga también forma parte del sistema de transporte de una ciudad y que ejerce unos efectos importantes que deben ser considerados en el contexto de la planificación.

5. CONCLUSIONES

Las ciudades de América Latina han dado importantes avances en la transformación de sus sistemas de transporte, para adoptar los modos sostenibles. Tan solo en los casos estudiados se realizan diariamente más de 75 millones de viajes diarios, de los cuales aproximadamente el 71% se realiza en modos sostenibles, donde destaca un 50% de viajes en TPC y un 21% de viajes a pie y en bicicleta, que se acercan cada vez más a los viajes realizados en automóvil, que representan cerca del 29%. Las experiencias revisadas y la opinión de los expertos indican que esa transformación positiva se debe a aspectos tales como: La comprensión del manejo integral de la planificación del transporte y de los usos del suelo como el camino apropiado para obtener el éxito en la aplicación de políticas de transporte. Asimismo, de la importancia de la visión integral holística de los planes de transporte, para manejar el TPC, los modos no motorizados y el transporte de carga. La relevancia que el esquema sostenible da a la caminata y la bicicleta como modos de transporte, entendiéndolo que para lograr su desarrollo es necesario implementar estrategias que aproximen al ciudadano a su práctica y que ofrezcan ambientes apropiados para su práctica, porque pese al escepticismo, es posible cambiar paradigmas y abrirles paso como modos de transporte, incluso como transporte público en el caso de la bicicleta que aporta múltiples beneficios, incluida la salud del usuario y la reducción de las emanaciones contaminantes. Lo proponen los ODS, pero también la práctica ha evidenciado que la gestión participativa en el proceso de planificación del transporte, es un factor que contribuye al éxito de los sistemas urbanos de transporte sostenible, así como la importancia de la participación del gobierno local en la transformación de las operadoras del TPC, quedando demostrado que es posible en el contexto cultural e institucional latinoamericano, desarrollar una nueva forma de gestión del mismo, con visión sostenible, incluyente y orientada a

la prestación de un servicio de calidad. El desarrollo de los sistemas BRT, como modo de transporte masivo de alta eficiencia y bajo costo, constituye un aprendizaje importante en el contexto socio-económico latinoamericano, pues han sido los países con menos capacidad financiera los pioneros en el desarrollo de estos sistemas, que pueden generar mayores beneficios a la ciudad cuando se desarrollan con criterios de mejoramiento ambiental-urbano. Por otra parte, la necesidad de dar respuesta a la demanda de transporte de los asentamientos urbanos informales localizados en zonas con topografía de montaña y altas pendientes, ha abierto paso a formas alternativas de transporte, como es el caso de los sistemas de transporte por cable, que generan un menor impacto físico, pero un mayor impacto social al generar inclusión para la población económicamente menos favorecida. Finalmente, hay experiencias que deben tenerse presentes para no replicarse, por cuanto conducen a soluciones insostenibles, que no mejoran la calidad del servicio de transporte y no gozan de la aceptación ni la credibilidad del usuario, ya que desde su concepción han descuidado los aprendizajes descritos.

6. REFERENCIAS

CÁRDENAS, L. A. (1998). Definición de un marco teórico para comprender el concepto del desarrollo sustentable. *Boletín INVI*, 13 (33), 3-20.

Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos (2015). *Encuesta ECOBICI 2014*. Designio Editores, Ciudad de México. Disponible en: <https://www.ecobici.cdmx.gob.mx>. Consultado: Marzo 2018.

Corporación Andina de Fomento-CAF (2010). *Observatorio de Movilidad Urbana*. Banco de Desarrollo de América Latina.

Corporación Andina de Fomento -CAF (2016). *Observatorio de Movilidad Urbana. Informe final 2015-2016*. Banco de Desarrollo de América Latina.

Directorio de Transporte Público Metropolitano de Santiago (2017), <http://www.transantiago.cl>

Empresa Estatal de Transporte por Cable “Mi Teleférico” (2015). Diseño, construcción y puesta en marcha del sistema de transporte por cable (teleférico) en las ciudades de La Paz y El Alto, segunda fase, contratación directa-llave en mano. La Paz.

HIDALGO, D. (2011). *Transporte sostenible para América Latina: Situación actual y perspectivas*. Foro de Transporte Sostenible FTS de América Latina, Bogotá.

Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo de México (2010). *Autobuses de Tránsito Rápido*. Ciudad de México. Disponible en: http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/BRT_April2011v4.pdf. Consultado: Junio 2018.

MUNDÓ J.; OCAÑA, R. (2007). *Examen de sistemas BRT para Caracas. Urbana*, 38. 83-100.

ONU (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030*, disponible en: <http://www.exteriores.gob.es/Portal/es/PoliticaExt>

SUAREZ-ALEMÁN, A.; SEREBRISKY, T. (2017). *¿Los teleféricos como alternativa de transporte urbano? Ahorros de tiempo en el sistema de Teleférico urbano más grande del mundo: La Paz-El Alto*. Banco Interamericano de Desarrollo, Nueva York. Disponible en: <https://publications.iadb.org/handle/11319/8470>. Consultado: Enero 2018.

EL PROCESO DE RECONOCIMIENTO DEL VALOR DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS. PERIODO 1947-2000

Nelly Del Castillo Loreto.

Candidata a Doctor. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Correo: nellydcastillo@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo surge en el marco de la investigación doctoral “Destrucción deliberada del Patrimonio Mundial, caso Ciudad Universitaria de Caracas”. Se plantea como objetivo analizar y profundizar en el proceso de reconocimiento del valor patrimonial del conjunto Ciudad Universitaria de Caracas, a través de la revisión de la gestión del bien y de su reconocimiento como elemento patrimonial. Se desarrolla una investigación histórico-documental, descriptiva y explicativa, en la que se interpretan y analizan datos, fuentes y testimonios sobre los procesos de gerencia y reconocimiento de este conjunto urbano desde el momento de la terminación de las obras de construcción hasta el año 2000. Se abordan algunas iniciativas promovidas en la Universidad Central de Venezuela orientadas a la conservación, protección y desarrollo de este *campus* así como las declaratorias como antecedentes que propiciaron la postulación y la inclusión de la Ciudad Universitaria en la Lista de Patrimonio Mundial. Los resultados reflejan una simultaneidad de procesos; por una parte una visión orientada a la conservación primero de la colección artística y luego del conjunto; y simultáneamente una visión gerencial que generaba respuestas a necesidades de ocupación, cambio y consumos de servicio sin reconocer el valor del conjunto. Estos dos procesos poco a poco han ido transformándose en una valoración cada vez más profunda y extendida, aunque aún no totalmente afianzada hacia la cultura de conservación patrimonial.

Palabras clave: Ciudad Universitaria de Caracas, patrimonio, reconocimiento, valor.

INTRODUCCION

Enmarcado en la investigación doctoral “Destrucción deliberada del Patrimonio Mundial, caso Ciudad Universitaria de Caracas” se ha considerado presentar el presente artículo que sin tener fines concluyentes, presenta la revisión de un aspecto vinculado a la conservación del patrimonio Ciudad Universitaria de Caracas (CUC): su reconocimiento como tal.

Un acercamiento a las condiciones primigenias de manejo del recién construido *campus*, nos permite apreciar cómo a partir de las necesidades de mantenimiento, crecimiento y cambios, la Universidad Central de Venezuela (UCV) comenzó a dar respuestas operativas a la gestión del bien. Las exigencias ante la demanda de uso y servicios poco a poco fueron generando respuestas organizativas a la par que se iba propiciando una progresiva valoración y reconocimiento de los valores de este complejo conjunto moderno.

Los logros formales traducidos en reconocimientos como las declaratorias nacionales y posteriormente la inscripción de la CUC en la Lista de Patrimonio Mundial UNESCO, reflejan un desarrollo progresivo del proceso de valoración y reconocimiento del conjunto. Los obstáculos no solo a nivel técnico sino también de orden gerencial, económicos y políticos, no han impedido que persista el objetivo esencial de preservación de este significativo conjunto moderno y su consecuente transmisión a generaciones futuras.

1. LOS ESFUERZOS POR PROTEGER EL CONJUNTO Y LA COLECCIÓN

El reconocimiento al valor arquitectónico, urbano y artístico de la Ciudad Universitaria comenzó a surgir desde otras latitudes prácticamente de forma simultánea al desarrollo del proyecto. En 1947 el Congreso Panamericano de Arquitectos de Lima otorgó a Carlos Raúl Villanueva el premio por su proyecto para la sede de la Universidad Central de Venezuela; más tarde en 1957 se le otorgó otro premio en la IV Bienal de Sao Paulo, Brasil (Pérez R., 2009, p.52) y casi 40 años después, en el congreso de DOCOMOMO¹ celebrado en Barcelona, España en 1994, se nominó a la Ciudad Universitaria de Caracas como “uno de los monumentos emblemáticos del siglo XX” (García, 1994, titular). A pesar de estas tempranas nominaciones, el proceso de valoración a nivel local ha sido más lento y más complejo.

Para profundizar en el proceso de reconocimiento de este conjunto urbano es ineludible revisar su gestión desde los primeros años. Las obras de construcción de la Ciudad Universitaria desarrolladas entre 1945 y 1967 a cargo del Instituto Ciudad Universitaria (ICU)² contaron con recursos para el proyecto, ejecución y equipamiento de las nuevas construcciones (De Venanzi, 1977, p.254); sin embargo la gestión regular de las edificaciones y los servicios no estaba asignada

¹Organización internacional creada para la Documentación y Conservación del Patrimonio del Movimiento Moderno.

² La Creación del Instituto Ciudad Universitaria- ICU, se formalizó por Decreto Presidencial N° 196 del 2 de octubre de 1943 adscribiéndolo al Ministerio de Obras Públicas.

al ICU, lo cual generó la necesidad de establecer una estructura operativa con recursos para el mantenimiento y la gestión del *campus*.

Para atender esta situación, la UCV creó en 1959 dos unidades operativas: la División de Conservación y Mantenimiento (dependencia adscrita a la Dirección de Administración de la UCV, elevada al rango de Dirección en 1960) y la Oficina de Planificación de Construcciones, llamada luego División de Planeamiento. Estas unidades comenzaron a responder a los requerimientos de modificaciones tempranas y de mantenimiento surgidos en el recién construido *campus*.

Para la etapa final de las obras, el ICU tenía además la tarea de gestionar algunos espacios de la Ciudad Universitaria, mientras la universidad controlaba y administraba el resto de las edificaciones situación que se tornaba “inconveniente e incómoda” en el manejo de espacios (De Venanzi, 1977, p.252). Esto, aunado a la inminente culminación de las obras de construcción del conjunto, propició la eliminación del ICU formalizándose su liquidación en 1960 (De Venanzi, 1977, p.252) con lo cual quedaba transferida la gestión de la Ciudad Universitaria a la UCV, exceptuando al Hospital Clínico Universitario y al Instituto Nacional de Higiene.

Una vez asumida la gestión y administración del *campus* por la UCV, la creciente población interna puso a prueba la capacidad de uso de las edificaciones y el consumo de servicios. Las exigencias propiciaron la creación de dos nuevas unidades en la estructura organizativa de la UCV: la Comisión de Autoestudio y Planeamiento (en 1964) y la Junta para la Restauración y Mantenimiento de las Obras de Arte de la Universidad Central de Venezuela, en 1968³.

La aparición temprana de una unidad dedicada a atender especialmente las obras de arte de la CUC ha quedado ampliamente reseñada por Juan Pérez (2008) quien profundiza sobre esa primera condición de valoración. Referida como una “instancia *ad honorem* para atender el mantenimiento de las obras de arte” (Punto 1968, contraportada) la Junta contó con la dirección inicial del arquitecto Carlos Raúl Villanueva. Conformada esencialmente por miembros vinculados al mundode las artes⁴. Esta Junta orientó su misión a la promoción y protección del

³La creación de esta Junta se concretó el 22 de enero de 1968 durante la gestión del Dr. Jesús María Bianco (Pérez, J., 2008, p.35).

⁴ La Junta estaba conformada por los profesores Miguel Arroyo, Antonio Granados Valdés, Juan Calzadilla, Héctor Mujica y el Director de Conservación y Mantenimiento de la Ciudad Universitaria Dr. Eduardo Genatios (Pérez, J., 2008, p.35).

patrimonio artístico de la Ciudad Universitaria de Caracas, constituido por 107⁵ obras que conforman la Colección Síntesis de las Artes (Punto 1968, contraportada).

Si bien la Junta para la Restauración y Mantenimiento de las Obras de Arte de la UCV había iniciado sus gestiones formales en 1968, el deterioro progresivo y la afectación de las obras de arte, no había logrado minimizarse. El período de la Renovación durante 1968 y 1969, así como las sucesivas contiendas electorales internas de la UCV, reflejaban un escaso sentido de respeto y valoración, no solo hacia las obras de arte, sino también hacia las edificaciones y áreas verdes del *campus* (Irazábal, 1975, párr. 1 y 2).

La transformación de la Junta en Comisión de Conservación de las Obras de Arte de la Ciudad Universitaria de Caracas efectuada en 1973, no implicó grandes cambios. Se mantuvo el énfasis en las obras de arte del *campus* quedando integrada nuevamente por miembros vinculados al arte⁶. Las funciones se focalizaban hacia la Colección Síntesis de las Artes, a través de acciones dirigidas a limpieza, conservación y divulgación de las obras, ejemplarizada esta última con la publicación de la Guía de Obras de Arte de la Ciudad Universitaria de Caracas (Granados, 1974). Esta transformación nominal puso en evidencia una tendencia a la valoración del patrimonio desde la perspectiva de la obra de arte, sin aglutinar aún el valor integral del conjunto.

La complejidad de la gestión de la sede universitaria con mayor población del país, produjo resultados evidentes en su manejo y conservación. En la década de los años 70 la condición de abandono de la CUC era dramática. Algunas fuentes refieren el estado de las edificaciones y áreas del *campus* como desolador (Pineda, 1975; Irazábal, 1975), mostrando un avanzado deterioro y evidenciando la necesidad de implementación de estrategias eficientes para su mantenimiento y gestión. La Facultad de Arquitectura y Urbanismo, heredera de la responsabilidad moral de atender la obra de su más destacado docente, fijó posición ante el Consejo Universitario pronunciándose sobre la delicada situación del *campus* y de sus obras (Zawisza, 1977, p. 3).

⁵ El número de obras que conforman la Colección Síntesis de las Artes es impreciso, Eliseo Sierra indica 105 obras (Gasparini et al, 1991, p.88), el Dossier de postulación presentado ante UNESCO señala 107 obras; Juan Pérez apunta 108 obras (2008, p.409) e inclusive un papel de trabajo de sobre el proyecto curatorial de la Colección producido por Nydia Gutiérrez en 2003 para el COPRED precisa 116 obras.

⁶ Estos personajes eran Elio Gómez Grillo como coordinador, Gustavo Arteins, José Balza, Isabel López, Antonio Granado Valdés, Vicente Irazábal, Luis Rosales, Raiza Pérez Michelena y Oscar Mendoza (Pérez, J. 2008, p.36).

El aporte de la FAU se tradujo en un acucioso informe desarrollado por el Centro de Investigaciones Históricas y Estéticas publicado en la revista Punto N°59 (Zawisza, 1977), donde se abordaron las condiciones de afectación y deterioro de la Ciudad Universitaria de Caracas.

A partir de ese momento la UCV comenzó a atender los llamados para la conservación del conjunto urbano. Prueba de ello es la aprobación del proyecto de Normas y Atribuciones de la Comisión de Conservación de Obras de Arte de la Universidad Central de Venezuela, emitida por el Consejo Universitario en marzo de 1978. Este cuerpo de normas contemplaban teóricamente, la obligatoriedad de consultara la Comisión sobre cualquier posible intervención que modificara el diseño original de las edificaciones y áreas verdes (Pérez, 2008, p.37).

La normativa, de cumplimiento vinculante, ampliaba por primera vez el ámbito de protección incluyendo edificaciones, espacios abiertos y áreas verdes, e incorporando en la Comisión a representantes de gremios y dependencias centrales (Dirección de Planeamiento y Dirección de Servicios Generales). Si bien esto significó un avance sustancial, su aplicación no fue del todo exitosa pues autoridades de escuelas, facultades e institutos continuaban realizando intervenciones inconsultas obstaculizando una gestión integral que coadyuvara en la conservación del conjunto. La consecuencia inmediata se generó en 1986 durante la gestión rectoral de Edmundo Chirinos, cuando los miembros de la Comisión renunciaron por considerar “que es desconocida su competencia como garantes de la preservación de la CUC y sus obras de arte” (Pérez, 2013, p.383).

No todo era negativo; en 1982 a raíz de la mutilación⁷ de un mural de Francisco Narváez (1951), se creó la Unidad de Conservación de Obras de Arte de la UCV, asesorada por el profesor Miguel Arroyo. Si bien el desempeño de esta unidad dedicada a la conservación y mantenimiento de la Colección Síntesis de las Artes fue muy positivo, era evidente que persistía una condición de desatención a las edificaciones y a los espacios abiertos (Pérez, 2008, pp. 39-41; Gasparini et al, 1991, pp. 86-89).

La Facultad de Arquitectura y Urbanismo mantuvo su protagonismo en la gesta para lograr el reconocimiento al legado de Villanueva, motorizando en 1992 el foro “La Ciudad Universitaria de Caracas: patrimonio de la humanidad”⁸, de donde

⁷ La mutilación del referido mural de cerámica esmaltada ocurrida en 1981, fue producto de las obras de ampliación del comedor universitario, llevadas a cabo por la Dirección de Planeamiento y contratado por el Ministerio del Desarrollo Urbano.

⁸ Este foro estuvo patrocinado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV y celebrado en 1992 (Posani, 1992, párr.1).

surgió la propuesta de promover la inclusión de la Ciudad Universitaria de Caracas en la Lista de Patrimonio Mundial. A partir de allí el Consejo Universitario creó la Comisión de Conservación de la Ciudad Universitaria y de sus Obras de Arte y del *campus* de la Universidad Central de Venezuela en Maracay⁹, iniciando teóricamente un proceso de reconocimiento con una visión integral del valor del bien. Esta nueva Comisión asesora no gozó de aceptación inmediata en las instancias que tradicionalmente gestionaban el *campus*, la Dirección de Planeamiento y la Dirección de Servicios Generales¹⁰.

Es muy posible que la sobredimensionada responsabilidad asignada a esta Comisión (con jurisdicción en el *campus* CUC y el *campus* de Maracay) haya incidido- entre otros factores- en el éxito de la misma, considerando que se trataba de una Comisión *ad honorem*, sin personal ni recursos. Evidentemente se requería de lineamientos que regularan las actuaciones dentro del conjunto, por lo cual en 1999 se emitieron las “Normas para la Conservación de las Edificaciones y áreas abiertas de la Ciudad Universitaria de Caracas”¹¹. Estas disposiciones, también de carácter vinculante y de consulta obligatoria, abordaban las intervenciones en edificaciones, espacios abiertos, fachadas e inclusive en las cubiertas, estableciendo criterios de reversibilidad, autenticidad así como rangos de intervención, todo lo cual implicó un sustancial avance en la visión valorativa de los elementos que conforman el conjunto.

El proceso de cambio y crecimiento en escuelas e institutos de la UCV, así como los cambios curriculares y funcionales, exigían respuestas inmediatas; a ello, las autoridades respondían interviniendo de forma improvisada en espacios y ambientes. Todo ello resintió las posibilidades de éxito de esta nueva Comisión. Casos emblemáticos como el de la construcción del edificio de laboratorios de Química Analítica y Microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias así como la construcción del mural “Conductores de Venezuela” del artista plástico Pedro León Zapata fueron detonantes para una nueva renuncia de la Comisión. Ambas obras fueron aprobadas por el Consejo Universitario sin contar con el aval de la Comisión (Colmenares, 1999^a).

La revisión de los esfuerzos iniciales por proteger el conjunto urbano Ciudad Universitaria de Caracas y sus contenidos, nos permite destacar una condición de

⁹Comisión creada según Resolución N°167 en fecha 31 de marzo de 1993 durante la gestión del Rector Dr. Simón Muñoz.

¹⁰ Los profesionales adscritos a la Dirección de Planeamiento, fundamentan su desacuerdo ante la creación de la Comisión a través de una carta fechada el 6 de junio de 1994 dirigida al Director de esa unidad Wilmer González Valerio.

¹¹Estas normas se aprobaron en sesión del Consejo Universitario en fecha 3 de mayo de 1999.

simultaneidad en la visión sobre el valor del conjunto y de sus obras de arte. Por una parte, una visión germinal y progresiva de reconocimiento del valor, con miras a la conservación de las obras de arte y del conjunto. Por otra parte, una visión de control en el manejo de espacios, traducida en intervenciones no ajustadas a criterios de conservación cónsonos con el valor del *campus*. A pesar de este solapamiento, poco a poco se impusieron prácticas positivas a la par de esfuerzos importantes de divulgación¹², que sin lugar a dudas constituyeron las bases para el logro de reconocimientos formales que más tarde propiciarían el reconocimiento internacional a través del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO.

2. LA FORMALIZACIÓN DEL RECONOCIMIENTO: LAS DECLARATORIAS Y EL INGRESO EN LA LISTA DE PATRIMONIO MUNDIAL

El primer acto de reconocimiento formal hacia el valor de la CUC a nivel nacional, surgió en abril de 1994 cuando la Junta Nacional Protectora y Conservadora del Patrimonio Histórico y Artístico de la Nación declaró a la UCV¹³ como Monumento Histórico Nacional. Esto ofreció un marco legal favorable a la conservación del conjunto, además de constituir un giro en el reconocimiento del valor de este patrimonio, abordado hasta la fecha bajo la idea de un patrimonio eminentemente artístico.

La promulgación de la Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural y la consecuente creación del Instituto del Patrimonio Cultural en 1993, constituyeron un respaldo externo a la gestión de la Comisión de Conservación vigente. La Comisión quedó conformada por el presidente del IPC, el decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, el Director de Planeamiento, el Director de Servicios Generales, un representante de la Fundación Villanueva y dos miembros propuestos por el Consejo Universitario¹⁴.

La ampliación en la conformación de esta Comisión daría cuenta de una visión más integral del Bien. Desde allí se promovió crear una unidad de gestión de la CUC centralizada y se recomendó reconfigurar la unidad del conjunto, devolviéndola a la UCV el Jardín Botánico, la Escuela Técnica Industrial y la Zona Rental. La reincorporación de estos edificios originales a la poligonal del conjunto quedó

¹² Estos esfuerzos por divulgar los valores se constatan en las numerosas publicaciones sobre la Ciudad Universitaria que aportan una valoración externa al *campus*. Juan Pérez (2013) refiere una amplia bibliografía donde resaltan libros, artículos y publicaciones sobre la CUC.

¹³ Resolución N°6 de fecha 1 de septiembre de 1993 Gaceta Oficial N° 35.441 de fecha 5 de abril de 1994. Llama la atención que esta declaratoria se refiere a la Institución- Universidad Central de Venezuela- y no a su sede, la Ciudad Universitaria de Caracas.

¹⁴ Artículo 3. Resolución 167°. Aprobada por el Consejo Universitario de la UCV en fecha 31 de marzo de 1993.

instrumentada en la declaratoria de Monumento Histórico Nacional promulgada en 1998¹⁵, oportuna además para subsanar las debilidades de la declaratoria de 1993 que había determinado a la UCV como objeto de reconocimiento, en lugar de la CUC.

Una vez logrado el reconocimiento a nivel nacional se dirigió la mirada a la escala mundial produciéndose en el foro mencionado (Posani, 1992, párr.1).la recomendación de postulación de la Ciudad Universitaria a la Lista de Patrimonio Mundial UNESCO. Surge también en ese encuentro la propuesta de elaborar un plan rector que atendiera no solo las posibilidades de intervención en las edificaciones del conjunto, sino también las posibilidades de crecimiento y expansión. Este plan desarrollado en etapa inicial y aprobada en primera fase en 1995 por el Consejo Universitario, sirvió de insumo para el expediente de postulación de la CUC en la Lista de Patrimonio Mundial (Ciudad Universitaria de Caracas, 1999).

La intención por lograr la inclusión de la CUC en la Lista de Patrimonio Mundial fue aglutinando seguidores de forma progresiva, lográndose en 1998 la participación del estado venezolano a través de un convenio mancomunado entre el CONAC, el CONICIT, el CDCH, la UCV y el IPC, disponiendo de recursos económicos y técnicos para desarrollar el dossier de postulación. Esta gestión constituyó el inicio formal del “Proyecto Ciudad Universitaria de Caracas- Patrimonio” concebido como una unidad de investigación con sede en el Centro de Información y Documentación de la FAU de la UCV, dirigido en ese momento por la profesora Ana María Marín, designada para coordinar el desarrollo del expediente (Colmenares, 1999b,p.41).

Los contenidos del expediente establecidos por UNESCO (1999), se agruparon en 7 temas: identificación del Bien, justificación, descripción del Bien y su estado actual de conservación, gerencia y manejo, factores que afectan y condicionan el riesgo, así como el monitoreo de la gestión del Bien. El dossier se desarrolló como un documento con exhaustivos registros gráficos y datos de identificación de cada edificación original, donde se aprecia un énfasis a la valoración del objeto desde lo formal y estético, con escasas referencias a la valoración desde lo social, paisajístico, urbano o constructivo. La premura para que la declaratoria de Patrimonio Mundial “coincidiese con el año centenario del nacimiento de su

¹⁵Resolución 002 del IPC del 27 de mayo de 1998 publicada en *Gaceta Oficial* N° 36.472 del 10 de junio de 1998, mediante la cual ratificó la Declaratoria de 1994 y definió el ámbito de la misma, en lo relativo al conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas. La resolución estuvo acompañada por un plano de conjunto.

creador Carlos Raúl Villanueva” (Marín, 2002, p.10) pudo haber incidido en esta condición sobre el desarrollo del expediente.

Las revisiones por parte del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO se iniciaron una vez presentado el dossier en julio de 1999. A partir de entonces el proceso técnico se apoyó en el ICOMOS representado por la Dra. Lousse Noelle deMereles quien visitó Caracas en febrero del año 2000. En el informe de esta visita institucional se suscribieron y avalaron las propuestas de 1999 referidas a la creación de una autoridad única para la gestión del Bien y a la reintegración del Jardín Botánico al área del conjunto Ciudad Universitaria de Caracas¹⁶.

Evidentemente ya el camino hacia el reconocimiento internacional estaba trazado, llegaba el momento de formalizar los compromisos. Primeramente la UCV concretó la creación del Consejo de Preservación y Desarrollo de la UCV- COPRED¹⁷ cuya misión se centraría en garantizar la conservación integral de los valores patrimoniales de la Ciudad Universitaria de Caracas. Por su parte, el Estado venezolano formalizó su compromiso ante UNESCO a través de la Presidencia de la República, del Ministerio de Relaciones Exteriores y del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes¹⁸, comprometiéndose a la dotación de recursos económicos y apoyo técnico.

En la XXIV Sesión del Comité del Patrimonio Mundial (Conf. 204) efectuada en Cairns, Australia, el 2 de diciembre del año 2000, se produjo la inclusión de la Ciudad Universitaria de Caracas en la Lista de Patrimonio Mundial, formalizándose con la visita del Director General de la UNESCO Sr. Koichiro Matsura a la Ciudad Universitaria el 19 de enero del año 2001.

La obtención de este reconocimiento, fuera de las fronteras, que reconoce a la CUC como un bien de valor universal, fue motivo de júbilo nacional; sin embargo, los aportes económicos ofrecidos por el Ejecutivo Nacional no se concretaron. Las

¹⁶ Estas indicaciones fueron discutidas en la Mesa Técnica del Comité de Patrimonio Mundial UNESCO reunido en París del 28 de junio al 1 de julio de 2000 donde ICOMOS presentó informe desarrollado en septiembre de ese año. Particularmente la devolución del jardín Botánico a la UCV se realizó a través de un decreto presidencial y se hizo efectivo en enero de 2001 con la visita del Presidente Higo Chávez a la UCV.

¹⁷ El COPRED fue creado en Sesión del Consejo Universitario del 26 de julio del año 2000 y publicado en Gaceta de la Universidad Central de Venezuela, Trimestre III – Año XXIX. Depósito Legal pp. 760991, Caracas, 30 de septiembre de 2000, pp. 3-4.

¹⁸ Oficios dirigidos al Director del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO: Oficio de la Presidencia de la República, N° 628 de fecha 5/09/2000; Oficio del Ministro de Educación, Cultura y Deportes, N° DM 2268 de fecha 16/08/2000; Oficio del Ministro de Relaciones Exteriores, N° 007998 de fecha 17/08/2000.

estimaciones previstas para sostener el funcionamiento del COPRED como organismo de gestión, nunca se hicieron efectivas. Tampoco la asistencia técnica sostenida ni los recursos destinados a inversión para la conservación, restauración, mantenimiento y desarrollo del recién nominado Patrimonio Mundial.

A partir del año 2000 y ostentando ya el rango de Patrimonio Mundial UNESCO, la Ciudad Universitaria de Caracas ha quedado tímidamente amparada bajo el presupuesto de la ya afectada UCV, sufriendo las consecuencias de la desatención presupuestaria y de una escasa valoración por parte de algunos sectores internos y por parte del Estado venezolano.

3. REFLEXIONES FINALES

La valoración del conjunto Ciudad Universitaria de Caracas ha estado sustentada desde sus orígenes en el discurso del patrimonio moderno, de la estética moderna y de la concepción purista de la arquitectura. Las intenciones de conservación, enfocadas inicialmente en la Colección Síntesis de las Artes, desvincularon la obra de arte del resto del conjunto constituyendo por demás una contradicción entre la concepción originaria de la Colección y su gestión.

Los procesos de formalización del reconocimiento de este patrimonio, vistos a través de las declaratorias nacionales, han estado cimentados en criterios de valoración del objeto y sus cualidades formales y estéticas, omitiendo la valoración desde ámbitos más amplios, lo cual ha incidido en la gestión del bien y su manejo. Esta condición también incidió en la conformación del expediente presentado ante UNESCO para optar por la inscripción de la Ciudad Universitaria en la Lista de Patrimonio Mundial. El contenido social tan intenso y singular que caracteriza este *campus*, así como los aspectos paisajísticos, estructurales, ambientales y urbanos han quedado en un segundo plano en el momento de reconocer de forma integral los valores del bien.

Esta debilidad -no exclusiva de la CUC-pudiera estar vinculada a los protocolos de UNESCO vigentes para el momento de la conformación del expediente (1998-1999); afortunadamente se ha ido incorporando progresivamente el discurso social y económico como complemento que garantizarían procesos de reconocimiento, valoración y gestión más afianzados en la colectividad, pero sin duda alguna que han incrementado sustancialmente la amplitud de la lista haciéndolo cada vez menos exclusiva.

En el caso de la Ciudad Universitaria se solaparon dos procesos paralelos, no coincidentes. Por una parte una visión orientada a la conservación primero de la

colección artística y luego del conjunto siempre bajo la mirada objetual y estética; y simultáneamente una visión gerencial, dando respuestas a necesidades de ocupación, cambio y consumos de servicio sin reconocer el valor del conjunto y cuyas repercusiones marcarían sustancialmente aspectos vinculados a la integridad, autenticidad y estado de conservación del bien.

Los esfuerzos orientados a reconocer el valor de la Ciudad Universitaria de Caracas surgieron del seno de la universidad, de sus escuelas y facultades e inclusive de sus autoridades. Sin embargo, contradictoriamente, también las mayores dificultades y obstáculos surgieron desde las autoridades y dependencias de la UCV dando la espalda a una práctica franca hacia la conservación de este importante patrimonio moderno.

La singular ausencia del factor económico en la gestión del Bien como un elemento de planificación de Estado daría cuenta de una aproximación ingenua hacia la conservación de un patrimonio de rango mundial, donde la tradición rentista petrolera ha condicionado una visión poco sustentable y con criterio de gratuidad en el manejo y gestión del bien, incidiendo en los riesgos para su conservación.

Aunado a ello, el enfrentamiento cada vez más visible del ejecutivo nacional hacia la universidad, ha limitado no solo las posibilidades de obtención de recursos económicos, sino que también se ha incentivado la violencia y la agresión a través de un discurso encendido que ha generado ataques, atentados y daños sin que se hasta la fecha se hayan aplicado sanciones hacia los autores de estas acciones o para revertir los daños causados. Evidentemente persiste una doble condición: el reconcomiendo nominal y una valoración aún no traducida en acciones y decisiones.

4. REFERENCIAS

Ciudad Universitaria de Caracas. Format for the nomination of cultural properties for inscription on the World Heritage List, (1999). Ministerio de la Secretaría de la Presidencia de la República de Venezuela, CONAC, IPC, Fundación UCV, UCV, FAU-UCV, Ciudad Universitaria de Caracas Patrimonio, Caracas.

Colmenares, A. (1999a). *Informe de gestión decanal 1996-1999. Facultad de Arquitectura y Urbanismo*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Colmenares, A. (1999b). Ciudad Universitaria de Caracas: patrimonio en riesgo de destrucción. *El Nacional*, martes 30 de marzo de 1999.

De Venanzi, F. (1977). *Mensaje al Claustro*. Ediciones de la Biblioteca Central. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

García, A. (1994). Monumentos modernos. *El País*, Madrid, 24 de septiembre de 1994. Publicado en *El Nacional*, 28/9/1994, Cuerpo C.

Gasparini, M.; Larrañaga, E.; Posani, J.; Arroyo, M.; Sierra, E.; y Gasparini, P. (1991). *Obras de arte de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Caracas: Monte Ávila.

Granados, A. (1974). *Guía. Obras de Arte de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Caracas, Caracas: Comisión de Conservación de Obras de Arte de la Ciudad Universitaria de Caracas. Universidad Central de Venezuela.

Gutiérrez, N. (2003). *Propuesta para proyecto curatorial de la Colección Síntesis de las Artes. Presentado ante el Consejo de Preservación y Desarrollo- COPRED*. Mimeo.

Irazábal, V. (1975). Se desintegra la integración de las artes. *Prueba*. Escuela de Comunicación Social. N°3, octubre.

Junta para la restauración y mantenimiento de las obras de arte de la UCV, En: *Punto* N° 36, Caracas, FAU-UCV, junio 1968, (contraportada).

Marín, A. (2002). *Diseño del sistema de inventario y registro de la Ciudad Universitaria de Caracas. Posible aplicación al registro del patrimonio edificado del siglo XX. Trabajo de ascenso presentado para optar por la categoría de asistente*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV.

Pérez, J. (2008). *Reconocimiento y tutela de un Patrimonio del Movimiento Moderno del Siglo XX - Ciudad Universitaria de Caracas – Patrimonio Mundial*. Revista *e-rph*. Recuperado

www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero3/intervencio/estudios/articulo5.

Pérez, J. (2013). *Preservación de la Ciudad Universitaria de Caracas y de la síntesis de las artes. Caracas- Venezuela* (Tesis doctoral). Universidad de Granada. España. Recuperado <http://hdl.handle.net/10481/32096>

Pérez R., J. (2009). *Carlos Raúl Villanueva*. Biblioteca biográfica venezolana. Vol. 108. Caracas: El Nacional.

Pineda, R. (1974). Maravilla, deterioro y rescate de las Integración de las Artes en la UCV. *El Universal*, Caracas, 30.6.1974.

Posani, J. (1992). Conservar es querer, pero también es diseñar. *Economía hoy*. Publicado el 25 de julio de 1992. Caracas.

Zawisza, L. (1977). La Ciudad Universitaria de Caracas. *Revista Punto*, N°59, octubre, pp.1-79.

Publicaciones oficiales

Gaceta Oficial N° 35.441 de fecha 5 de abril de 1994.

Gaceta Oficial N° 36.472 de fecha 10 de junio de 1998.

Gaceta Universidad Central de Venezuela. Trimestre III. Año XXIX. Septiembre 2000.

UNESCO. (1999). World Heritage Centre. Operational Guidelines for the implementation of The World Heritage Convention . UNESCO. París. March 1999
Recuperado de: <https://whc.unesco.org/archive/opguide99.pdf>

Correspondencia

6 de junio de 1994.s/n. Personal de la Dirección de Planeamiento, dirigida al Director de esa unidad Wilmer González Valerio.

16 de agosto de 2000. N° DM 2268. Oficio del Ministro de Educación, Cultura y Deportes, Profesor Héctor Navarro dirigido al Director del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO.

17 de agosto de 2000. N° 007998. Oficio del Ministro de Relaciones Exteriores, Sr José Vicente Rangel Vale, dirigido al Director del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO.

5 de septiembre de 2000. N° 628. Oficio de la Presidencia de la República, Hugo Chávez Frías, dirigido al Director del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO.

COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LA EDUCACIÓN PARA ARQUITECTOS ORIENTADA A LA SOSTENIBILIDAD URBANA.

María Eugenia Collell S.

Área de conocimiento Estudios Urbanos, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, correo: *mecollell@gmail.com*

RESUMEN

La ponencia concierne a la reflexión posterior de los resultados del trabajo de ascenso para optar al escalafón de Asistente en la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva (EACRV) Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Reconociendo la importancia de la incorporación del tema de la Sostenibilidad Urbana (SU) en la carrera de arquitectura, el objetivo es la reflexión sobre la definición e impulso de competencias genéricas requeridas en el estudiante de arquitectura para afrontar la SU; abordadas desde la evolución del concepto de Desarrollo Sostenible (DS) en el tiempo y el pensum de estudio. Se resalta el ámbito educativo como uno de los principales agentes de cambio y el ámbito urbano como nuestro primer interés, al entender la ciudad como una de las causantes del deterioro del hábitat global. El estudiante de arquitectura debe prepararse para enfrentar retos que requieren de creatividad para ofrecer a la humanidad soluciones acertadas y concertadas que permitan sostener la calidad de vida en las ciudades. El docente debe disponer de las herramientas para implementar acciones positivas y concretas a favor de los objetivos de la Agenda 2030 y la Nueva Agenda Urbana Hábitat III. Se presenta una compilación de competencias genéricas utilizadas en el diseño de un instrumento de diagnóstico aplicado a una muestra de docentes de la EACRV. Los resultados observan avances en la incorporación de la educación por competencias, sin embargo, es tiempo de afrontar el desafío y retomar la dialéctica sobre la relación entre teoría y práctica en la formación del arquitecto enfocada en la SU.

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Sostenibilidad Urbana, Educación, Competencias Genéricas, Arquitecto.

INTRODUCCIÓN

En los comienzos de la civilización, el modo de vida urbano convirtió a las ciudades en centros de producción y consumo. Representando el mayor atractivo para que la humanidad se aglutine en ellas y convirtiendo a las mismas en

escenarios del progreso, acceso a la modernidad y como lo expresa Yory (2003) un “objeto de consumo” (p.173). No solo consumo deservicios básicos e infraestructuras, se consume el espacio público, la cultura, la diversidad de usos, la movilidad, entre otras actividades. Es satisfacer el deseo de consumir, en función de un determinado estándar de calidad de vida lo que nos ha conducido a una modernidad en crisis, una crisis multifacética y global.

Ante esta problemática comienza la búsqueda de propuestas y la aparición de nuevos términos como DS, SU, junto a una serie de eventos y acuerdos internacionales. De los cuales en esta ponencia se hará referencia a la Agenda 2030 y Hábitat III. En su mayoría son acuerdos no vinculantes, pero con un alto nivel de participación diversificada y compromiso en el cumplimiento de los objetivos.

Uno de los elementos identificados está relacionado con la educación, sobre todo el compromiso de la universidad de ofrecer a la humanidad profesionales altamente sensibilizados y capacitados para diseñar una posibilidad de futuro viable. Se expone la necesidad de la educación por competencias (cambio de paradigma) y más importante aún, la capacitación de los profesionales de la arquitectura, referenciado a su actuar en los entornos urbanos, que son los espacios claves para la sostenibilidad del desarrollo.

El propósito va más allá de “... transformar y construir ciudades más prosperas e inclusivas...” (Collell, 2017, p.2) Es indispensable insertar en el proceso de formación del arquitecto la SU. Esto involucra no solo al estudiante, sino requiere del compromiso ético del profesorado y de la institución. Se refiere en este caso a la EACRV - FAU - UCV. Cabe cuestionarse ¿Cuáles competencias debe desarrollar el arquitecto para asumir los retos que presenta la SU en este momento histórico? ¿Cuáles asignaturas del plan de estudio de la EACRV desarrollan las competencias requeridas en el profesional de la arquitectura?

Para dar respuesta a estas interrogantes, se reflexiona sobre los resultados obtenidos en la compilación de 15 competencias genéricas agrupadas en 5 categorías que de forma holística e integral desarrollan las capacidades que requiere el profesional de la arquitectura para enfrentar los retos del DS. Estas fueron consultadas en el diagnóstico elaborado por la investigación motivo de esta ponencia, para medir su inclusión por parte de los docentes. Los resultados sobrepasaron las expectativas iniciales. Esto permite iniciar la discusión sobre un proceso de consulta entre los docentes adscritos a las EACRV, con la finalidad de informar, adecuar, mejorar e incorporar por consenso las competencias que mejor se adecuen al propósito enunciado.

1. SU: REQUISITO INDISPENSABLE PARA EL ARQUITECTO

Tal y como Bybee, (citado por lo Gil, Grimaldi, Álvarez, & Vilches, 2006) expone, “El concepto de sostenibilidad nace por vía negativa, como resultado de los análisis de la situación del mundo, que puede describirse como una «emergencia planetaria»”. Gil et al. (2006) lo plantean “... como una circunstancia insostenible que amenaza gravemente el futuro de la humanidad.” (p.3). Sin embargo, es una oportunidad para unir esfuerzos, recapitular e inventar nuevas formas de cooperación, de corresponsabilidades a nivel global para afrontar los problemas actuales de las grandes ciudades. Ver Figura 1.



Figura 1: Problemas actuales de las grandes ciudades.

Se requiere comprender que la sostenibilidad se debe construir en los espacios urbanos existentes. Nuestras ciudades son las que deben ser sostenibles. La definición de SU se orienta a intervenciones puntuales, estructuradas dentro de un plan o visión estratégica de conjunto, cuya repercusión afecte positivamente al resto del espacio urbano. Se fundamenta en la planificación urbana sostenible, el diseño urbano y la gestión participativa, dentro de una estrategia global orientada al DS.

1.1 Síntesis dialógica sobre el DS

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define al DS como el paradigma para pensar en un futuro en el cual las consideraciones ambientales, sociales y económicas se equilibran en la búsqueda del desarrollo y de una mejor calidad de vida. Se plantea su aplicación como la ruptura con los paradigmas tradicionales de

desarrollo en la búsqueda de la satisfacción de las necesidades de los habitantes de la tierra, "... el pluralismo de las sociedades, establecer equilibrio entre el hombre y el ambiente, y asegurar que ninguna nación crezca a expensas de otrani que el consumo de determinados individuos ocurra en detrimento de los demás." (UNESCO, 1975).

En la actualidad el DS es concebido como la búsqueda de seguridad social, económica y ambiental que garantice la permanencia y continuidad de la humanidad, como la conocemos hoy en día. A este tipo de desarrollo se le atribuye la doble función de "proveer al mayor número de personas los requisitos mínimos de una vida digna (...) y perpetuar los recursos que el planeta provee para la subsistencia del ser humano." (Collell, 2007, p.6).

La Agenda 2030 fue aprobada en septiembre de 2015 (ONU, 2016), su importancia radica en que busca cambiar el modelo de desarrollo dominante. "...se enfoca, al igual que la Cumbre de Johannesburgo en 2002, en centrar la atención en la universalidad de la dignidad humana." (Collell, 2017, p.5).

Nace de la confluencia de dos agendas que habían estado en vigor: Rio+20 en 1992 y la agenda o Declaración del Milenio en el año 2000, contentiva de los ocho objetivos del milenio (ODM). La agenda 2030 está conformada por diecisiete objetivos del desarrollo sostenible (ODS) que proponen la configuración de un mundo ideal para el 2030; los medios para su implementación; un marco para el seguimiento y verificación del grado de cumplimiento en el avance. Se plantea la acción colectiva y multinivel para dar respuesta a los problemas del modelo de desarrollo actual; los elementos a cambiar para avanzar hacia otro modelo de desarrollo que propicie un mundo sin pobreza, donde se cumplan los derechos humanos; caracterizado por la cohesión social y la equidad; un mundo distinguido por la sostenibilidad ambiental, en el cual el modelo de producción y consumo sean sostenibles.

La Nueva Agenda Urbana: Hábitat III (ONU, 2016), se consolida como la guía para impulsar el desarrollo urbano en las ciudades. Identifica a la urbanización como la tendencia transformadora del siglo XXI. Plantea tres principios básicos: no dejar a alguna ciudad atrás (en su desarrollo), promover las economías urbanas sostenibles e inclusivas, y fomentar la sostenibilidad ambiental.

Es momento de afrontar los desafíos y aprovechar las oportunidades, basados en un ideal de crecimiento económico inclusivo y sostenible, fruto de la urbanización en aras de una transformación estructural, que permita desarrollar una alta productividad, el fomento de actividades con valor añadido, la eficiencia en el uso

de recursos y aprovechar las economías locales. Se entiende la función territorial de la ciudad como centro e impulsor del desarrollo urbano sostenible (ONU, 2016). La educación es la única manera de lograr estos objetivos, combinada con la creatividad, conocimientos, actitud y valores para enfrentar la tarea de perpetuar la vida en el planeta con calidad de vida.

El DS se ha convertido en una política de actuación en lo concerniente a la ciudad. Considera la planificación, el diseño y la gestión urbana sostenible como el paradigma para hacer funcionar las actividades humanas en un entorno cada vez más deteriorado. Un nuevo paradigma que rompe las formas tradicionales del desarrollo y logre satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras. De allí la promoción de la educación, la conciencia pública y la capacitación para abordar la SU.

1.2 Educando arquitectos en SU

La visualización de la importancia de la educación como la clave para avanzar en la transformación hacia formas de vida más sostenibles, incluye "...no solo la búsqueda de la calidad ambiental, sino también la equidad y la justicia social como criterios y valores que es preciso contemplar en los procesos de formación." (Aznar & Ull, 2009, p.221). En tal sentido estos autores han caracterizado a la SU como una categoría sistémica compleja que incluye e interrelaciona los aspectos que se deben contemplar en los procesos de formación como son lo social, lo económico, lo cultural y lo ambiental.

La educación y la SU van de la mano, siendo la primera el elemento central para lograr la SU a nivel mundial. Se demanda de los estudiantes "... capacidades para concebir y evaluar y concretar perspectivas mejoradas de un futuro durable trabajando de manera creativa, en común acuerdo con los demás. Esta actitud involucra el pensamiento creador y crítico, la comunicación oral y escrita, la colaboración y la cooperación, la gestión de conflictos, la toma de decisiones, la solución grupal de problemas. Es una actitud absolutamente pertinente y necesaria de considerar en la educación de la arquitectura y el urbanismo, así como en el estudio de modificación de los planes de estudio vigentes para, por fin, coordinarlos con los requerimientos de la educación para un desarrollo sostenible." (Castillo & Del Castillo, 2010, p.35).

Es indispensable la creatividad, flexibilidad, reflexión y diálogo crítico entre lo que se está haciendo y en cómo se puede mejorar en función de nuevos procesos, nuevas formas educativas, avaladas en el desarrollo de capacidades que impliquen la adquisición de competencias por parte de los estudiantes; nuevos programas; capacitaciones docente; compromiso institucional ante la sociedad, a

fin de lograr profesionales comprometidos, éticamente responsables y conscientes de que sus acciones van a moldear el futuro de la humanidad.

La tarea se enfoca en repensar los procesos de aprendizaje humano, coherentes a los cambios sociales y al desenfrenado desarrollo tecnológico, cuya consecuencia se observa en la acelerada producción de información y en la necesidad de ser capaces de afrontar los nuevos retos plagados de complejidad e incertidumbre. Es decir, se necesita del desarrollo de competencias individuales y colectivas para trabajarlos.

Comprender que una arquitectura responsable puede contribuir a mejorar las condiciones del medio ambiente natural y construido, implica incorporar en su práctica criterios de sostenibilidad, los cuales deben integrarse al modelo educativo y así obtener el doble beneficio: calidad de docencia educativa y el fomento de una relación de respeto y responsabilidad con el medio ambiente.

La capacidad del arquitecto para solucionar problemas de diversa índole, puede contribuir en gran medida y de forma significativa a mejorar la calidad de vida de sus clientes. Por tanto, se consideran como los profesionales más adecuados para contribuir con los ODS. En su proceso formativo es imperativo entonces que posea un soporte de conocimiento amplio, organizado, actualizado y distribuido uniformemente en los ciclos de formación en arquitectura.

Este requerimiento se ha convertido en una prioridad en Europa y plasmada en el proyecto EDUCATE¹⁹ 2009-2012. Ellos consideran fundamental que el diseño sostenible esté presente desde el comienzo de los estudios y más aun, la dialéctica entre teoría y praxis son fundamentales para generar las interdependencias dentro del proceso de diseño y la consolidación del aprendizaje.

En el caso de la EACRV, el plan de estudio establece la integración de los conocimientos a partir del proceso de proyecto. Sin embargo, “Las Unidades y Experiencias Docentes no han asumido las implicaciones que conlleva el ser garantes de dicha integración...” (FAU-UCV, 2009). Ha sido tarea de la iniciativa docente, la incorporación de asignaturas electivas en las áreas de conocimiento de Acondicionamiento Ambiental, Tecnología, Estudios Urbanos, relacionadas a la SU, contribuyendo en un alto porcentaje a la inclusión del tema en el plan de estudio.

¹⁹Environmental Design in University Curricula and Architectural Training in Europe. (EDUCATE)
<http://www.educate-sustainability.eu/educate-framework>

Sin embargo, la actual inquietud se refiere a la ubicación temporal dentro del plan de estudio de estas asignaturas. En su mayoría solo se imparten en el último ciclo de la carrera de arquitectura. La generalidad de los conocimientos a impartir están, solo que no desde el comienzo del proceso formativo. Entonces, ¿se puede garantizar en tres semestres dicha integración?

2. COMPETENCIAS GENÉRICAS PARA LA SU EN LA EACRV

Un modelo educativo por competencias promueve no solo el aprendizaje significativo del razonamiento lógico, intuitivo, analógico y dialéctico, sino que le permite evolucionar a sistemas de pensamiento creativo, innovador, reflexivo y sobre todo crítico de la realidad en estudio.

2.1 Definición – compilación

Aznar & Ull (2009), presentan la definición de Sladogna (2001) que “define «competencias profesionales» como el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, requeridas en el ámbito de cada profesión, que los sujetos tienen que aplicar de forma integrada en las situaciones reales de trabajo, según los criterios de responsabilidad social propios de cada área profesional”. Luego la definición de Geli (citado por Aznar & Ull, 2009) traslada este concepto hacia la sostenibilidad y agrega “... valores que las personas ponen en juego en los distintos contextos (sociales, educativos, laborales, familiares) para resolver situaciones relacionadas con la problemática del desarrollo, así como de operar y transformar la realidad con criterios de sostenibilidad.”(p.229). Para adquirir una competencia se requiere integrar de manera simultánea los conocimientos, procedimientos, las habilidades, las actitudes, las destrezas, los valores y disposiciones emocionales en la acción que implica resolver necesidades reales.

Se definen competencias genéricas como aquellas “competencias transversales, multifuncionales e intercontextuales las cuales se consideran que son particularmente significativas para implementar metas importantes en un marco normativo definido (por ejemplo, sustentabilidad) y son de relevancia para todos los individuos.”(Rieckmann, 2015, p.18).

El modelo de competencias genéricas desarrollado por Albareda-Tiana & Gonzalvo-Cirac (2013), compila las publicaciones de varios autores sobre competencias claves en sostenibilidad y es un instrumento que facilita la sistematización de las mismas. Compilan y definen 15 competencias genéricas en 5 grupos a saber: competencia de pensamiento sistémico, competencia

anticipatoria, competencia normativa, competencia estratégica y competencia Interpersonal-relacional. Se pueden observar en la Figura 2.



Figura 2. Relaciones de competencias genéricas compiladas.

Las competencias²⁰ de pensamiento sistémico se enmarcan en la habilidad para analizar conjuntamente sistemas complejos que atraviesan diferentes ámbitos: sociedad, medio ambiente, economía, etc., en sus diversas escalas: local, regional y global, considerando los efectos de cascada, inercia y retroalimentación y otras particularidades sistémicas relacionadas con sostenibilidad y marcos de resolución de problemas. Incluye la comprensión empírica de sus elementos, la dinámica entre ellos y las precepciones, motivaciones y decisiones que influyen en los sistemas sociales y ambientales; al tiempo que asume las consecuencias de las acciones, resiliencias, estructuras y adaptaciones. Incluye el conocimiento del colectivo y los grupos sociales, sus valores, preferencias, necesidades, decisiones, etc. Son competencias básicas enmarcadas dentro del desarrollo cognitivo, relacionadas al *saber*.

Las competencias anticipatorias están relacionadas con la habilidad para analizar colectivamente, evaluar y visionar “imágenes” del futuro. Requiere del manejo de conceptos de temporalidad, duración, incertidumbre, el concepto de inercia, dependencia o independencia; el concepto de consistencia, de riesgo, equidad y precaución. Son competencias básicas enmarcadas en el desarrollo metodológico, es decir responden al *saber hacer*.

²⁰Las definiciones presentadas sobre los grupos de competencias están desarrolladas sobre la base de los autores Albareda-Tiana & Gonzalvo-Cirac (2013).

Las competencias normativas están relacionadas a la habilidad de asignar colectivamente, especificar, aplicar, reconciliar y negociar valores sostenibles, principios, objetivos y metas. Requiere conocimiento conceptual de los valores y objetivos inherentes a la sostenibilidad. Esta capacidad integra las nociones de justicia, equidad, integridad social y ética. Capacita para calcular y trabajar visiones de sostenibilidad, para comprender los problemas complejos de la realidad actual y su solución. Son competencias básicas enmarcadas en el desarrollo actitudinal, responden al *saber ser y valorar*.

Las competencias estratégicas están relacionadas con la habilidad para diseñar e implementar intervenciones, transiciones y estrategias de gobierno transformables hacia la sostenibilidad. Requiere de la comprensión de conceptos estratégicos como la intencionalidad, las dependencias en las rutas de acceso, las posibles barreras y alianzas, conocimientos sobre viabilidad, factibilidad, eficacia, eficiencia de las intervenciones sistémicas, así como del potencial de consecuencias imprevistas. Capacita para el desarrollo de estrategias de transición hacia modelos sostenibles. Son competencias básicas enmarcadas en el desarrollo metacognitivo y metodológico, responden al *saber ser y saber compartir*.

La competencia Interpersonal – Relacional, es la habilidad para motivar, permitir y facilitar la colaboración y la participación en la investigación en sostenibilidad y en la resolución de problemas. Incluye habilidades avanzadas de comunicación, deliberación y negociación, colaboración inter y transdisciplinaria, liderazgo, pensamiento plural y empatía. Es una capacidad crítica para enfrentarse a los desafíos de la sostenibilidad que requieren la colaboración entre diferentes disciplinas. Son competencias generales enmarcadas en el desarrollo holístico, entendido como la conjugación de saberes, métodos, valores / actitudes, compartir / transmitir e integrar sentimientos y emociones que den respuestas acertadas a las problemáticas reales.

2.2 Resultados del diagnóstico

El diagnóstico se realizó a través del diseño de un instrumento de encuesta digital, compuesto por tres partes: la primera relacionada con la información de la asignatura; la segunda responde a los temas de SU que el docente maneja en la asignatura; la tercera parte es donde se pondera (1 menor a 5 mayor) el grado de abordaje de las competencias genéricas compiladas que el docente considera se trabajan por medio de su asignatura.

Se obtuvo una participación del 73% de los docentes consultados, habiendo sido respondido el instrumento en su totalidad por un 56% de la muestra. El 10% de los

encuestados sugirió que el instrumento no aplica a su asignatura y un 6% consideró que otras asignaturas tienen más que aportar al estudio.

De los resultados obtenidos, referidos al grado de abordaje de las competencias genéricas que el docente considera se trabajan por medio de su asignatura, tiene un máximo de 5 puntos por competencia individual, 15 puntos por grupo de competencias. Esto permite una ponderación máxima por asignatura de 75 puntos. Los resultados que se muestran en esta ponencia, resumen los valores de la ponderación general de competencias integradas en asignaturas relacionadas con SU, se observan en la figura 3.

El valor máximo a obtener por grupo de competencias sobre la puntuación total obtenida es de 405 puntos. (Referido al número de asignaturas participantes). El caso de la competencia del Pensamiento Sistemico obtuvo un total de 336 puntos ocupando el primer lugar; la competencia Normativa obtuvo 334 puntos, seguida por la competencia Interpersonal-Relacional con 325 puntos; la competencia Anticipatoria obtuvo un total de 303 puntos al igual que la competencia Estratégica.

Figura 3: Ponderación General de Competencias integradas en asignaturas



relacionadas con Sostenibilidad.

Estos resultados invitan a reflexionar sobre la importancia de implementar estrategias instruccionales para potenciar en los estudiantes las competencias estratégicas y las competencias anticipatorias que, de acuerdo a la ponderación obtenida, están en desventaja con respecto a las competencias del pensamiento sistémico, normativa e interpersonal – relacional. Importante acotar que estos resultados están por encima de las expectativas iniciales de esta investigación.

3. CONCLUSIONES

La propuesta de educación por competencias revoluciona la forma de generar conocimientos, ya que promueve el aprendizaje significativo del razonamiento lógico, intuitivo, analógico, dialectico y evoluciona a sistemas de pensamiento creativo, innovador, reflexivo y lo más importante crítico de la realidad, una realidad que cambia vertiginosamente.

El desarrollo de competencias genéricas de sostenibilidad debe enfocarse en sociabilizar las respuestas a los problemas y dar accesibilidad a la información resultante de los procesos de interdisciplinariedad, transversalidad, complejidad del desarrollo científico y ético, la orientación social del aprendizaje y la integración de experiencias. Se identifican las competencias necesarias para ampliar en los arquitectos la capacidad de desarrollar proyectos urbanos y de arquitectura que garanticen construcciones sostenibles, en lo ambiental, lo social y lo económico.

Resulta inminente la revisión curricular del plan de estudio, la inversión en los recursos fundamentales como son la capacitación de los docentes, la instrumentación de las aulas y la adecuación e implantación de estrategias instruccionales que permitan el desarrollo de las competencias en los profesionales egresados de la EACRV – FAU.

4. REFERENCIAS

Albareda-Tiana, S., & Gonzalvo-Cirac, M. (2013). Competencias Genéricas en Sostenibilidad en la Educación Superior. Revisión y Compilación. *Revista de Comunicación de la SEECI.*, 141-159.

Aznar, P., & Ull, M. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación*, 219-237. Obtenido de www.revistaeducacion.mec.es/re2009/re2009_10.pdf

Castillo, & Del Castillo. (2010). La Enseñanza de la Sostenibilidad en las Escuelas de Arquitectura Españolas. *Cuaderno de Investigación Urbanística n° 69. Educación y Sostenibilidad*, (págs. 33-48). La Serena. Recuperado el 12 de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3875478.pdf>

Colléll, M. (2007). *La Sostenibilidad Urbana como Estrategia para Proyectos Urbanos*. (Tesis de Maestría). Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Collell, M. (2017). Sostenibilidad urbana como tema en la formación del arquitecto. *Trienal FAU-2017*. (p.1-16) Caracas.

FAU-UCV. (2009). *Informe de Autoevaluación de la carrera de arquitectura Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva*. Caracas.

Gil, Grimaldi, Álvarez, & Vilches. (2006). Década de la Educación para un Futuro Sostenible (2005-2014): Un punto de inflexión necesario en la atención de la situación del planeta. *Iberoamericana de Educación*(40). Recuperado el 21 de Octubre de 2017, de <http://www.rieoei.org/rie40a06.htm#i>

ONU. (2016). *Agenda 2030*. Washintong: ONU. Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de <http://www.un.org>

ONU. (2016). *Nueva Agenda Urbana* (págs. 3, 4, 5). Quito: ONU. Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de <https://observatoriohabitat3.org>

Rieckmann, M. (2015). *El Desarrollo Sustentable en el Ámbito Académico de la Unión Europea y su inserción en el Currículo Universitario*. Universidad de Vechta, Alemania, Vechta.

UNESCO. (1975). *Carta de Belgrado*. Belgrado. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0001/000177/017772sb.pdf>

Yory, C. (2003). *Ciudad y Territorio: Una Estrategia Pedagógica de Desarrollo Urbano Participativo con Dimensión Sustentable para las Grandes Metrópolis de América Latina en el Contexto de la Globalización: “El Caso de la Ciudad de Bogotá”*.(Tesis de Doctorado) Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

VULNERABILIDAD URBANA: ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN Y LA SUSCEPTIBILIDAD. CUENCA DE LA QUEBRADA ANAUCO, MUNICIPIO LIBERTADOR, DISTRITO CAPITAL

Carlos Urdaneta Troconis

Departamento de Planificación Urbana, Universidad Simón Bolívar. Correo: carlosurdaneta@usb.ve

RESUMEN

Se aplican los conceptos de exposición y de susceptibilidad urbanas, dos de los componentes de la vulnerabilidad urbana, en la cuenca de la quebrada Anauco (Caracas, Venezuela) ante dos de las principales amenazas que acechan a la ciudad, los aludes torrenciales e inundaciones, generadas por los cuerpos de agua torrenciales que descienden del Macizo del Ávila hasta el área urbana. El marco teórico referencial que lo soporta es la Teoría de la Vulnerabilidad Urbana propuesta por Delgado en 2007. Se utilizó y procesó información estadística de fuentes primarias y secundarias, bibliográficas, cartográficas y de campolevantada para estudios desarrollados por el Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el proyecto de Pre factibilidad de Obras de Control de Aludes Torrenciales en cuencas del flanco sur del macizo El Ávila (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017) y otros estudios previos. Con este trabajo se pudo determinar la tipología de las 2.726 edificaciones clasificada por uso, su respectiva área construida (4.545.655 m²) y su localización en zonas de alta, media y baja exposición (42% del área de la cuenca estudiada establecida en función los períodos de retorno de los eventos catastróficos [10, 100 y 500 años], lo que corresponde a una probabilidad de ocurrencia de un evento 10%, 1% y 0,2%, respectivamente) para posteriormente, determinar el perfil de la susceptibilidad de la zona de estudio, desde un punto de vista cualitativo, a través de la determinación del grado de consolidación y desde un punto de vista cuantitativo, calculada la densidad constructiva de cada zona expuesta.

Palabras clave: vulnerabilidad urbana, exposición urbana, susceptibilidad urbana, perfil de vulnerabilidad, cuenca urbana.

INTRODUCCIÓN

Se propone determinar la exposición y la susceptibilidad urbana en la cuenca urbana de la quebrada Anauco (Caracas, Venezuela) ante dos de las principales amenazas que acechan a la ciudad: un movimiento de ladera (el alud torrencial) e inundaciones generadas por los cuerpos de agua torrenciales que descienden del

Macizo del Ávila hasta el área urbana. Para García (2005), las inundaciones y los movimientos de ladera son los peligros ligados a la geodinámica externa más importantes a nivel mundial. El estudio se basa tanto en la aplicación de los conceptos de exposición y de susceptibilidad urbanas, dos de los componentes que integran la vulnerabilidad urbana, siguiendo a Delgado (2007, 2013) como en estudios previamente realizados: el Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el proyecto de Pre factibilidad de Obras de Control de Aludes Torrenciales en cuencas del flanco sur del macizo El Ávila (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017), el Proyecto Mapas de Amenaza por Aludes Torrenciales en las zonas del Estado Vargas y el Valle de Caracas (IMF, 2002) y el Estudio sobre el Plan Básico de Prevención de Desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas, elaborado por OYO Pacific Consultants para la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Caracas, en alianza con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Proyecto JICA, 2005).

La cuenca de la quebrada Anauco se localiza al norte de la ciudad de Caracas (municipio Libertador, Distrito Capital) y al sur de la serranía de la costa venezolana, desde la cual los cauces existentes han generado aludes torrenciales y rápidas crecidas de los cuerpos de agua existentes, acompañados de roca y sedimentos; dichos cauces han sido casi totalmente intervenidos, principalmente en forma de embaulamiento. Tiene una extensión de 300,8 ha. (Ver Ilustración 1).



Ilustración 1. Cuenca de la quebrada Anauco, Municipio Libertador-Distrito Capital. Fuente: (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017).
Elaboración propia.

1. DESARROLLO

El riesgo en las ciudades ha sido un tópico de investigación en la América Latina cuyos inicios se puede determinar en los años 80 del siglo XX y que ha tenido, entre otros exponentes, a Beck, Wilches-Chaux, Cardona, Simioni, Macías, etc. y en Venezuela, a Jiménez, Altez, Cilento y Delgado, entre otros. De ellos, es precisamente éste último el que ha propuesto y desarrolla la teoría de la Vulnerabilidad Urbana como objeto de investigación teórica y aplicada, la cual, a su vez, tiene su sustento teórico en la teoría de sistemas (Delgado J. , 2007). Viene a ser “la medida de la propensión al cambio que tiene una ciudad (...) ante cualquier amenaza, interna o externa, de origen natural, tecnológico o social” (Delgado J. , 2002, p. 27). Su estudio se realiza a través del abordaje de sus cuatro componentes: la susceptibilidad, la resiliencia, la exposición y el régimen ambiental, (Delgado J. , 2002)(Delgado J. , 2007)(Delgado J. , 2013). La Vulnerabilidad urbana, junto con las amenazas siconaturales (Delgado, 2013), conforman el riesgo, tal como lo han considerado numerosos autores (Robert & Metzger)(Wilches-Chaux, 1993)(Cardona, 1993), aunque desde su interacción, puntualiza Cardona (De Almeida, Castiel, & Ayres, 2009).

Metodología

Para abordar estudios de vulnerabilidad urbana en zonas tropicales con altas pendientes, en las cuales las inundaciones y aludes torrenciales constituyen una de las principales amenazas de origen natural, es necesario determinar y adoptar como unidad territorial de estudio, más allá de la cuenca o micro cuenca hidrográfica, la cuenca o microcuenca urbana, la cual viene a ser la resultante de la intervención antrópica de aquélla, de acuerdo con Agredo (2013).

Este estudio se limita a abordar dos de los componentes de la Vulnerabilidad Urbana: La exposición y la susceptibilidad. La primera es entendida como “(...) la situación espaciotemporal de un [objeto de estudio] ante una amenaza o factor que pueda inducir al cambio.” (Delgado J. , 2002, p. 5). Para el caso de la zona en estudio, el Instituto de Mecánica de Fluidos de la Universidad Central de Venezuela utilizó el software FLO-2D (2002), diseñado originalmente con apoyo de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) para estimar el sistema hidráulico de inundación y flujo de lodo en una cuenca, a través de simulaciones de inundaciones urbanas (FLO-2D Software, 2018), considerando tanto el nivel de intensidad del evento –alud torrencial o flujo de agua-, es decir, la medida de su efecto potencial sobre las personas y edificaciones, siendo determinado con los valores y velocidades máximas que arroja la simulación, como la consideración de los períodos de retorno de 10, 100

y 500 años del evento, lo que permite estimar su probabilidad de ocurrencia en 10%, 1% y 0,2%, que corresponden a los niveles de intensidad alto, medio y bajo, respectivamente. Con ello fue posible obtener las zonas de exposición a las principales amenazas de aludes torrenciales e inundaciones en la quebrada Anauco, las cuales fueron revisadas y ajustadas al sistema de información geográfico generado para el Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el proyecto de *Pre factibilidad de Obras de Control de Aludes Torrenciales en cuencas del flanco sur del macizo El Ávila* (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017), obteniendo también la delimitación de la cuenca hidrográfica urbana.

La *Susceptibilidad urbana*, el segundo de los componentes estudiados, es la condición de una zona urbana, propia o adquirida, y su potencial, para generar cambios o afectaciones ante una perturbación que la afecte, generada en el entorno. Esos cambios o afectaciones están en función del grado de complejidad de la zona en cuestión (Delgado J. , 2013). Se determina con el *Perfil de susceptibilidad*, determinado tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo. El primero es posible determinarlo con el *Grado de Consolidación*, mientras que el segundo, con la *Densidad Constructiva*. Delgado y Courtel (2009) definen el Grado de Consolidación como "...una clasificación de las edificaciones ordinarias con base en el tipo de estructura, materiales de construcción, modificaciones y deterioro, que propone perfiles de vulnerabilidad, como lo intenta la Escala Macrosísmica Europea" (p. 3) también conocida por sus siglas EMS98, la cual es una descripción jerarquizada de la vulnerabilidad a eventos de origen telúrico de un lugar específico. En su *Estudio de habilitación de zonas de barrios informales en las cuencas de Mamo, Tacagua y La Zorra (Estado Vargas)*, estos autores adaptaron dicha clasificación a zonas urbanas venezolanas de topografía con altas pendientes, la existencia de edificaciones informales, las modificaciones, deterioro y cambio de usos de las edificaciones así como su consideración a amenazas de origen hidrometeorológico, determinando una escala de grados de consolidación, expresión del grado de vulnerabilidad urbana de conjuntos de tipos homogéneos de edificaciones. En el presente estudio, se unificaron las categorías de edificaciones construidas en barrios en una sola, debido, fundamentalmente, a razones de disponibilidad de información.

La *Densidad Constructiva* se va a determinar con base en la aplicación del índice de Vulnerabilidad Urbana (IVu), cociente que se obtiene de la relación que se establece entre área construida total de todos los edificios y la superficie total de los espacios abiertos de cada tipo de zona urbana. Se procede a calcular la superficie total carente de edificaciones (públicas o privadas; vialidades, plazas, áreas verdes, estacionamientos a cielo abierto, áreas abiertas de las parcelas de los edificios, quintas o casas), cifra que se divide entre la cantidad de área

construida, calculada ésta última con base en la multiplicación de la planta por el número de pisos de cada edificación. Como tal, constituye tanto una estimación del patrimonio construido como también expresión del grado de complejidad de la zona urbana, de su conectividad y de su accesibilidad en caso de ocurrencia de eventos catastróficos. Cuando este índice adopta valores cercanos a 0, se considera que existe una alta densidad constructiva, esto es, una alta proporción de área construida en relación con el espacio abierto, lo que se asocia con complejidad de la infraestructura, accesibilidad limitada y problemas de conectividad, en caso de ocurrencia de un evento adverso; por lo contrario, cuando el valor del índice tiende a 1 o superior, la superficie construida representa una cantidad similar o inferior al espacio abierto. Los estudios de desastres indican que son zonas urbanas con baja vulnerabilidad. (Delgado J. , 2007)(Delgado J. , 2013)(Vásquez, Camacho, & Gómez, 2010).

2. RESULTADOS

2.1 Determinación de la cuenca hidrográfica urbana de la quebrada Anauco y de las áreas expuestas

Los resultados de la aplicación del software FLO-2D por parte del Instituto de Mecánica de Fluidos de la Universidad Central de Venezuela (2002) revisados y ajustados al sistema de información geográfico generado para el Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el proyecto de Pre factibilidad de Obras de Control de Aludes Torrenciales en cuencas del flanco sur del macizo El Ávila (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017) indican como la poligonal de la cuenca hidrográfica, al ser modificada antrópicamente, muestra un crecimiento de la cuenca en 20,14 Ha. (7%), específicamente en las áreas de exposición media y baja en su parte central (este y oeste) y sur-oeste, lo cual se evidencia en la superposición de las poligonales de la cuenca y de las áreas de exposición. (Ver Ilustración 2).

Las áreas determinadas con alta, media y baja exposición obtenidas representan el 42% de las 300,8 ha. de la cuenca de la quebrada Anauco. A su vez, las zonas de alta exposición representan el 42% de las 126,3 ha. expuestas, lo cual equivale a 52,5 ha. mientras que las zonas de amenaza media y baja representan el 19% y 39% (23,9 ha. y 49,8 ha.), respectivamente. Si bien la diferencia entre el área de la cuenca hidrográfica y urbana puede no ser llamativa en términos relativos, al considerar su impacto en las distintas zonas expuestas la valoración es distinta: el incremento de área de la cuenca urbana representa para la zona de baja exposición un 33,6% adicional (17,63 Ha.) y el 11% para la zona de alta exposición (2.51 Ha.)

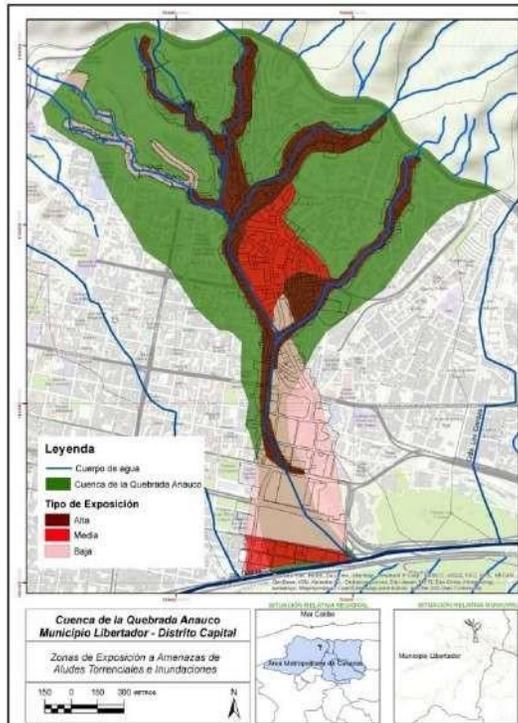


Ilustración 2. Cuenca de la Quebrada Anauco. Zonas de exposición a amenazas de inundación por aludes torrenciales e inundaciones (2017) Fuente: (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017). Elaboración propia.

La zona de alta exposición se localiza en las inmediaciones de la vertiente sur del Macizo de El Ávila, prolongándose hasta el centro-sur de la zona de estudio. La zona de exposición media se divide en dos partes: una, ubicada al centro y la otra al extremo sur, aledaña al río Guaire. Las zonas de exposición baja también se dividen en dos segmentos: el primero, ubicado al noroeste de la zona de estudio, con topografía accidentada y el segundo, que constituye el centro-sur de la misma, de suaves pendientes.

En las zonas expuestas, se registraron un total de 2.736 edificaciones. El 56% de ellas se localizan en zonas de alto nivel de exposición, pero que representa, a su vez, el 25% del total del área construida (m^2); el 12% en zonas de medio nivel con el 12% del total del patrimonio construido (m^2) y el 33% en zonas de bajo nivel de exposición con el 63% de la cantidad total edificada (m^2). A fines de sintetizar la

presentación de resultados, la descripción de la distribución de edificaciones en las distintas zonas expuestas se presentará conjuntamente con el Grado de Consolidación.

Los tipos de afectaciones que pudieran producirse a las personas y a las edificaciones dependiendo del nivel de exposición de la zona (IMF, 2002) se presentan en la Tabla 1.

2.2 Determinación del perfil de susceptibilidad urbana

Grado de consolidación. A los efectos de la presente investigación, la clasificación revisada y adaptada fue la siguiente:

Tabla 1. Peligrosidad de los distintos niveles de amenaza hidrometeorológica				
Intensidad	Daños a Personas		Daños a Edificaciones	
	Fuera de edificaciones	Dentro de edificaciones	Leves	Severos
Alta	Si	Si	Si	Si (destrucción repentina)
Media	Si	No	Si	No
Baja	No	No	Si	No

Fuente: (IMF, 2002)

Grado de Consolidación 1. Edificación con sistema estructural aporticado y susceptibilidad de origen asociada a la asimetría estructural (relación ancho largo desfavorable), discontinuidad estructural, columnas cortas y heterogeneidad en los materiales de construcción; con deficiente ventilación e iluminación y limitada accesibilidad. Puede tener colindancia con otras edificaciones. (Delgado & Courtel, 2009).(Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017). Corresponde a las zonas de barrios; de carácter marcadamente residencial unifamiliar, representa el 8% del total del patrimonio construido (m²) de las zonas expuestas. El 56% de las edificaciones informales se localiza en zonas de exposición de nivel alto y el restante 44% en zonas de exposición de nivel bajo. Por otro lado, este tipo de edificaciones representa el 17% del total de la zona de alto nivel de exposición y el 5% de la zona de bajo nivel de exposición, tomando como unidad de medida el metro cuadrado de construcción. (Ver Tabla 2 e Ilustración 3).

Grado de Consolidación 2. Vivienda unifamiliar moderna denominada quinta, casa quinta o casa, aislada, pareada o continua, con un sistema de construcción tradicional aporticado que se edifica a partir de finales de la década de 1930. Este tipo de edificación se ubica en la zona de alto y medio nivel de exposición, representando el 11% y 18%, del total de construcción de las respectivas zonas. Este tipo de vivienda se localiza en zonas con alto y medio grado de exposición

(55% y 45%, respectivamente) y representa el 5% del total de construcción (en m²) de la zona.

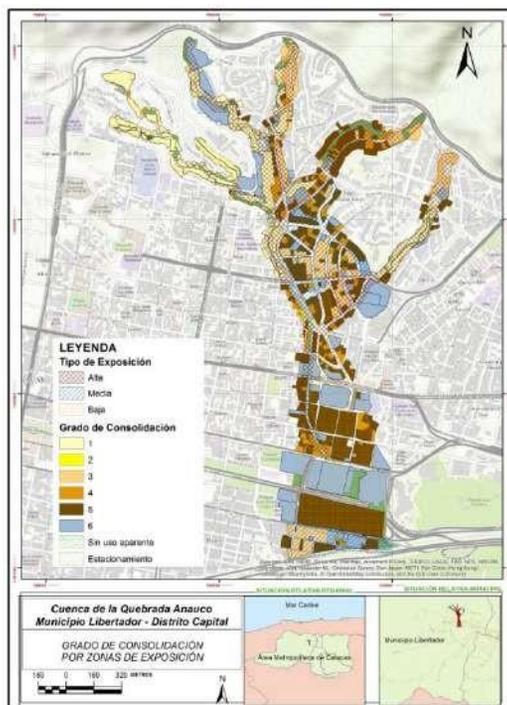


Ilustración 3. Cuenca de la Quebrada Anauco. Grado de Consolidación según zonas de exposición a amenazas de inundación por aludes torrenciales e inundaciones (2017). Fuente: (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017). Elaboración propia.

Grado de Consolidación 3. Edificio multifamiliar aislado de hasta 5 pisos, denominado en este estudio como de baja densidad, en los que predomina el sistema de construcción tradicional aporticado, con predominancia de paredes de ladrillo macizo y construido desde finales de la década de 1930 a la década de 1950. El 64% del área construida (m²) este tipo de edificios se concentra en la zona de alto nivel de exposición; el 23% en la zona de exposición media y el 13% en la zona de exposición baja, pero representa el 1,9% del total de área construida (m²) de las zonas expuestas estudiadas.

Grado de Consolidación 4. Edificio de más de 5 pisos, residencial multifamiliar contemporáneo, construido con estructura tradicional aporticada, de altura y complejidad variable, que incluye los grandes conjuntos residenciales, de uso mixto, cuya construcción se observa ya a finales de la década de 1960. También se destaca el tipo residencial multifamiliar de interés social construido por el

gobierno nacional, a través de la Gran Misión Vivienda Venezuela, propia de la década de 2010. El 72% del patrimonio construido de estas edificaciones se concentra en la zona de bajo nivel de exposición mientras que el 16% y el 12% en las zonas de alto y medio nivel de exposición. Este tipo de edificación representa el mayor patrimonio construido (m²) de toda la zona de estudio, al representar el 42%, 61% y 74% de las zonas de exposición alta, media y baja, respectivamente.

Tabla 2. Cuenca de la Quebrada Anauco. Zonas de Exposición a amenazas de aludes torrenciales e inundaciones. Grado de consolidación (m² de construcción)

Zona de Exposición	Grado de Consolidación					TOTAL
	1	2	3	4	5	
Alta	192.104	125.068	54.287	480.801	297.010	1.149.250
Media	-	101.293	19.314	339.316	92.536	552.149
Baja	149.022	-	11.414	2.095.299	588.211	2.843.946
Total (m ²)	341.126	226.361	84.995	2.915.416	997.757	4.545.655

Fuente: (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017). Elaboración propia.

Grado de Consolidación 5. Edificios con diseño y fin particular (centros comerciales, iglesias, galpones, etc.). La concentración del patrimonio construido (m²) de este tipo de edificios se observa predominantemente en la zona de bajo nivel de exposición, con un 59% del total y el 30% en la zona de exposición alta, áreas en las cuales llega a representar el 20,7% y 26% del total de área construida(m²) de esas mismas zonas.

Los tipos de instalaciones críticas existentes en la zona de estudio son considerados equipamientos urbanos sede de servicios puntuales (Comandancia de la Armada, sede del Escuadrón Montado de la Guardia Nacional, Policía Nacional, Bomberos del Distrito Capital, la sede de la Universidad Nacional Abierta, la Maternidad Santa Ana, entre los del sector público y los de adscripción privada, como el Hospital de Clínicas Caracas y la Clínica La Arboleda). También se localiza el complejo urbanístico Parque Central, de alta densidad residencial, que alberga gran cantidad de usos, mixtos y que contiene sedes de servicios públicos de escala nacional, regional y municipal. Las estaciones de transporte masivo están constituidas por las estaciones de Bellas Artes y Parque Central, de las líneas 1 y 4 del sistema Metro de Caracas, así como la estación terminal San Agustín de la línea de metrocable Parque Central-San Agustín. Las instalaciones de redes de servicio presentes en la zona las constituyen una subestación

eléctrica y un edificio de la empresa operadora de telefonía básica operada por el Estado (Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela) en la urbanización San Bernardino (Ver Ilustración 4). También habría que señalar que existen en la zona sedes de servicios bancarios (Banco Provincial y Banco Exterior). Aunque escapa al alcance de este trabajo, la identificación de estas actividades desde la exposición va a señalar indicar la necesidad de profundizar en estudios de impacto que tendría la suspensión de actividades en esos establecimientos prestadores de servicios y generadores de empleo, expresados en cantidades de viajes y transacciones, así como el efecto que tendría la ocurrencia de eventos adversos en las zonas expuestas en las áreas circunvecinas, en las cuales se ubican también importantes sedes de servicios públicos y privados.

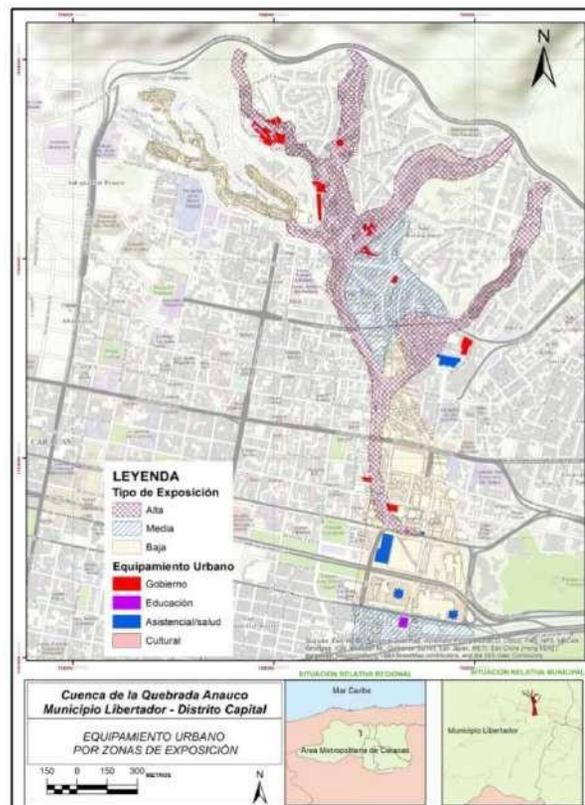


Ilustración 4. Cuenca de la Quebrada Anaeco. Instalaciones críticas según zonas de exposición a amenazas de inundación por aludes torrenciales e inundaciones (2017). Fuente: (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017). Elaboración propia.

En el caso de eventos catastróficos, habría que determinar el impacto simbólico y operacional que pudiera ocasionar la afectación negativa de instituciones públicas de nivel nacional –sede de dependencias del ejecutivo nacional ubicadas en Parque Central y la Comandancia General de la Armada-; de la galería de Arte Nacional para el patrimonio y memoria histórica de la nación y; para el sector bancario, específicamente los bancos Provincial y Exterior.

Densidad constructiva. Los resultados del cálculo de la densidad constructiva en la zona de estudio, medido a través del Índice de Vulnerabilidad Urbana mostrados en la Tabla 3 muestran que los distintos tipos de edificaciones aquí identificados presentan una vulnerabilidad que puede ser calificada de extrema (edificios no residenciales, esto es, equipamientos y servicios y edificios residenciales de alta densidad, cuyos IVu resultantes son de 0,01 y 0,08) y de alta (casas en barrios, quintas o casas y edificios de baja densidad residencial, con IVu de 0,24, 0,29 y 0,31, respectivamente).

Tabla 3. Cuenca de la Quebrada Anauco. Zonas de Exposición a amenazas de aludes torrenciales e inundaciones. Índice de Vulnerabilidad Urbana (IVU)

Grado de Consolidación	Superficie Total Construida (m ²)	Espacio abierto (m ²)	IVU
1: Casa en barrio	341.126	82.327	0,24
2: Quinta o casa	226.361	65.734	0,29
3: Edificios de baja densidad residencial	84.995	26.552	0,31
4: Edificios de alta densidad residencial	2.915.416	241.718	0,08
5: Edificio no residencial	997.757	12.140	0,01

Fuente: (Delgado, Urdaneta, Bustos, Batista, & Vásquez, 2017). Tabla 2. Elaboración propia

3. CONCLUSIONES

La exposición realizada constituye una demostración de la necesidad utilizar el concepto de cuenca urbana en los estudios de vulnerabilidad, al quedar evidenciada que la intervención antrópica modifica diferencialmente el territorio de una cuenca hidrográfica. En este caso, se ha podido observar cómo el 33,6% de las zonas de baja exposición estudiada corresponde a áreas originalmente ubicadas en otra cuenca hidrográfica.

En la cuenca de Anauco existe una probabilidad del 10% en un período de retorno de 10 años de que las zonas de alta exposición (52.5 Has.) se vean afectadas por un evento adverso (alud torrencial o inundación) que puede generar efectos leves en edificaciones. La probabilidad es del 1% para un evento con período de retorno de 100 años, que puede generar daños a personas fuera de edificaciones y afectaciones leves en éstas en un área de 76.4 Ha. lo que representa el 25,4% del área total de la cuenca y una probabilidad 0,2% para que un evento adverso como los citados afecte la totalidad de las áreas expuestas de la cuenca de Anauco (126,8 Ha., 42% del área total de la cuenca), que pueden generar afectaciones negativas a la seguridad de las personas dentro y fuera de edificaciones y a éstas últimas desde leves a severas, en caso de que el evento sea repentino; sin embargo, la afectación de estos eventos se estima que sea diferencial, dependiendo del grado de consolidación de las zonas afectadas y de la complejidad de la infraestructura de la zona; es por ello que en una misma zona expuesta pero con diversos grados de consolidación, se estima que se generen efectos diferenciales en afectación, grado de accesibilidad y conectividad.

El estudio ratifica que el análisis de la vulnerabilidad urbana constituye un área de investigación propia, a través del estudio de sus componentes y que los resultados pueden ser complementarios entre sí, ofreciendo distintos aspectos de la realidad que adquiere múltiples facetas en espacios urbanos relativamente pequeños y contiguos.

4. REFERENCIAS

Agredo, G. (2013). La cuenca urbana como unidad territorial para la planificación del desarrollo sostenible en ciudades de media montaña del Trópico Andino. (tesis doctoral). Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.

Cardona, O. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. En A. (. MASKREY, *Los riesgos no son naturales*. Recuperado de: <http://www.desenredando.org>: LA RED.

De Almeida, N., Castiel, L., & Ayres, J. (2009). Riesgo: concepto básico de la epidemiología. . *Salud colectiva (on line)*, 5 (3), 323-344.

Delgado, J., Urdaneta, C., Bustos, X., Batista, R., & Vásquez, Y. (2017). *Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el proyecto de Pre factibilidad de Obras de Control*

de Aludes Torrenciales en cuencas del flanco sur del macizo El Ávila. Universidad Central de Venezuela, Instituto de Mecánica de Fluidos, Caracas.

Delgado, J. (2013). La vulnerabilidad urbana. Un enfoque ambiental y sistémico. *Urban@*, 1 (1), 19-41.

Delgado, J., & Courtel, F. (2009). Amenaza hidrometeorológica y vulnerabilidad urbana de las cuencas de Mamo, Tacagua y La Zorra. En J. López (Ed.), *Aportes científico-tecnológicos y experiencias nacionales en el campo de la prevención y mitigación de riesgos*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela - Fundación Polar.

Delgado, J. (junio de 2007). La vulnerabilidad humana: del paradigma de la resistencia al paradigma de la resiliencia (tesis doctoral). Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.

Delgado, J. (2002). Hacia una planificación urbana para la reducción de riesgos ambientales. Vulnerabilidad urbana del Área Metropolitana de Caracas. *Urbana* (7(30)), 25-41.

Español, A. (2017). *Estudio de susceptibilidad por movimientos en masa en la subcuenca del arroyo Quijorna mediante evaluación multicriterio (tesis)*. Universidad de Salamanca, Escuela Politécnica Superior de Ávila, Ávila.

FLO-2D Software. (2018). Recuperado el 04 de 01 de 2018, de www.flo-2d.com

García, J. (2005). *Análisis de la vulnerabilidad por movimientos de ladera: Desarrollo de las metodologías para evaluación y cartografía de la vulnerabilidad*.

Instituto de Mecánica de Fluidos (IMF). (2002). *Mapa de Amenaza por Aludes Torrenciales en las Zonas del Estado Vargas y el Valle de Caracas definidas en el Proyecto Ávila*. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Robert, J., & Metzger, P. (2013). Enfoques de la vulnerabilidad urbana: entre geografía de los riesgos y geografía urbana. *Encuentro de Geógrafos de América Latina EGAL*. Lima: Recuperado de: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers14-05/010061564.pdf.

UNISDR. (2013). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres-Corporación OSSO.

VÁSQUEZ, Y., CAMACHO, M., & GÓMEZ, C. (2010). *Metodología para el análisis de susceptibilidad de origen de las edificaciones. Cuenca de la quebrada Agua de Maíz*. Académico, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Caracas.

Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En MASKREY, *Los desastres no son naturales*. Recuperado de: <http://www.desenredando.org>: LA RED.

LA VULNERABILIDAD GENÉRICA URBANA ANTE DESASTRES. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL AL RIESGO EN LAS CIUDADES DESDE OTRA PERSPECTIVA

Antonio Aguilar M.

Dpto. de Investigación Social y Divulgación, Funvisis. Estudiante de Doctorado en Urbanismo, FAU UCV. *antoniodesastres@gmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo explora un enfoque sobre el problema del riesgo urbano de desastre, desde una perspectiva distinta al abordaje tradicional imperante en la actualidad, al que llamaremos paradigma fiscalista, o también de las ciencias naturales y aplicadas para la interpretación de los desastres, el cual fue descrito inicialmente por Hewitt (1983), y que se refiere al entendimiento del riesgo desde la perspectiva del conocimiento de las amenazas, por parte de investigadores de las ciencias naturales, ingenieros, e incluso algunos profesionales de las ciencias sociales, todos con un sesgo hacia la fenomenología de los elementos que amenazan y afectan ciudades, y que generan los desastres. Se analiza el estado del arte respecto a las definiciones y enfoques de los estudios sobre riesgo urbano, explorando el significado del concepto de vulnerabilidad, la vulnerabilidad urbana ante desastres y su carácter genérico. Para ello, ha sido necesario el replantear los enfoques interpretativos y conceptuales empleados actualmente para comprender y evaluar la vulnerabilidad urbana, y por ende, el riesgo en las ciudades, que parece ir más allá de las diferencias entre ciencias naturales aplicadas y las ciencias sociales. Un enfoque mucho más preciso de la visión vulnerable intrínseca de las ciudades permitirá, entre otras cosas, comprender el riesgo de desastres desde lo urbano, y proponer un modelo de estimación de la vulnerabilidad genérica urbana para entenderlo mejor, y poder generar políticas públicas efectivas para su reducción.

Palabras clave: Vulnerabilidad genérica urbana, riesgo, desastre, modelo fiscalista

INTRODUCCIÓN

Bajo el paradigma de las ciencias naturales y las ciencias aplicadas, se han desarrollado, y continúan desarrollándose proyectos para el análisis y la caracterización del riesgo de desastres en contextos urbanos, haciendo hincapié

en la fenomenología de las amenazas detonantes de los desastres, sin incorporar significativamente los rasgos de la ciudad vulnerable. Esta mirada sesgada del riesgo urbano podría explicar algunos de los graves desastres existentes en materia de políticas públicas efectivas para reducir el riesgo de desastres en las ciudades.

La propuesta de un enfoque mucho más específico de la visión vulnerable desde lo teórico, permitiría una aproximación mucho más exacta a una realidad compleja, como lo es la ciudad y su vulnerabilidad intrínseca y genérica, para poder estimar el riesgo de desastres en entornos urbanos. El presente trabajo se desarrolla desde una investigación de tipo exploratoria, usando técnicas de observación, revisión documental, propias del tipo de investigación descriptiva, que pretende analizar el estado del arte respecto a las definiciones de vulnerabilidad, y su uso en la estimación del riesgo urbano, introduciendo el concepto de vulnerabilidad genérica urbana ante desastres, el cual plantea una mirada sobre la vulnerabilidad de las ciudades, desde lo intrínsecamente urbano, en contraposición con la postura tradicional de sesgo fisicalista, definiendo también su carácter genérico (que va un poco en contraposición con el enfoque de multiamenazas).

Para ello, ha sido necesario el replantear los enfoques interpretativos, paradigmáticos y conceptuales que se emplean actualmente para comprender y evaluar la vulnerabilidad urbana, y por ende, el riesgo en las ciudades. Con ese fin, se analizaron los conceptos de vulnerabilidad, haciendo una revisión de su uso desde la perspectiva fisicalista actual, en contraste con un enfoque más genérico propuesto en este trabajo.

El autor desea aclarar que, aunque nos referiremos a los aspectos de la resiliencia ante desastres en el texto, esta se considera como componente de la vulnerabilidad, siendo este último concepto más amplio, el que será analizado.

1. VULNERABILIDAD URBANA Y DESASTRES

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), las ciudades ocupan el 3% de la superficie terrestre. Sin embargo 3.5 mil millones de personas, la mitad de la población mundial, vive en estos territorios. Para 2050 se espera que la población urbana alcance los 6.5 mil millones de habitantes (PNUD, 2016).

Esta situación tiende a aumentar su gravedad con el paso del tiempo, y el inexorable aumento en la concentración urbana, producto de procesos económicos y de cambio social aparentemente irreversibles, los cuales requieren

de la concentración urbana (Lavell, 1996), aún cuando esta no sea armónica o equilibrada con los procesos de orden natural que ocurren en los territorios donde estas se asientan y se desarrollan. Este hecho denota la importante necesidad de entender el riesgo urbano, como parte de los procesos propios de desarrollo urbano, y no como un fenómeno ajeno a la ciudad o aislado de esta.

En concordancia con lo anterior, el discurso sobre sostenibilidad adelantado por las Naciones Unidas está perfectamente definido en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastre 2015-2030, en donde se propone en su objetivo N° 11, que la resiliencia y la gestión integral del riesgo son requisitos indispensables para el desarrollo sostenible (UNISRD, 2015).

Aunque el riesgo urbano ha sido estudiado previamente por diferentes autores, aun impera el que llamamos *paradigma fisicalista*, o de las ciencias naturales, para la interpretación de los desastres, el cual fue descrito inicialmente por Kenneth Hewitt, en su artículo "The Idea of Calamity in a Technocratic Age" (1983), el cual se refiere al entendimiento del riesgo, desde la perspectiva del conocimiento de las amenazas por parte de investigadores de las ciencias naturales e ingenieros (Geólogos, geofísicos, hidrólogos, meteorólogos, ambientalistas, civiles, forestales, entre otros), siendo estos los primeros investigadores en realizar reflexiones y estudios sobre el tema desde una postura académica orientada hacia la fenomenología de los elementos que amenazan y afectan a las ciudades, y que generan los desastres.

Ya a mediados del siglo 20 el enfoque de las ciencias sociales había propuesto una teoría social sobre la vulnerabilidad y los desastres en entornos urbanos, como respuesta a paradigma impuesto por las ciencias naturales y aplicadas (Quarentelli, 1988). Sin embargo, tanto el enfoque de las ciencias sociales, e incluso los modelos holísticos de concepción del riesgo y la vulnerabilidad más modernos (Véase Wilchez Chau, 1993; o Cardona 2010), ofrecen visiones fragmentadas sobre la vulnerabilidad, e incluso muy abstractas, haciendo difícil establecer una imagen vulnerable coherente con lo urbano, pero que sea útil en términos de análisis de riesgos.

1.1 Vulnerabilidad como palabra y como concepto

La palabra vulnerabilidad deriva del latín *vulnerabilis*. En él se pueden identificar tres morfemas latinos claramente diferenciados: *vulnus*, que significa "herida"; *abilis*, que indica "que puede", y el sufijo *dad* que indica cualidad; por lo tanto, etimológicamente, vulnerabilidad indica la posibilidad de ser herido o lastimado (Meissner, C. et al, 1894)

Sus usos en el latín antiguo se pueden ver en las cartas de Marco Tulio Cicerón para Ático (año 106 a.c.), y en los comentarios de Cayo Julio Cesar sobre las guerras Gálicas (años 58 al 50 a.c.), en las que se denotan expresiones como: *multis et illatis et acceptis vulneribus*: Hacer y recibir mucho daño; *vulneribus confectus*: Debilitado por los daños; *Refricare vulnus, cicatricem obductam*: Abrir viejas heridas.

Incluso, sobre la vulnerabilidad urbana de esos tiempos hay expresiones como: *vulnera imposita provinciae sanare*: para reparar los daños de la provincia; *vulneribus ad civitatem ignes*: La ciudad vulnerable a los incendios; *isolatus urbes magis vulnerari*: Las ciudades aisladas son más vulnerables (Lewis T. Short, C. 1985)

En el año 1847, Friedrich Engel publicó en inglés, traducido del alemán: *The Condition of the Working Class in England*, en donde mencionaba la vulnerabilidad de la clase obrera en Inglaterra, para referirse a condiciones de desventaja y precariedad de los trabajadores industriales, lo cual abrió la puerta para este uso, particularmente en disciplinas de las ciencias sociales y la medicina. Hoy en día, derivado de estas interpretaciones, se habla de grupos vulnerables para referirse a personas de edad avanzada, discapacitados, niños, mujeres, o personas con carencias económicas, afectivas o intelectuales. En derecho, por ejemplo, aquellas personas con menor conocimiento de la ley, pocas posibilidades de acceso a una defensa, y menor acceso a la justicia, son personas con derechos vulnerados.

Ya en tiempos modernos, la Organización de Ayuda para Desastres de las Naciones Unidas (UNDRO), junto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) organizaron una reunión de especialistas y estudiosos del tema, con el fin de unificar criterios y definir términos. En el informe final denominado: *Disasters and Vulnerability Analysis*, define la vulnerabilidad como el grado de pérdida de un elemento dado en riesgo, o conjunto de tales elementos, que resulta de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada y se expresa en una escala de 0 -sin daño-, a 1 -pérdida total- (UNDRO 1980). De este grupo de expertos sale la propuesta de ver el riesgo como una fórmula matemática, la cual ha derivado con el tiempo en la clásica: $R = A \times V$

A finales de la década de los 90, la secretaría de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD), propone los *Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*, con el fin de promover un lenguaje común en esta materia y su uso por profesionales y por el público en general. Allí se define vulnerabilidad como: "Condiciones determinadas por

factores o procesos físicos, sociales, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas”

En Venezuela, la Ley de Gestión de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (2009), define vulnerabilidad como: “condiciones inadecuadas de seguridad que presentan personas, edificaciones, espacios físicos, entre otros, ante una amenaza potencialmente dañina. Asimismo, la Norma COVENIN N° 3661-2004, denominada: Gestión de riesgos, emergencias y desastres, definición de términos (1era. Revisión), define vulnerabilidad como “la susceptibilidad a la pérdida o daño de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica”

El aporte realizado por Gustavo Wilchez Chaux en “La Vulnerabilidad Global”, al proponer múltiples ángulos para la vulnerabilidad (física, económica, social, educativa, política, institucional, ambiental, cultural, y hasta ideológica), es muy significativo e interesante. Partiendo desde la visión fiscalista, pero abarcando temas más allá de ella, deja ver aspectos de la vulnerabilidad que pueden ser mejor explicados desde lo teórico y analítico en las ciencias sociales, pero que presenta serias dificultades interpretativas para un abordaje o intervención lineal o cartesiana, por lo complejo que resulta la fragmentación del término propuesto, e incluso por las implicaciones interpretativas de temas como la cultura, la ideología, la educación, incluso lo “técnico”, y su relación con la vulnerabilidad, generando controversias y un campo fecundo para la discusión.

Para concluir el recorrido conceptual, están los aportes de Omar Darío Cardona, quien ha escrito extensamente sobre el tema del riesgo y la evolución del término. El define la vulnerabilidad como un factor de riesgo interno, que matemáticamente está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza (Cardona 2007).

Otro aporte interesante de Cardona en el término *convolución*, usado en matemáticas para referirse a la concomitancia y mutuo condicionamiento entre variables, en este caso, de la amenaza y la vulnerabilidad. Lo que trata de decir es que no se puede ser vulnerable si no se está amenazado y no existe una condición de amenaza para un elemento, sujeto o sistema si no está expuesto y es vulnerable a la acción potencial que representa dicha amenaza (Cardona 2007).

2. VULNERABILIDAD URBANA ¿GENÉRICA?

Puede decirse que, si el riesgo es el producto entre amenaza y vulnerabilidad (o $R = A \times V$), ambas variables son directamente proporcionales al riesgo, lo cual

significa que, ante cualquier incremento de la vulnerabilidad o de la amenaza, independiente la una de la otra, incide proporcionalmente sobre el riesgo. Si por ejemplo reducimos a cero la amenaza o la vulnerabilidad, el riesgo también se reduce a cero. En este orden de ideas, se ha simplificado el entendimiento sobre los elementos del riesgo, aceptando que la amenaza es el factor externo, el que pertenece al sistema analizado, el “agente agresor” activo de la relación, en contraste con la vulnerabilidad, que es un factor interno de riesgo, y que como la “víctima”, su rol es pasivo.

Lo antes mencionado ha apuntalado la postura en la que, estudiando detalladamente la amenaza para establecer su valor, y entendiendo que este valor incidirá directamente en el valor del riesgo, el estudio de la vulnerabilidad puede, justificadamente, quedar en segundo plano, o bien no ser tan detallado o importante, en términos prácticos. En conclusión, desde la postura fisicalista: **amenaza es igual a riesgo**. Wilchez Chaux lo expone en forma explícita, al proponer su propia fórmula: $\text{Desastre} = \text{Riesgo} \times \text{Vulnerabilidad}$ (Wilchez – Chaux, 1993)

Esta visión particular puede mostrarnos escenarios de riesgo en las ciudades, fáciles de expresar en mapas y gráficas cuantitativas, pero que no necesariamente se corresponden con la realidad. Por ejemplo, en España, el mapa nacional de riesgo de incendios forestales, elaborado por el Colegio Oficial de Técnicos e Ingenieros Forestales, toma como referencia, las estadísticas de incendios de temporadas pasadas, la radiación solar y datos meteorológicos que se toman en diferentes puntos del país (presión atmosférica, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento y temperatura), siendo estos el *input* de los modelos que general el índice de riesgo de incendios. Irónicamente, no se toma en cuenta la vegetación (que en este caso se referiría a lo vulnerable, es decir, lo que ardería), dejando que todo sea establecido desde el fenómeno que “amenaza”.

Otro ejemplo similar es el mapa de riesgo sísmico publicado en sus redes sociales por la Dirección Nacional de Protección Civil, el cual es una interpretación libre del mapa de amenaza sísmica con fines de ingeniería contenido en la norma COVENIN N° 1756:2001. Para establecer las áreas de riesgo del país, toman las áreas de mayor potencial y amenaza sísmica y se les define como zonas de riesgo (territorios), sin tomar en cuenta ciudades o industrias, su naturaleza o ubicación. Así como estos, muchos mapas de riesgo geológico, hidrometeorológico y de riesgo tecnológico presentan la información de esta manera.

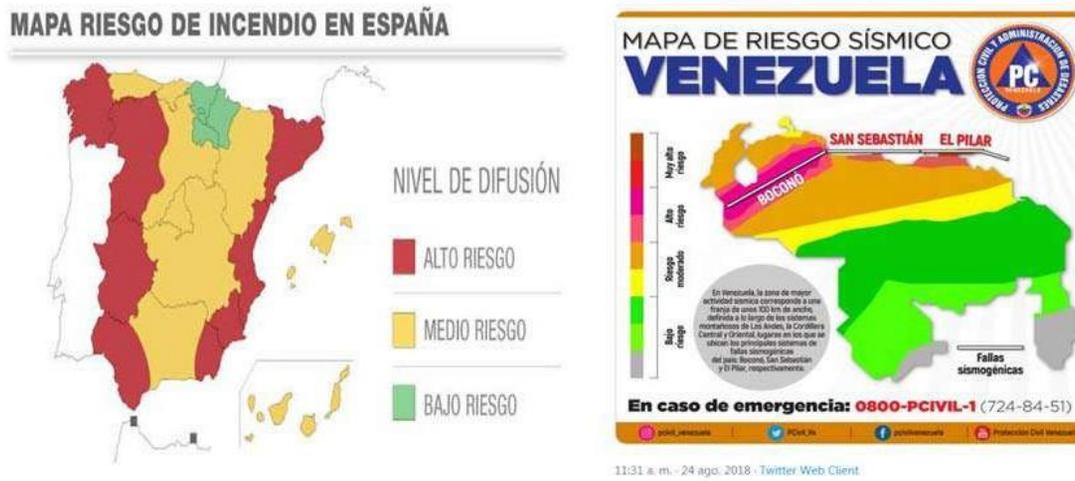


Figura 1, Ejemplos de mapas de riesgo: Mapa de riesgo por incendios forestales de España. Fuente: Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales (2012). Publicado en www.teinteresa.es (Izquierda). Mapa de riesgo sísmico de Venezuela (2018), publicado en sus redes sociales por la Dirección Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres, el 24/08/2018 (Derecha)

Se puede afirmar que hay una tendencia a hablar de la vulnerabilidad, condicionándola específicamente a un contexto “amenazante”. Si no hay amenaza, no hay riesgo, pero ¿seguirá existiendo la vulnerabilidad? Si fuese así, no vale la pena considerarla. Vemos por otro lado que es posible estudiar extensamente una amenaza en su estado puro (un sismo, un huracán, un volcán o un tsunami), sobreentendiendo que el fenómeno tiene el potencial de causar daño, sin importar la vulnerabilidad. Esto permite afirmar que, por las magnitudes de un evento, sin importar la ciudad o su contexto, este se convertirá en un desastre.

De hecho, el riesgo, que se entiende como la interacción entre los elementos de amenaza y vulnerabilidad, ha adoptado la identidad del agente agresor, apropiándose incluso del término, por lo que se habla de riesgo sísmico, riesgo geológico o riesgo tecnológico, siendo lo que define el riesgo el agente causante. En la tabla 1 se muestra la forma como opera esta visión fiscalista en el análisis del riesgo urbano, usando como ejemplos ilustrativos la amenaza por sismos, inundaciones e incendios.

Tabla 1: Análisis del riesgo urbano desde los fenómenos que producen desastres (enfoque fisicalista)

Amenaza específica	Características potencialmente destructoras del fenómeno	Vulnerabilidad (urbana)	Riesgo de desastre se enfoca en
Sismo	(Mag. > 6 Mw), Prof. < 10 km, distancia al centro urbano < 30 km, sobre geología desfavorable	Ciudad que pueda sufrir los efectos de cualquiera de estos fenómenos. (por su cercanía, por la cantidad de infraestructura frágil expuesta, por la cantidad y tipo de población expuesta)	Número de edificaciones destruidas y otros daños
Lluvia	Lluvias muy intensas, por períodos de tiempo cortos e intermitentes (3 días o menos) / Lluvias constantes de baja a moderada intensidad, por períodos de tiempo más largos (semanas, meses)		Cantidad de sectores que puedan ser afectados por las inundaciones
Incendio	Fuentes de ignición, acelerantes, características del combustible, disposición del combustible, posibilidad de explosiones		Cantidad de sectores que favorezcan la propagación e intensidad del fuego
Otros fenómenos	(según el fenómeno)		(depende de la interacción fenómeno-daños en la ciudad)

Fuente: Elaboración propia

La vulnerabilidad es un proceso dinámico, tanto como puede serlo el ritmo de crecimiento urbano, o lo complejo de las relaciones que se dan en diferentes momentos y lugares dentro de la ciudad. Esto hace difícil la comprensión de lo que realmente significa la vulnerabilidad urbana, como por ejemplo, las dificultades para la generación de un mapa que la exprese. Esto podría ser similar a tomar una fotografía de una persona. Como imagen de esa persona tendría validez por un período de tiempo específico, y luego de ese tiempo, podría ser utilizada solo como referencia.

Además, el análisis de lo que es *vulnerable* en una ciudad exige también una revisión sobre lo que entendemos como vulnerabilidad, entendiendo esta como una condición que evoluciona constantemente. Dicho proceso es mencionado por Acselrad como *vulnerabilización*, entendida como los procesos que hacen a los sujetos vulnerables, y no en la condición de vulnerabilidad de dichos sujetos (Acselrad, 2016). Visto así, los análisis se vuelven hacia los mecanismos que hacen a los sujetos vulnerables, y no sobre establecer o medir su condición de vulnerabilidad.

Otro aspecto importante de la vulnerabilidad, es que esta es impulsada en muchos casos por fuerzas de la cotidianidad, las cuales van de la mano con el desarrollo mismo de las ciudades, y por ende, pudieran pasar desapercibidas por quien analiza el riesgo urbano, sin considerar en dicho análisis las características intrínsecas de la ciudad.

Por ejemplo, una ciudad cuyo crecimiento es desordenado, es una ciudad que está incorporando y asimilando en su desarrollo “natural”, desajustes o disfuncionalidades producto de las presiones que le impulsan a crecer de esa manera. Decimos entonces entre otras cosas, que dicho patrón de crecimiento la hace “vulnerable” a crisis que pueden convertirse en desastres, porque lo contrastamos con otra noción de crecimiento el cual decimos que es “ordenado”, y que es menos susceptible a las crisis. ¿Mucha gente implica mayores niveles de vulnerabilidad, que poca gente? ¿Son en realidad todas las mujeres más vulnerables a los desastres, solo por ser mujeres? Aspectos como los mencionados aun son tema de debate sobre lo que potencia o atenúa la vulnerabilidad en las ciudades.

Entonces, una perspectiva del riesgo urbano, desde lo urbano, debe partir desde lo que concebimos como “lo urbano”, y desde allí, hacia los factores detonantes de posibles escenarios de desastre. En la tabla 2 muestra la estructura para un enfoque distinto, tomando como referencia para el análisis de la vulnerabilidad, el sujeto vulnerable, en nuestro caso, la ciudad.

Tabla 2: Análisis del riesgo urbano, desde lo urbano (desde lo vulnerable)

Lo vulnerable	Aspectos intrínsecos de la ciudad (vulnerable)	Riesgo de desastre se enfoca en	En caso de:
La ciudad como ente dinámico, en constante evolución, en el que ocurren complejas interacciones entre personas, infraestructura y naturaleza, en un espacio geográfico y temporal determinado	Cuya dinámica es... Cuyo desarrollo es... Cuya distribución es... Cuya importancia es... Cuyo crecimiento es... Cuyas comunicaciones son... Cuyas personas son... Cuya economía es... Cuya educación es... Cuyas creencias son... Cuyas costumbres son... Cuyas instituciones son... Cuyas industrias y comercios son... Cuya evolución histórica es... Cuyos servicios públicos son... Cuyas edificaciones e infraestructura son... Cuyo equilibrio ambiental es... Cuyos problemas actuales son... Cuyas fortalezas son...	-Capacidad de anticipar la ocurrencia del fenómeno	Sismos
		-Capacidad de resistencia y absorción del impacto de los fenómenos sobre los diferentes contextos urbanos	Inundaciones
		-Capacidad de manejo y autogestión de las crisis	Incendios
		-Capacidad de autorecuperación de los impactos negativos en los diferentes contextos urbanos	Otros fenómenos

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en ambas tablas, que los aspectos de amenaza son variados y muy particulares, cada uno con su complejidad y dinámica distintas. Bajo esta óptica, ha surgido la concepción de amenazas múltiples, o *multiamenazas* para el abordaje del riesgo urbano, siendo un intento de unir y hacer interactuar varias amenazas en un contexto urbano para generar escenarios de desastre.

Por otro lado, si observamos la vulnerabilidad urbana, vemos que esta, aunque compleja, tiene facetas propias de su naturaleza intrínseca, que bien describen su vulnerabilidad, la cual puede ser estimada para cualquier ciudad, y hacerla interactuar con cualquier tipo de amenaza. En contraste con una visión segmentada de las amenazas múltiples, esta visión integrada de la vulnerabilidad es la que denominamos **genérica**, diferenciándose así de lo específico, fraccionado e individualizado del enfoque *multiamenazas*, pero que puede referirse genéricamente a todas las ciudades, entendiendo las particularidades que hace de cada ciudad única y distinta.

3. CONCLUSIONES

Tal parece que con el tiempo, los teóricos del riesgo, especialmente desde las ciencias exactas, han encontrado las piezas para armar el rompecabezas de la vulnerabilidad, tarea aparentemente fácil de realizar desde una perspectiva fragmentada del problema.

El problema es que, aunque admitamos que puedan tener todas las piezas de ese rompecabezas, nadie ha logrado armarlo, no se sabe cómo funciona, y mucho menos se puede establecer qué forma puede llegar a tener. En contraste con lo anterior, esta es una tarea difícil, porque requeriría una verdadera visión integral sobre lo que pudiera ser el conjunto de la vulnerabilidad, o peor aún: requiere el ejercicio de ver la vulnerabilidad desde la perspectiva del sistema o sujeto vulnerable. En nuestro caso, insistir en la idea de ver el problema de la vulnerabilidad urbana, desde lo urbano, incluso si esta mirada exige revisar y cuestionar el origen fisicalista de la visión del riesgo: Riesgo no es amenaza por vulnerabilidad, tal vez este no pueda ser expresado con una fórmula matemática.

Desde la perspectiva de la vulnerabilidad genérica urbana, es posible comenzar a acercarnos a un entendimiento genuinamente más *real* del riesgo en las ciudades, llenando el espacio vacío o sobreentendido de la vulnerabilidad en los análisis de riesgo urbano actuales, los cuales se reducen sesgadamente a números, que frecuentemente tienen que ver con demografía, ocupación de espacios, género o el grado de percepción o conocimiento sobre el riesgo.

Finalmente, un enfoque mucho más preciso de la visión vulnerable intrínseca de las ciudades, requiere de una investigación más exhaustiva, permitiendo en un futuro, sentar las bases para la generación de un modelo de estimación de la vulnerabilidad genérica urbana, desde lo teórico, y hacia lo instrumental, para

estimar con mayor precisión y realismo, el riesgo de desastres en entornos urbanos, y poder generar políticas públicas efectivas para su reducción.

4. AGRADECIMIENTOS

El Autor desea agradecer al Arq. José Fra Rey y al Dr. Julien Rebottier, por inspirar con sus trabajos las ideas iniciales en torno al concepto de vulnerabilidad genérica urbana. También agradezco a la Dra. Alejandra Leal y a la Lic. María Maldonado, por sus aportes y contribución para la realización del presente trabajo.

5. REFERENCIAS

Hewitt, K. (1982). *The idea of calamity in a technocratic age*. Extraído el 22 de febrero de 2019 de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/247898000_The_idea_of_calamity_in_a_technocratic_age

Meissner, C. et al (1894) *Latin Phrase-Book* 1.(8th edition) Macmillan and Co.London.

Lewis T. Short, C. (1985) *A Latin Dictionary*. Perseus Digital Library, Tufts University. Extraído el 22 de febrero de 2019 de: <http://www.perseus.tufts.edu/hopper/text?doc=Perseus:text:1999.04.0059:entry=vulinus>

Engel, F. (1887) *The Condition of the Working Class in England (English edition)*. New York. (Disponible electrónicamente en: <https://www.marxists.org/archive/marx/works/download/pdf/condition-working-class-england.pdf>)

Lavell, A. (1996). *Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación*, en Ciudades en Riesgo, M. A. Fernández (Ed.), La RED, USAID.

EIRD (2004). *Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Extraído el 1 de junio de 2019 de: <https://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>

Wilchez – Chau, G: *Capítulo II: La vulnerabilidad Global*. En Maskrey A. (1993) Los Desastres no son Naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

UNISDR (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. ICLUX ES 1era edición. Ginebra, Suiza. (Disponible electrónicamente en: https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)

Quarantelli, E. (1988) *Disaster Studies: An Analysis of the Social Historical Factor Affecting the Development of Research in the Area*. International Journal of Mass Emergencies, Vol. 5, pp. 285-310.

Cardona, O. (2007). *Teoría del riesgo de desastres. Capítulo 1, conceptos fundamentales*. Extraído el 3 de Abril de 2019 de <http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/maestria-grd/documentos/GPR/Teoria-del-Riesgo-y-Desastres.Capitulo-1-Conceptos-fundamentales.pdf>

Acsegrad, H.(2006) *Vulnerabilidade Ambiental, processos e relações. Comunicação ao. II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE*; Rio de Janeiro. Extraído el 22 de febrero de 2019 de: <http://www.justicaambiental.org.br/projetos/clientes/noar/noar/UserFiles/17/File/VulnerabilidadeAmbProcRelAcsegrad.pdf>

UNDRO (1980): *Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Experts Group Meeting*. Geneva. (Disponible electrónicamente en: <http://www.ilankelman.org/miscellany/UNDRO1980.pdf>)

APÉNDICES

RESISTENCIA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA EN EL MARCO DE LA
NORMATIVA SISMORRESISTENTE

Angelo Marinilli – IMME FIUCV

Contenido

- Introducción
- Objetivo
- Mampostería confinada
- Resistencia para cargas en el plano
- Resistencia para cargas perpendiculares al plano
- Conclusiones

Introducción

- La **mampostería confinada** es empleada para la construcción de viviendas y otros tipos de edificaciones.



- Desarrollo de la **norma venezolana para mampostería estructural**.
- Actualización de la **norma venezolana para construcciones sismorresistentes**, incorporando la mampostería estructural.



- Describir **comportamiento y fundamentos para diseño**

sísmico.



Objetivo

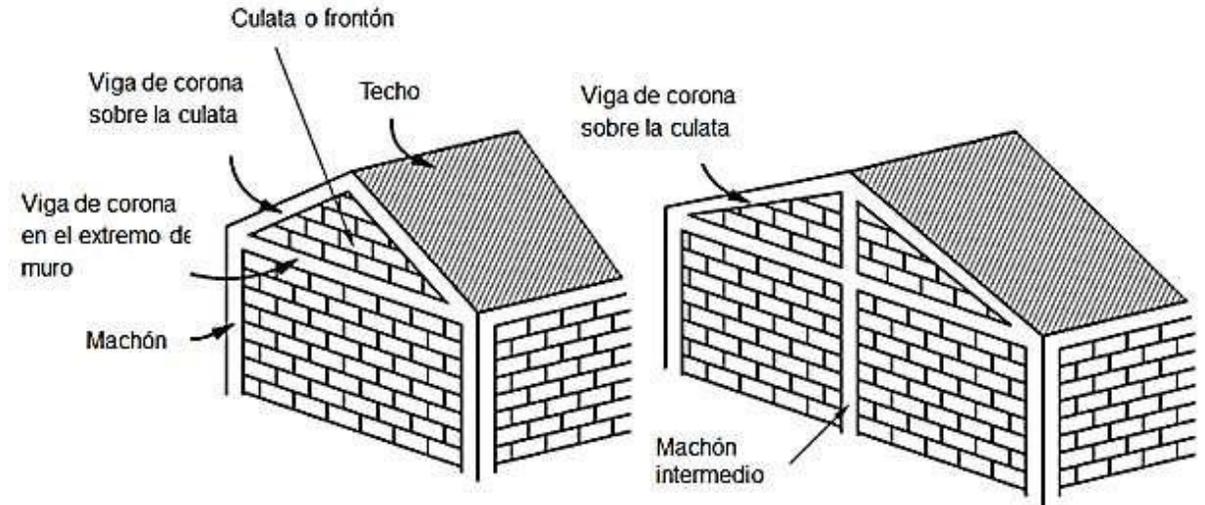
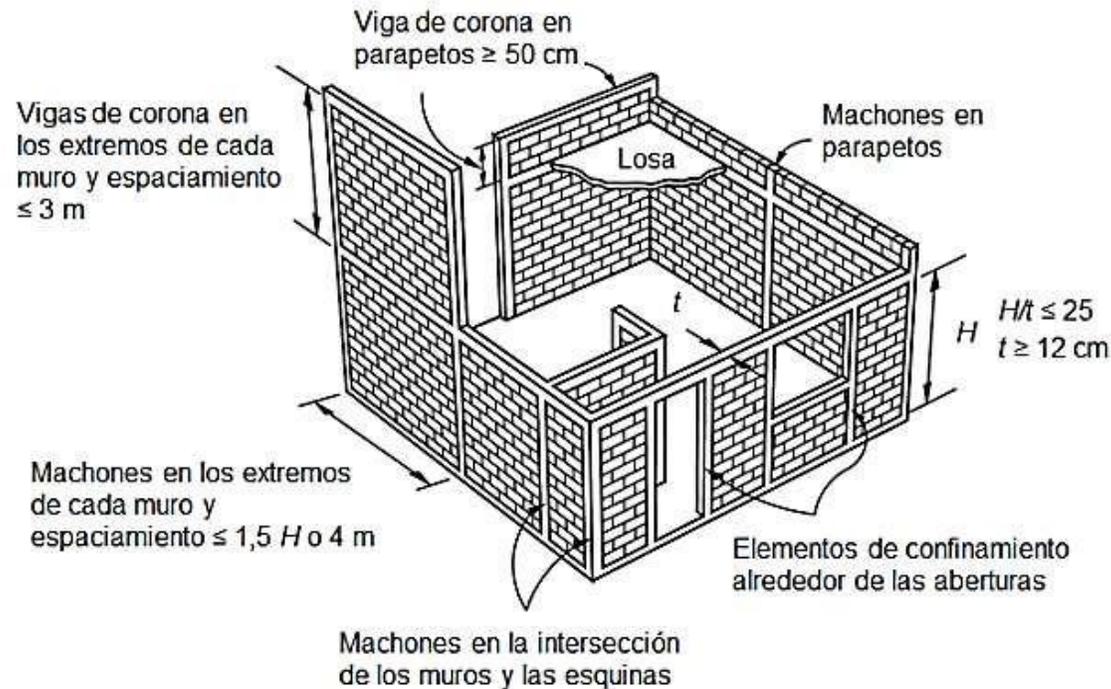
- Presentar los fundamentos para calcular la resistencia de los muros portantes de edificaciones de mampostería confinada, en el marco de las normas venezolanas para mampostería estructural y construcciones sismorresistentes.



- Contribuir a la construcción de viviendas seguras desde el punto de vista estructural y sismorresistente.

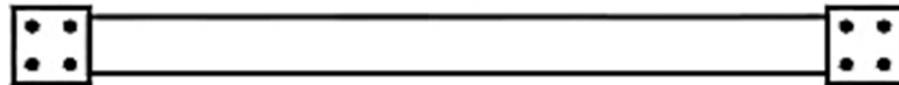
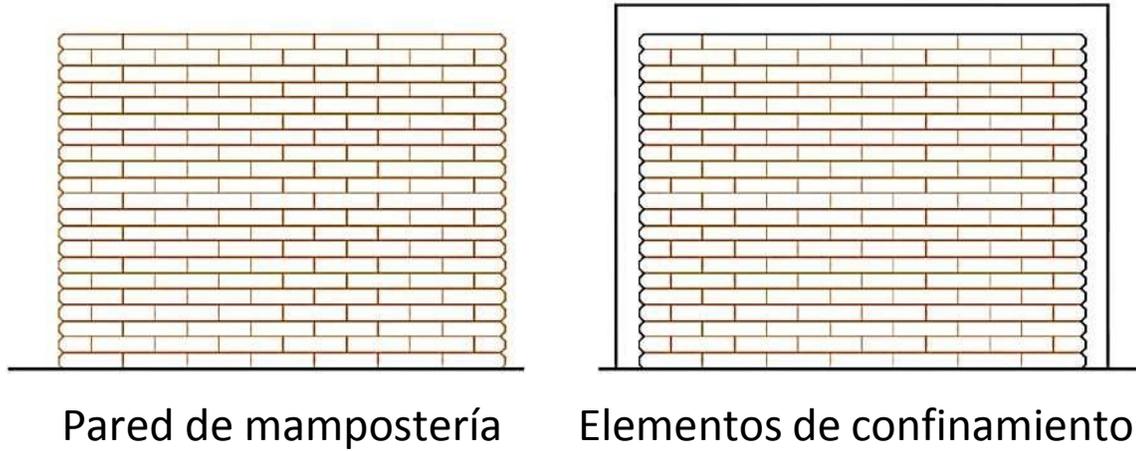
Mampostería Confinada

- Características y requisitos de confinamiento



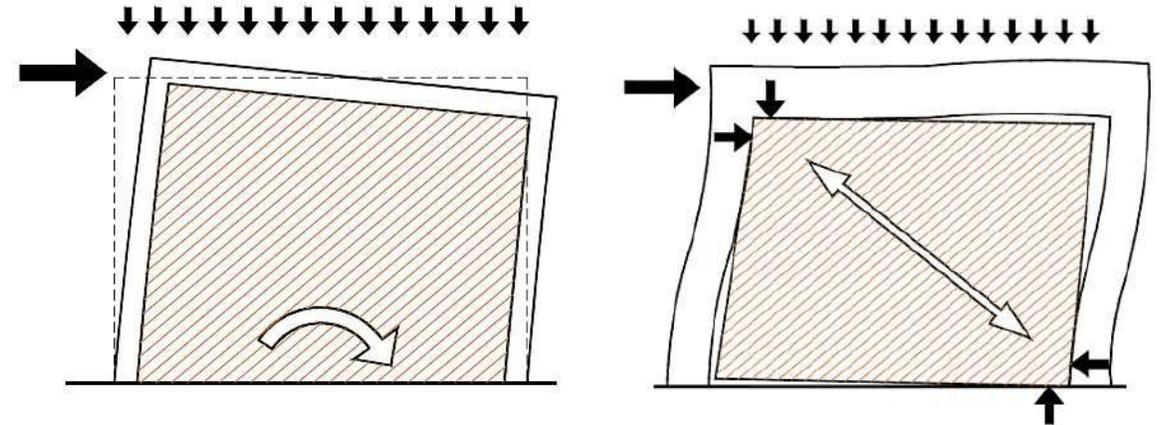
Mampostería Confinada

- Proceso constructivo



Sección transversal

- Comportamiento sísmico

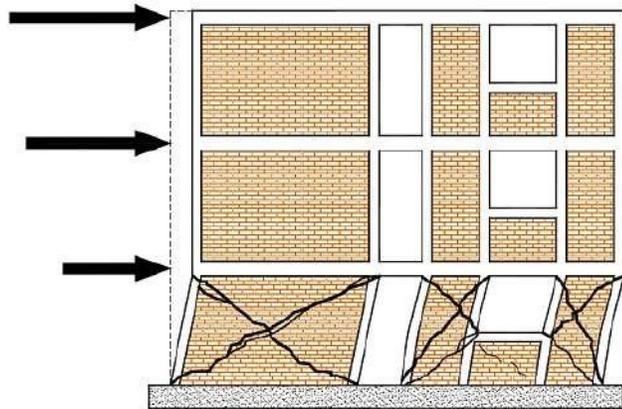


Mampostería confinada

Pórtico relleno

Resistencia a cargas en el plano

- Comportamiento sísmico

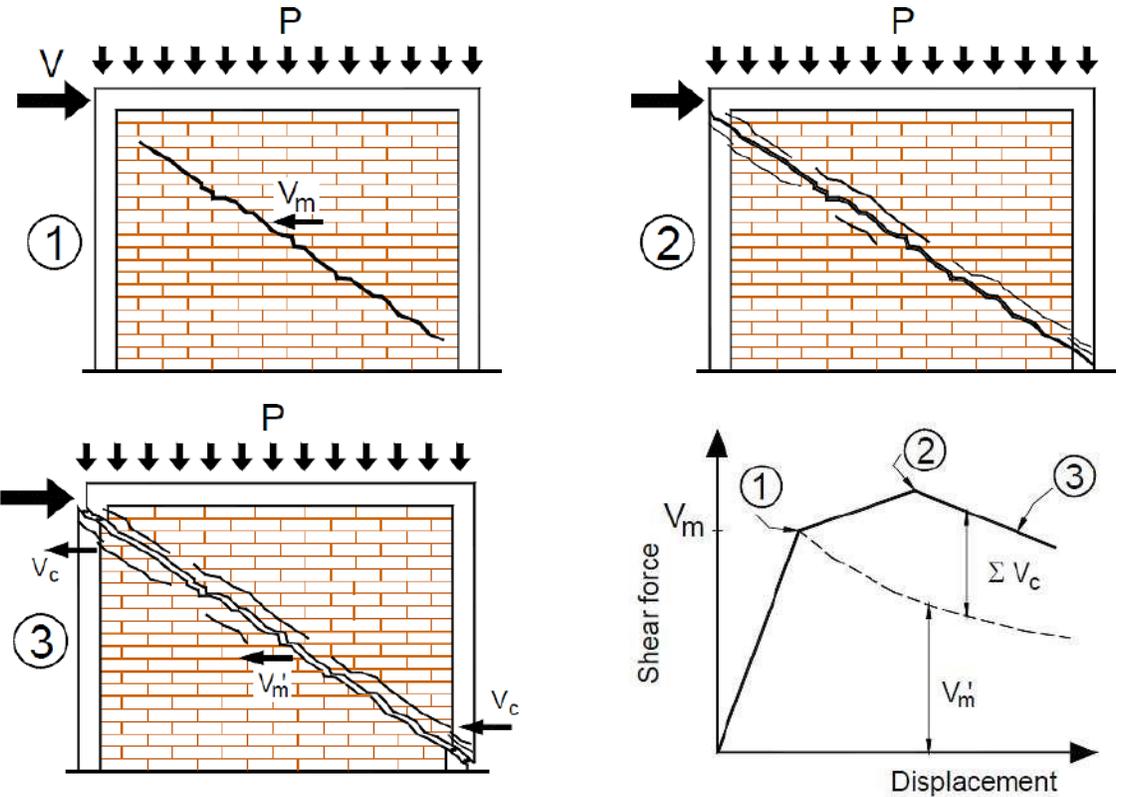


Daño esperado

Edificio dañado



- Desarrollo resistencia a corte



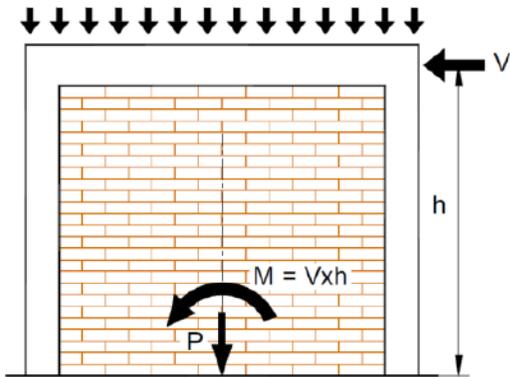
Resistencia para cargas en el plano

- Resistencia a corte

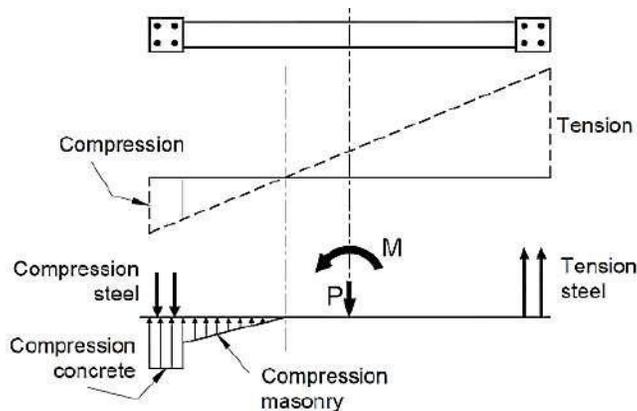
NORMA	FÓRMULA RESISTENCIA A CORTE	OBSERVACIONES
Propuesta de norma venezolana	$V_m = 0,5 v'_m A_T + 0,3 P$	---
Norma chilena (NCh2123.Of1997, 2003)	$V_{m(adm.)} = 0,23 v'_m A_T + 0,12 P$	Para diseño por tensiones admisibles.
	$V_m = 0,58 v'_m A_T + 0,3 P$	Para diseño a rotura, suponiendo un factor de seguridad igual a 2,5.
Norma colombiana (NSR-10, 2010)	$V_m = [(0,27)(f'_m)^{1/2} + P_u / (3 A_e)] A_{vm}$	---
	$V_m = 0,14 v'_m A_T + 0,40 P$	Suponiendo $A_{vm} = A_e = 0,4 A_T$, $v'_m = 0,8 (f'_m)^{1/2}$ y $P_u = 1,2 P$.
Norma peruana (Norma Técnica E.070, 2006)	$V_m = 0,5 v'_m \alpha A_T + 0,23 P$	Para unidades de concreto y arcilla.
Norma mexicana (NTCM, 2004)	$V_m = 0,5 v'_m A_T + 0,3 P$	---

Resistencia para cargas en el plano

Resistencia a flexión y carga axial

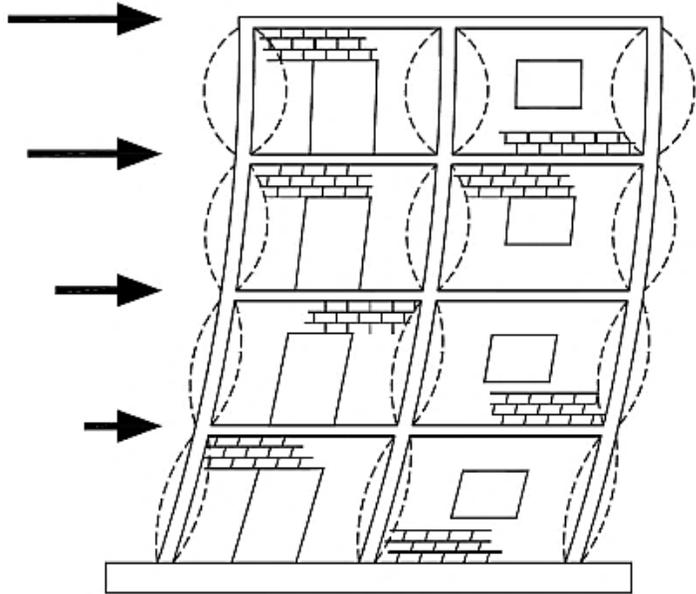


NORMA	FÓRMULA	OBSERVACIONES
Propuesta de norma venezolana	$P_0 = F_E (f'_m A_T + \Sigma A_s f_y)$	Resistencia a compresión.
Propuesta de norma venezolana	$M_0 = A_s f_y d'$	Método alternativo: resistencia a flexión pura.
Propuesta de norma venezolana	$M_R = M_0 + 0,3 P_U d$	Método alternativo: resistencia a flexión para $0 \leq P_U \leq P_0/3$.
Propuesta de norma venezolana	$M_R = (1,5 M_0 + 0,15 P_0 d)(1 - P_U/P_0)$	Método alternativo: resistencia a flexión para $P_U > P_0/3$.



Resistencia para cargas perpendiculares al plano

- Comportamiento sísmico

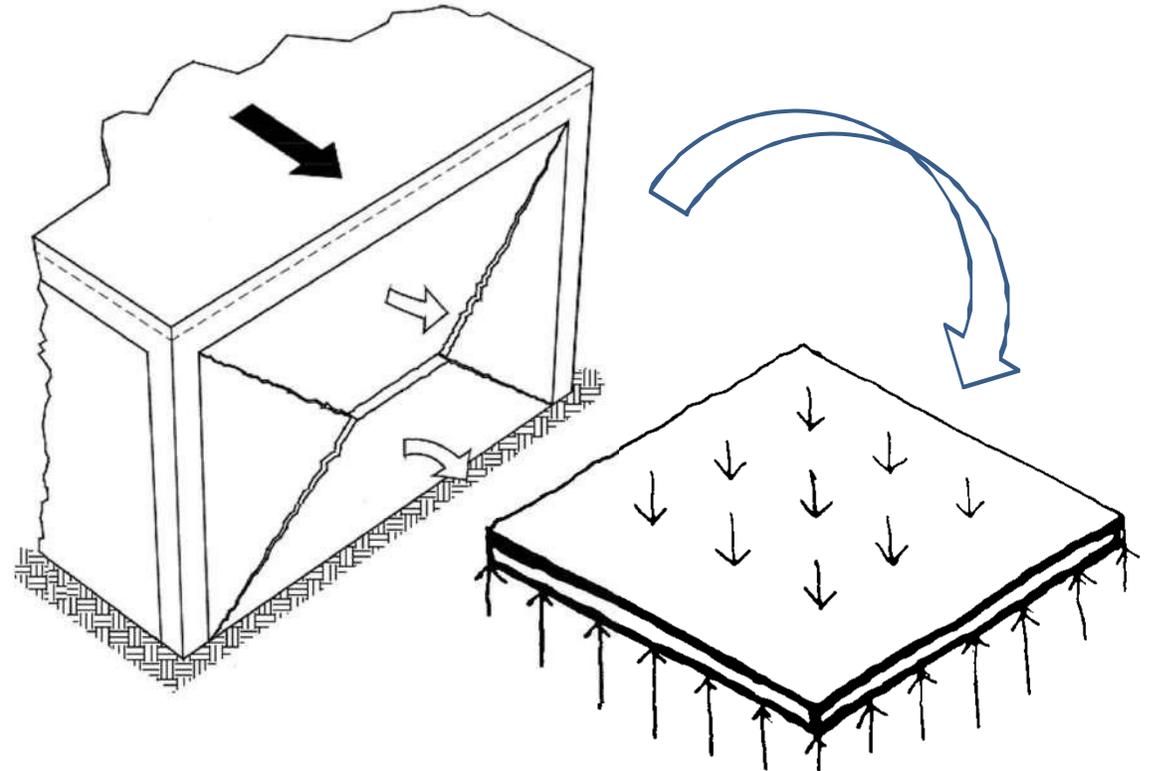


Solicitaciones



Muro dañado

- Cálculo de la resistencia



Conclusiones

- Se presentaron los fundamentos para calcular la resistencia de los muros portantes de edificaciones de mampostería confinada, para cargas en su plano y perpendiculares a su plano, en el marco de la normativa sismorresistente venezolana.
- Este trabajo es un aporte concreto de la Academia para racionalizar el uso de la mampostería estructural en Venezuela, contribuyendo con la construcción de viviendas seguras desde el punto de vista estructural y sismorresistente.

Agradecimientos

- Se agradece el apoyo recibido por el **IMME de la FIUCV** para el desarrollo de este trabajo.
- Al **Comité Organizador de las XXXVII Jornadas de Investigación IDEC** por permitir la divulgación de los resultados.
- Al **público asistente** por su gentil atención.

RESISTENCIA DE MUROS DE MAMPOSTERÍA
CONFINADA EN EL MARCO DE LA
NORMATIVA SISMORRESISTENTE

Angelo Marinilli – IMME FIUCV

Medición del efecto descontaminante de la adición de dióxido de titanio en revestimientos de exteriores de edificaciones

Rosa Goncalves e Idalberto Águila

El medio ambiente necesita un delicado equilibrio entre los gases que lo componen para proveer las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida en el planeta.

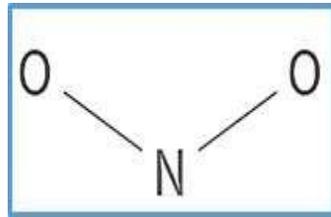


Dióxido de Nitrogeno



- Aspecto: color marrón – amarillento.
- Se forma como sub-producto en los procesos de combustión a altas temperaturas (vehículos y plantas eléctricas).
- Es precursor básico de la neblina o smog fotoquímico.

- Villela (2007), expresa, "... La fachada de un edificio esta expuesta a algunas de las más duras condiciones de deterioro al estar en la intemperie"



¿Cómo se elimina del ambiente?

¿Cómo se puede medir el efecto descontaminante?

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Ibarlucía (2016), resume los métodos de medición, de la siguiente manera:

Bio – indicadores	<ul style="list-style-type: none">• Implica el uso de plantas para monitorear el aire. Se utiliza la superficie de las mismas como receptoras del contaminante. La planta es un muestreador	<ul style="list-style-type: none">• Baratos.• Útiles para identificar efectos de las sustancias.	<ul style="list-style-type: none">• Requieren análisis de laboratorios.• Problemas de estandarización de sus metodologías.
----------------------	---	---	---

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Ibarlucía (2016), resume los métodos de medición, de la siguiente manera:

<p>Bio – indicadores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implica el uso de plantas para monitorear el aire. Se utiliza la superficie de las mismas como receptoras del contaminante. La planta es un muestreador 	<ul style="list-style-type: none"> • Baratos. • Útiles para identificar efectos de las sustancias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requieren análisis de laboratorios. • Problemas de estandarización de sus metodologías.
<p>Óptica de Percepción remota</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en técnicas espectroscópicas. • Transmiten un haz de luz de cierta longitud de onda a la atmósfera y miden la energía absorbida. • Permiten medidas en tiempo real e integrado en multicomponentes a lo largo de una trayectoria específica de la atmósfera (mayor a 100m). • Los equipos utilizados se conocen como sensores remotos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores en tiempo real y de alta resolución. • Mediciones de fuentes específicas de multicomponentes y para mediciones verticales en la atmósfera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de adquisición muy alto. • Requieren personal capacitado para su operación y calibración.

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Ibarlucía (2016), resume los métodos de medición, de la siguiente manera:

Método	Principio de funcionamiento	Ventajas	Desventajas
Pasivo	<ul style="list-style-type: none"> • Colecta un contaminante específico de su absorción de un sustrato químico seleccionado. • Los equipos de muestreo no tienen bombeo. El aire ingresa al dispositivo por difusión molecular. • Períodos de muestra de una hora, meses o inclusive un año. • Los muestreadores pasivos pueden ser en forma de disco o tubo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidad en la operación y bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No desarrollado para todos los contaminantes. • Proporcionan valores promedios con resoluciones típicas semanales o mensuales. • Requieren de análisis de laboratorio. • Sirven de valor referencial.

Método escogido:

Método de Medición



Pasivo

Método escogido:

Método de Medición



Pasivo



Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Para el análisis de las muestras obtenidas, la misma autora nos presenta distintos métodos de análisis:

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Para el análisis de las muestras obtenidas, la misma autora nos presenta distintos métodos de análisis:

Métodos	Descripción
Volumétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none">• La cantidad del contaminante detectado se deduce del volumen de la solución que se ha consumido en una reacción.• Cuantifican muestras en solución mediante valoración de las mismas con técnicas como la titulación.

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Para el análisis de las muestras obtenidas, la misma autora nos presenta distintos métodos de análisis:

Métodos	Descripción
Volumétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none">• La cantidad del contaminante detectado se deduce del volumen de la solución que se ha consumido en una reacción.• Cuantifican muestras en solución mediante valoración de las mismas con técnicas como la titulación.
Gravimétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none">• La determinación se lleva a cabo por una diferencia pesos, donde se determina la masa pesando el filtro, a temperatura y humedad relativa controladas, antes y después del muestreo.

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Para el análisis de las muestras obtenidas, la misma autora nos presenta distintos métodos de análisis:

Métodos	Descripción
Volumétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none"> • La cantidad del contaminante detectado se deduce del volumen de la solución que se ha consumido en una reacción. • Cuantifican muestras en solución mediante valoración de las mismas con técnicas como la titulación.
Gravimétricos (para partículas)	<ul style="list-style-type: none"> • La determinación se lleva a cabo por una diferencia pesos, donde se determina la masa pesando el filtro, a temperatura y humedad relativa controladas, antes y después del muestreo.
Cromatografía	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo utilizado es el cromatógrafo. Hay varios tipos: gaseosa, líquida y sólida dependiendo del estado de la fase estacionaria y la fase móvil. Tiene el sistema de inyección (donde se inyecta la muestra), la columna cromatográfica (donde se encuentran la fase móvil y la estacionaria), un sistema de detección y uno de registro. • Detecta una gran cantidad de gases (NOx).

Métodos de medición y análisis de calidad del aire

Métodos	Descripción
Espectrofometría	<ul style="list-style-type: none">• Es la medida de la cantidad de energía radiante absorbida por las moléculas a longitudes de onda específicas. Cada compuesto tiene un patrón de absorción diferente, que da origen a un espectro de identificación.• Incluyen al método colorimétrico. Se le agrega un compuesto a la muestra, que reacciona con el contaminante y da un color más o menos intenso. Se determina la concentración de la muestra desconocida midiendo la intensidad de la luz que se transmite a través de ella. Esta intensidad se compara con una curva patrón de intensidades de luz a igual longitud de onda que se transmiten a través de soluciones de concentración conocidas.• Consiste en una gráfica de la absorción vs longitud de onda y se presenta en márgenes que abarcan longitudes de onda desde la ultravioleta a la infrarroja.• Se utilizan espectrofotómetros como instrumento de medida.

Métodos escogidos:

Método de Análisis



Espectrofotometría
Colorimétrico

Siguiendo la metodología indicada por Griess - Saltzman [ASTM D-1607,
ISO 6768, 2005]



Reactivos utilizados

Solución Patron NaNO_2

Trietanolamina (Absorbente)

Agua Oxigenada al 30%

Sulfanilamida (Colorante)

N-(1-Naftil) etilendiamina

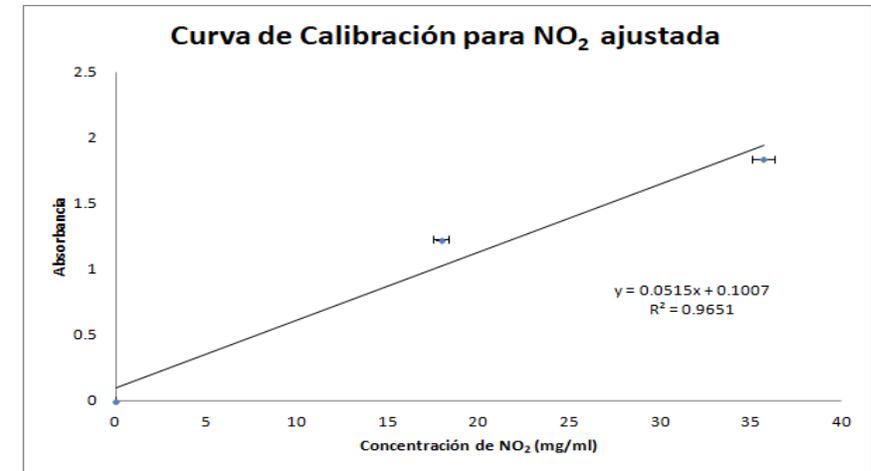
Agua Destilada

Métodos escogidos:

Método de Análisis



Espectrofotometría
ó
Colorimétrico

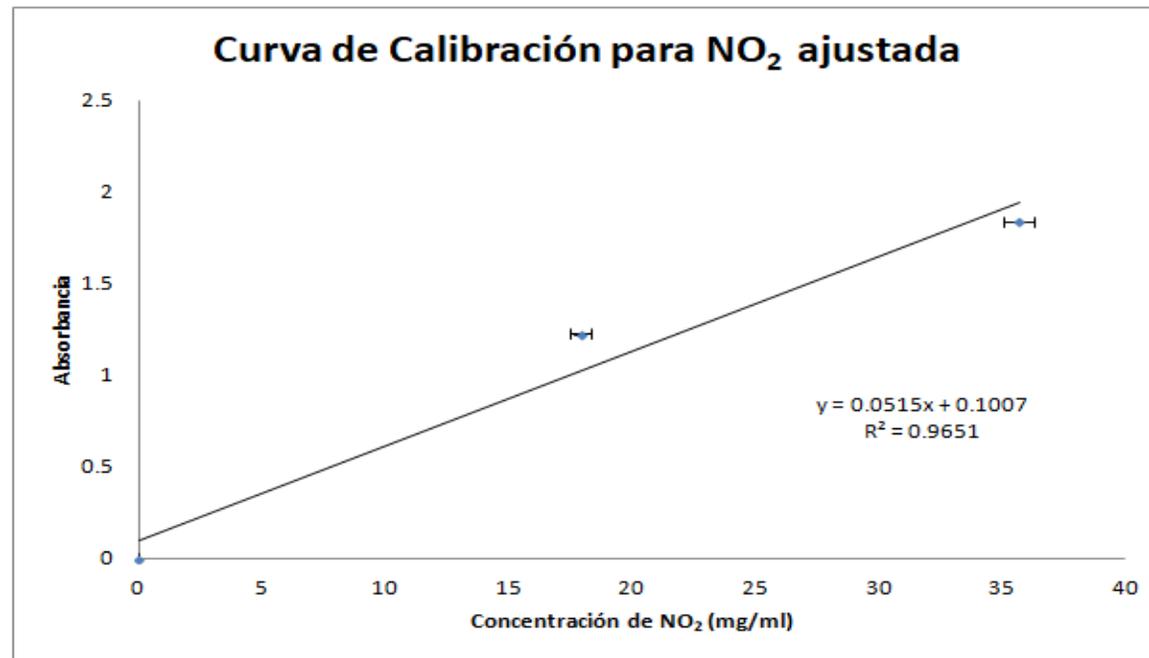
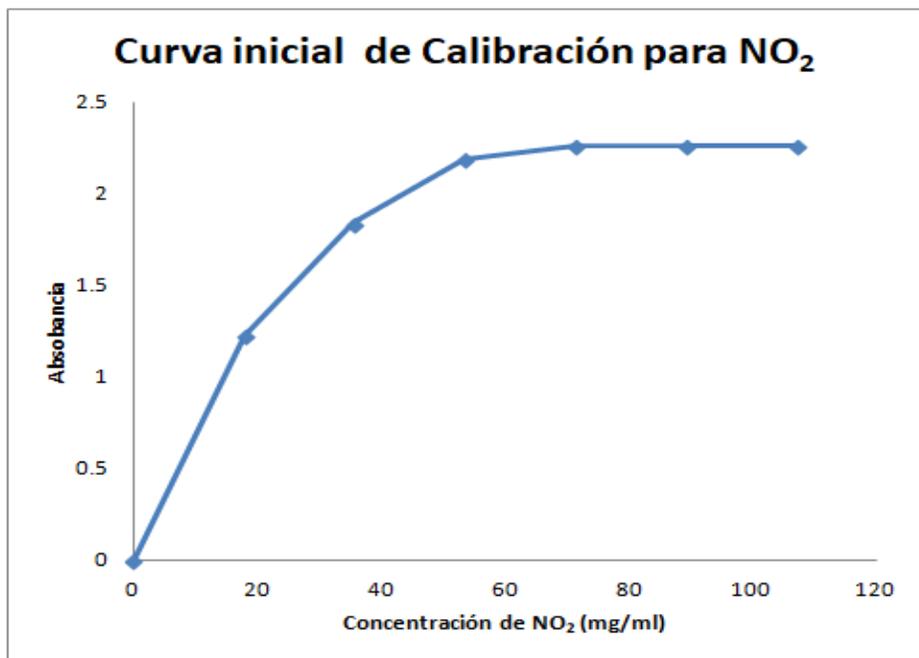


El valor resultante de longitud de onda máxima fue de 542 nm

Ley de Lambert - Beer

Relación entre la absorción de la luz con las propiedades del material atravesado

Punto	C (mg/ml)	C corregida (mg/ml)	ΔCc	Vc (ml)	Abs	D Abs
P0	0	0	0	0	0	0
P1	25	17.90	0.4	1.25	1.225	0.001
P2	50	35.70	0.6	2.50	1.839	0.001
P3	75	53.60	0.8	3.75	2.187	0.001
P4	100	71.5	0.0	5.00	2.258	0.001
P5	125	89.3	0.0	6.25	2.258	0.001
P6	150	107.25	0.0	7.50	2.258	0.001





Probeta	% de adición de TiO ₂	Tiempo de Exposición al sol
0	0	0, 1, 3 y 7 días
1	5	
2	7.5	
3	10	

Conclusiones

- Se utiliza el TiO_2 como material descontaminante fotocatalítico, pero la corroboración de estas propiedades en las condiciones socio- económicas actuales del país no es sencilla, se utilizan métodos más complejos dada la falta de personal, equipo y reactivos necesarios.
- Se escoge el método de muestreo pasivo, por no necesitar medios mecánicos ni eléctricos, lo que simplifica el proceso.
- Se escoge el método Colorimétrico y las reacciones del método Griess – Saltzman, ya que al seguir su procedimiento se halla una curva muy similar a la del NO_2 y se corrobora el efecto descontaminante del TiO_2 .

Conclusiones

- El valor resultante de longitud de onda máxima fue de 542 nm y se obtiene una curva de calibración con un barrido general de concentraciones, para luego afinarse en un rango en donde se cumple la linealidad de la Ley de Lambert – Beer.
- Ajustando la curva a los valores necesarios para la próxima fase de experimentación, se pueden hallar las concentraciones reales de NO₂ en las cámaras de experimentación.

Bibliografía

- ASTM D-1607. Standar test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere Griess-Saltzman reaction.
- Baird, C y Cann, M (2010). *Environmental Chemistry*. New York: W.H Freeman and Company.
- Geoenciclopedia. *Capas de la atmósfera*. Extraído el 1 de Marzo de 2019 de www.geoenciclopedia.com/capas-de-la-atmosfera.
- Goncalves, R y Águila I (2018). Caracterización de polvo de dióxido de titanio para su utilización en la elaboración de revestimiento con propiedades autolimpiantes y descontaminantes. En memorias de la Trienal de Investigación FAU 2018 (pp. DT – 05: 71-85)
- Harrison, R (2006). *An Introduction to Pollution Science*. RSC Publising. Cambridge-UK 267-289
- Ibarlucia, D (2016). *Determinación de NO2 (Dióxido de Nitrógeno) atmosférico en la ciudad de Tandil mediante muestreadores pasivos y una técnica espectrofotométrica* (Trabajo final). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- ISO 6768, 2005. Ambient air. Determination of mass concentration of nitrogen dioxide. Modified Griess-Saltzman method.
- Manrique A y Ossa D (2010). *Validación de los métodos espectrofotométricos para la determinación de los Sox y NOx en muestras de aire* (Tesis de Grado). Universidad Tecnológica de Pereira.
- Palmes E y Gunnison, A (1976). *Personal samplers for nitrogen dioxide*. American Industrial Hygiene Association Journal. Iowa: 37 -38.

Gracias por su atención

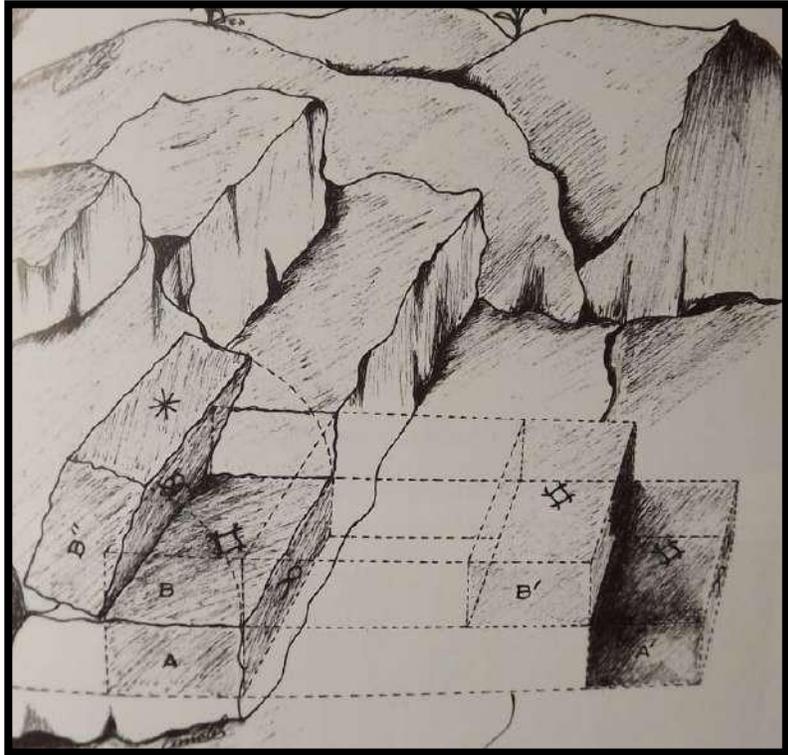


**LA ESTEREOTOMÍA EN LAS CONSTRUCCIONES VENEZOLANAS,
un caso representativo: la arquitectura figurativa de
San Juan de los Morros.**

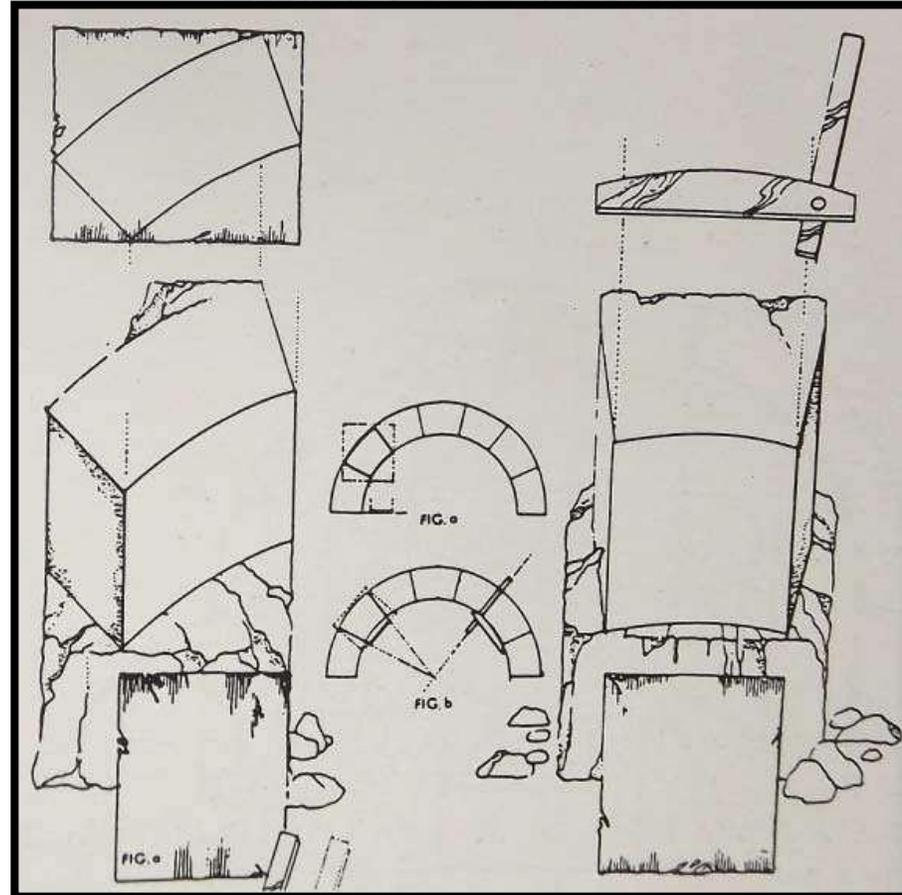
AUTOR: José Miguel Funes

CANTERÍA

EXTRACCIÓN EN CANTERA

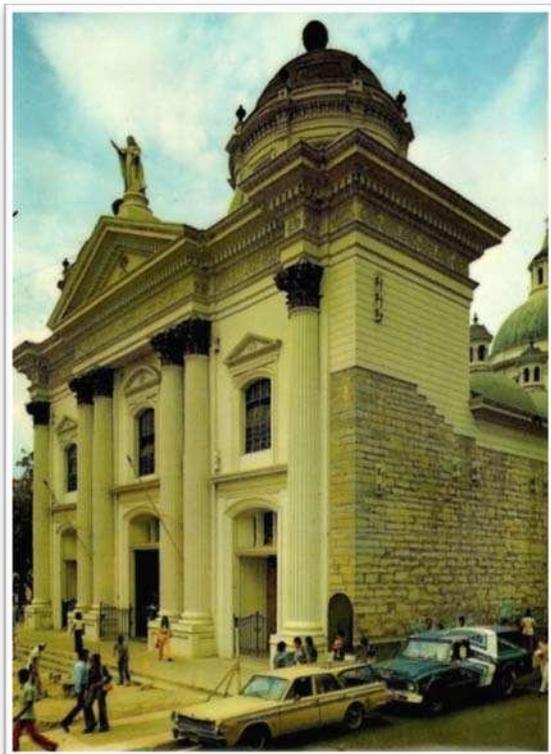


LABRADO DE LA PIEDRA

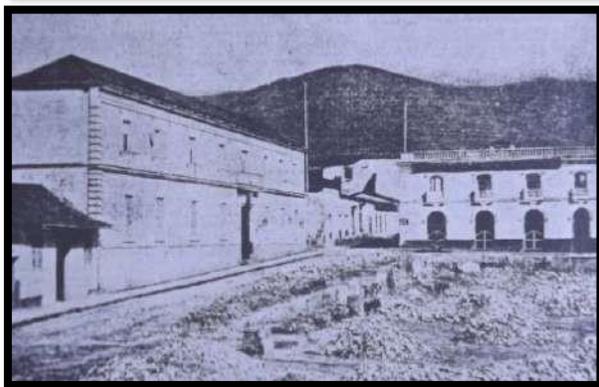
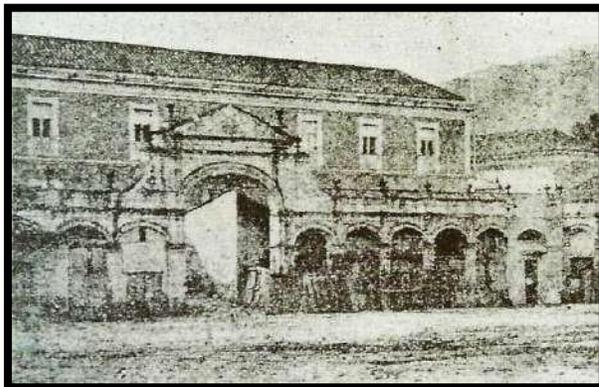


OBRAS DE CANTERÍA EN VENEZUELA

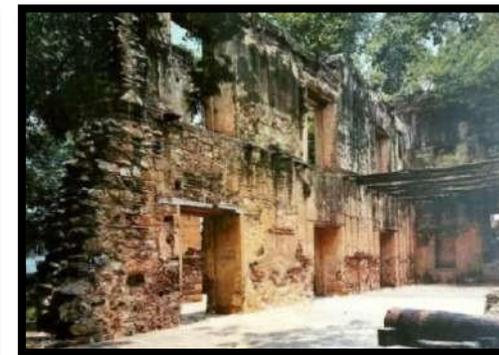
RELIGIOSAS



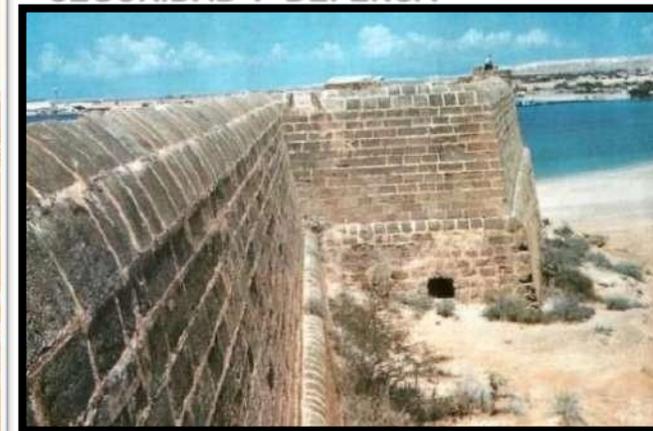
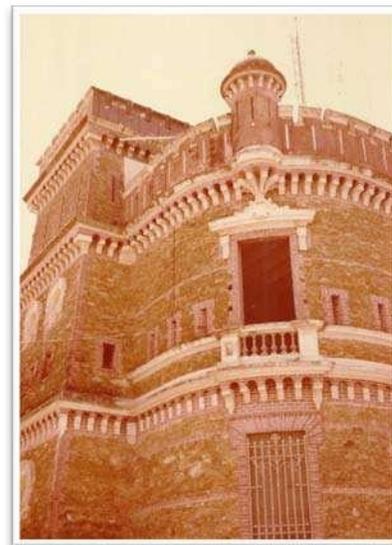
ORNATO



RESIDENCIAS

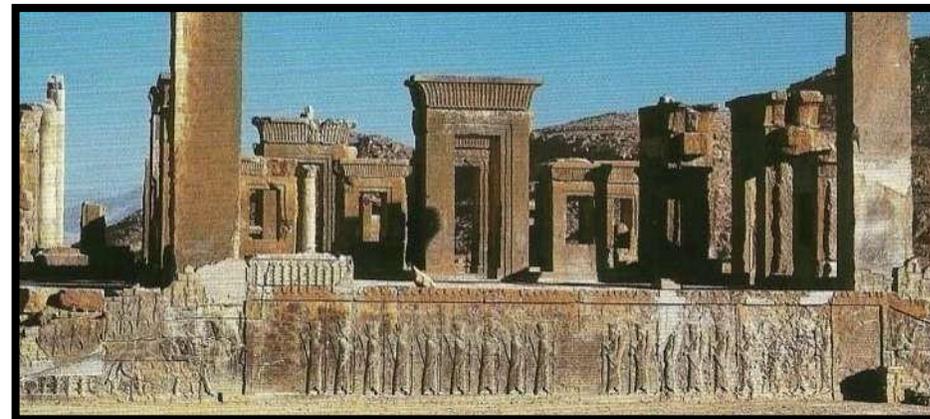
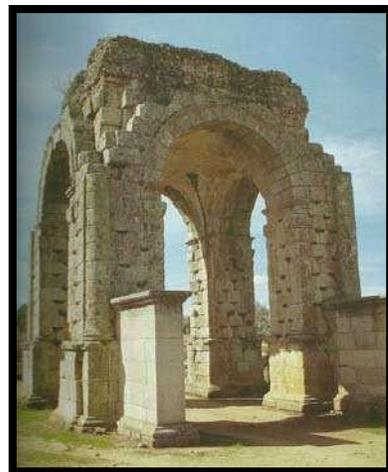
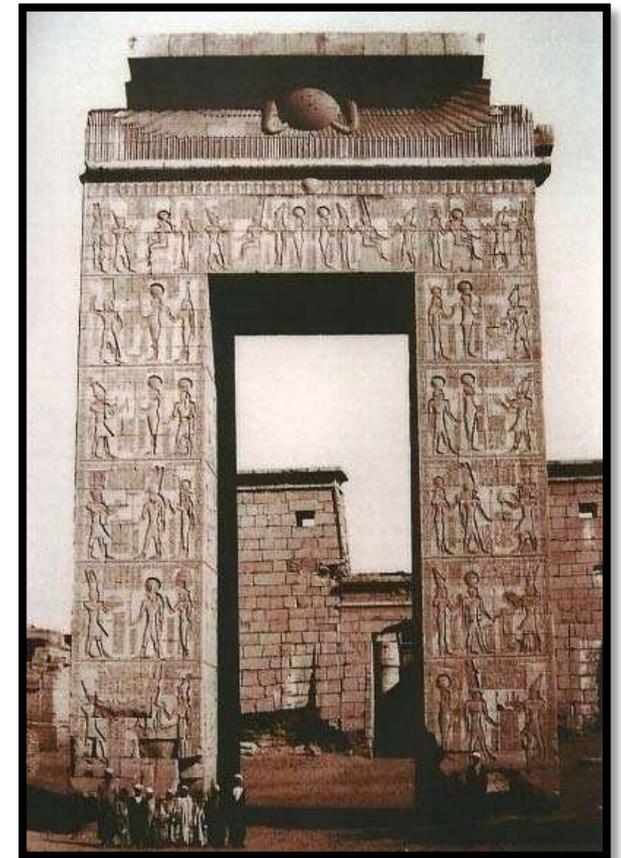
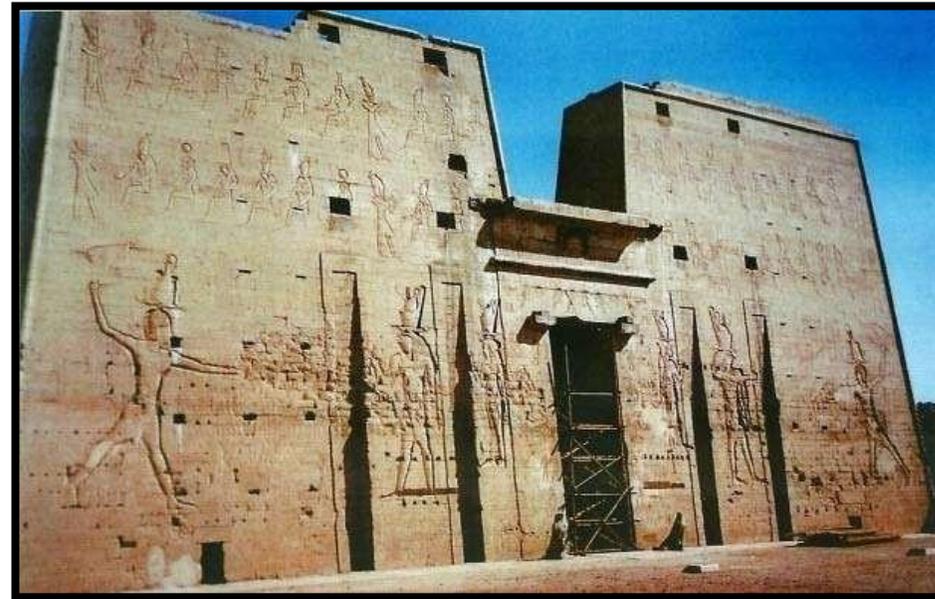


SEGURIDAD Y DEFENSA

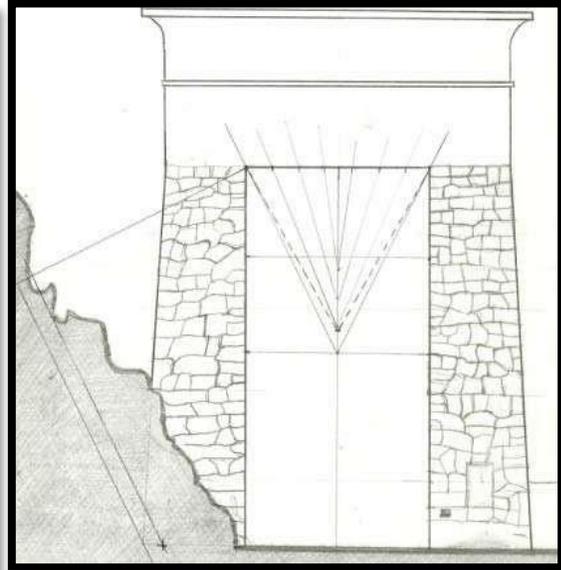
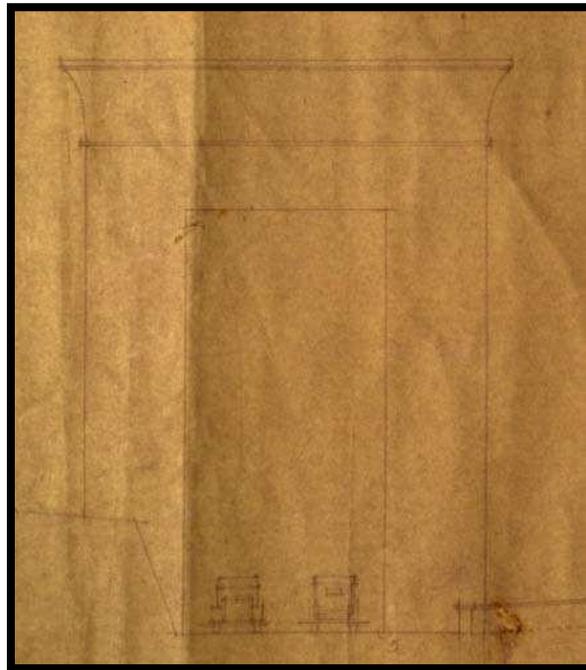
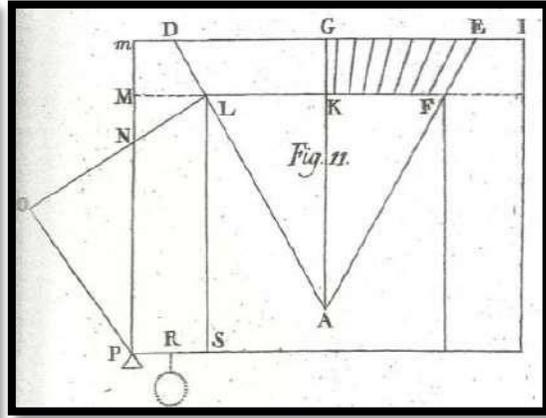
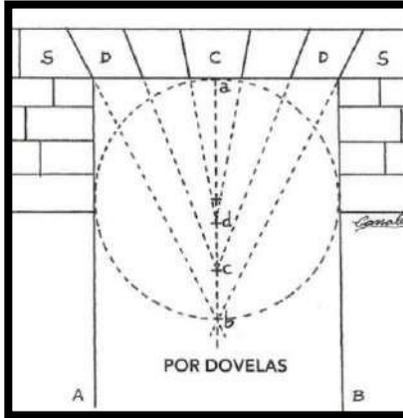


ANTECEDENTES CONSTRUCTIVOS

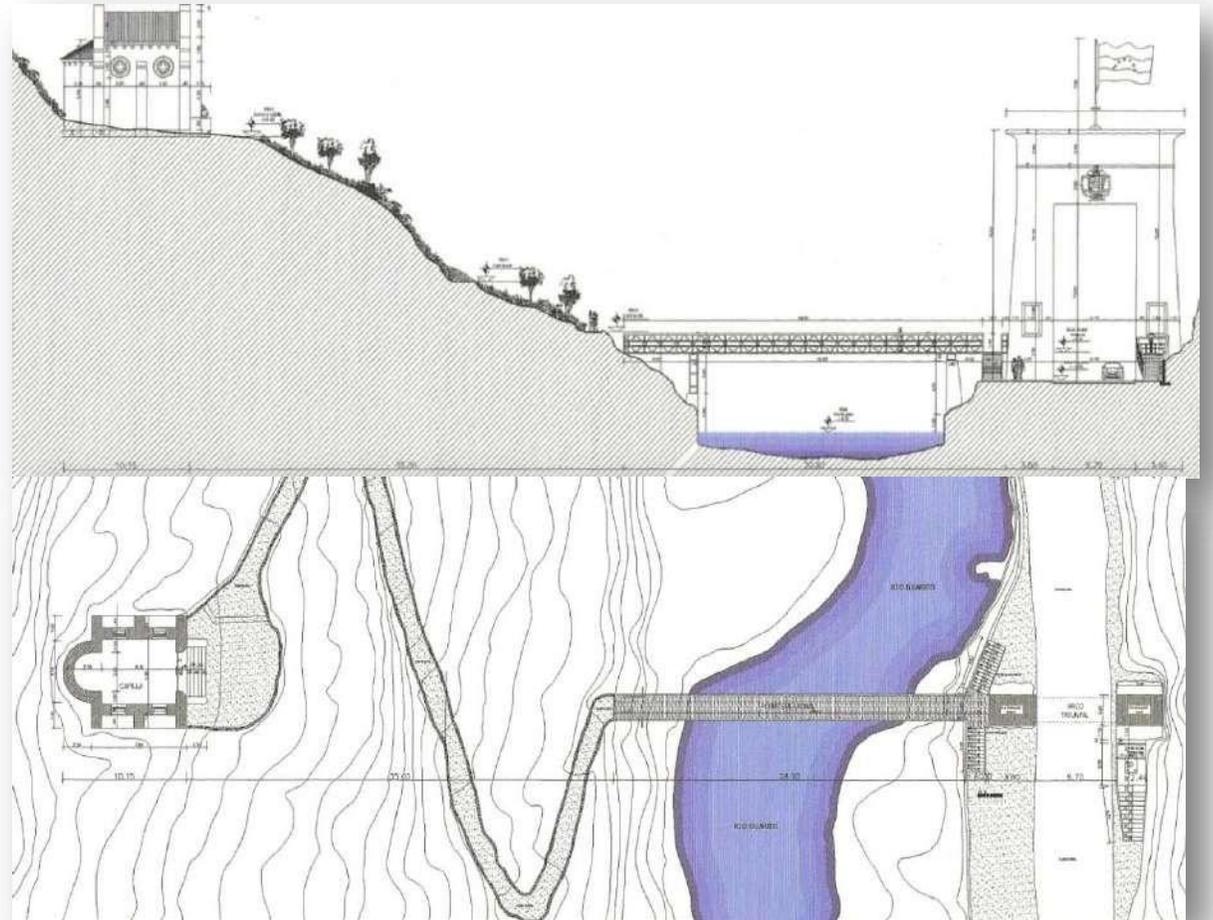
COMPONENTES DE UN ARCO



ARCO ADINTELADO



PORTICO TRIUNFAL DE LA PUERTA



IDENTIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN
	PELÍCULA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	Pilares y entablamento
	COSTRA BIÓTICA	Pilares y entablamento
	COLONIA DE ANIMALES	Pilar Occidental
	COLONIA DE MICROORGANISMOS	Pilar Occidental
	VEGETACIÓN SUPERIOR	Pilares y entablamento
	EFLORESCENCIA	Entablamento
	DESCOHESIÓN DE MORTERO	Pilares
	RESIDUO DE CONCRETO AÑADIDO	Pilar Occidental
	FRACTURA DE MORTERO	Cornisa
	SUCIEDAD EN LÁPIDAS DE MÁRMOL	Ornamentos de bronce
	RECUBRIMIENTO DE PINTURA	Pilares y muro adyacente
	RECUBRIMIENTO CON GRAFITIS	Pilar Occidental

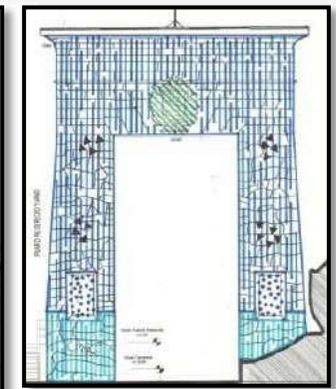
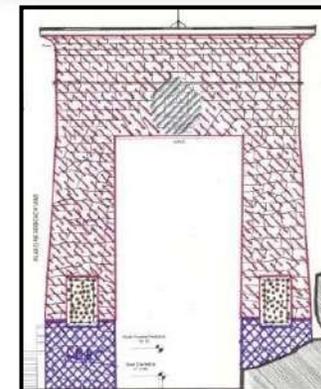
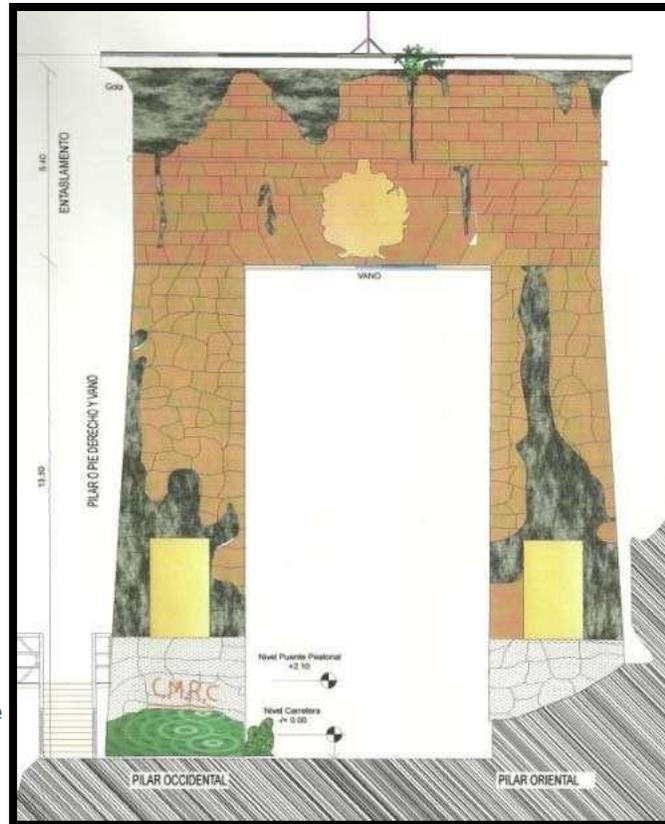
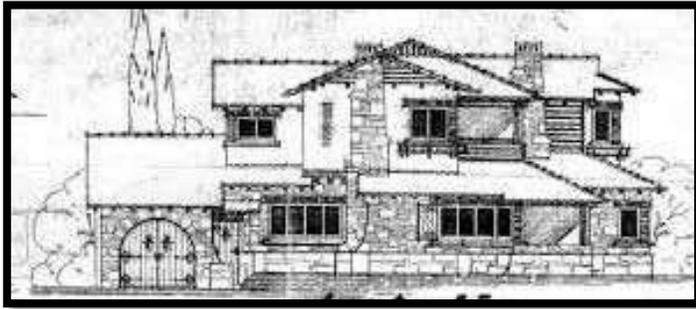
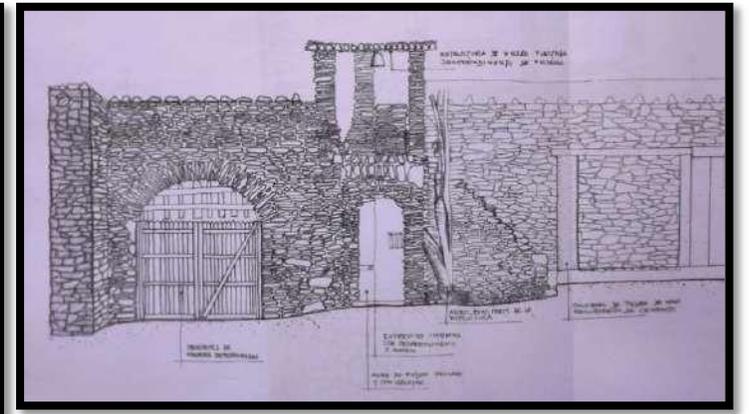


IMAGEN OBJETIVO





PROYECTOS Y OBRAS DE CANTERIA EN LA ACTUALIDAD



Estrategia docente en la formulación de proyectos de desarrollo tecnológico de la construcción con métodos mixtos

BEATRIZ HERNANDEZ SANTANA

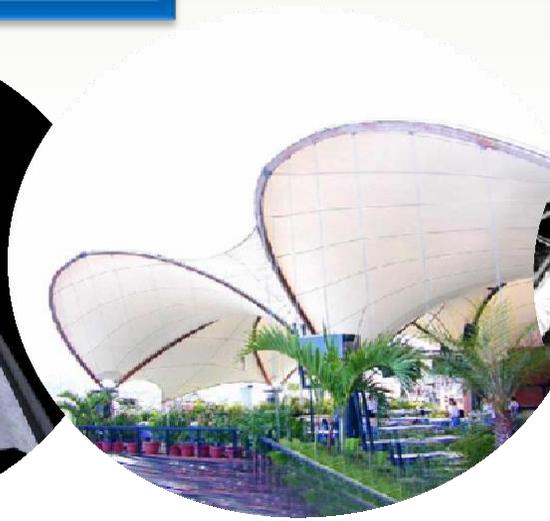
POSTGRADO EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

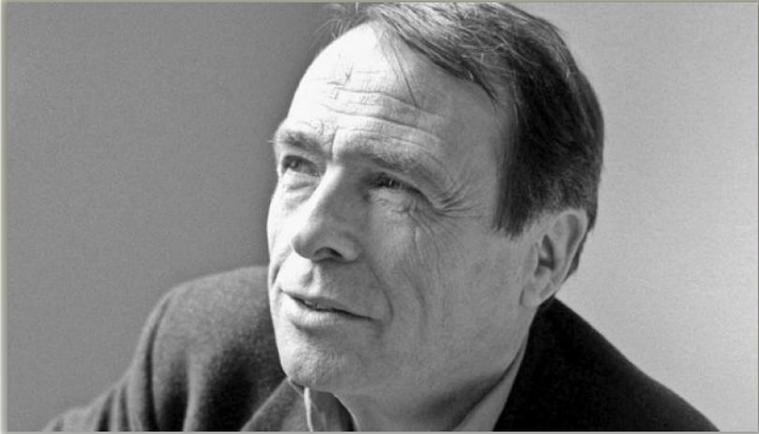


PRO-MAT

Programa de incentivos a la innovación en la producción y comercialización de materiales y componentes para el hábitat popular.

Henrique Hernández O. (1986)





Pierre Bourdieu (1930-2002)

Objeto de Estudio

El concepto deriva de la sociología:

La ciencia se elabora construyendo su objeto contra el sentido común, que no se impone por una sola evidencia, pre construida.

El objeto científico, aparece como sistema de relaciones expresamente construido .



Dyna Guitian
(2010)

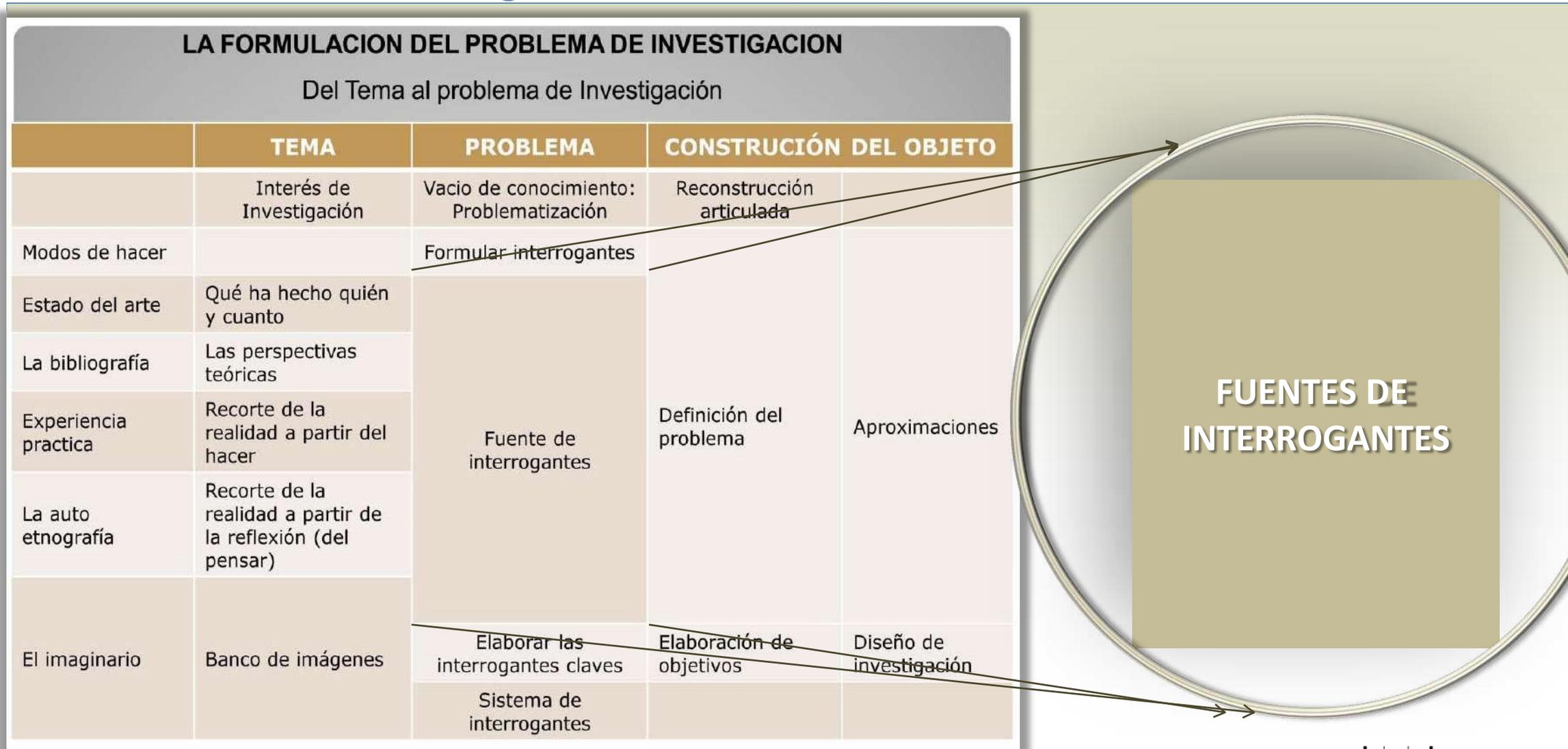
Objeto de Estudio

se construye en la medida en que el sujeto y el objeto aportan dos dimensiones (dinamismo - variabilidad) por una parte y (tiempo - espacio) por la otra, obteniéndose resultados donde el sujeto – en tanto sujeto social - es tomado en cuenta

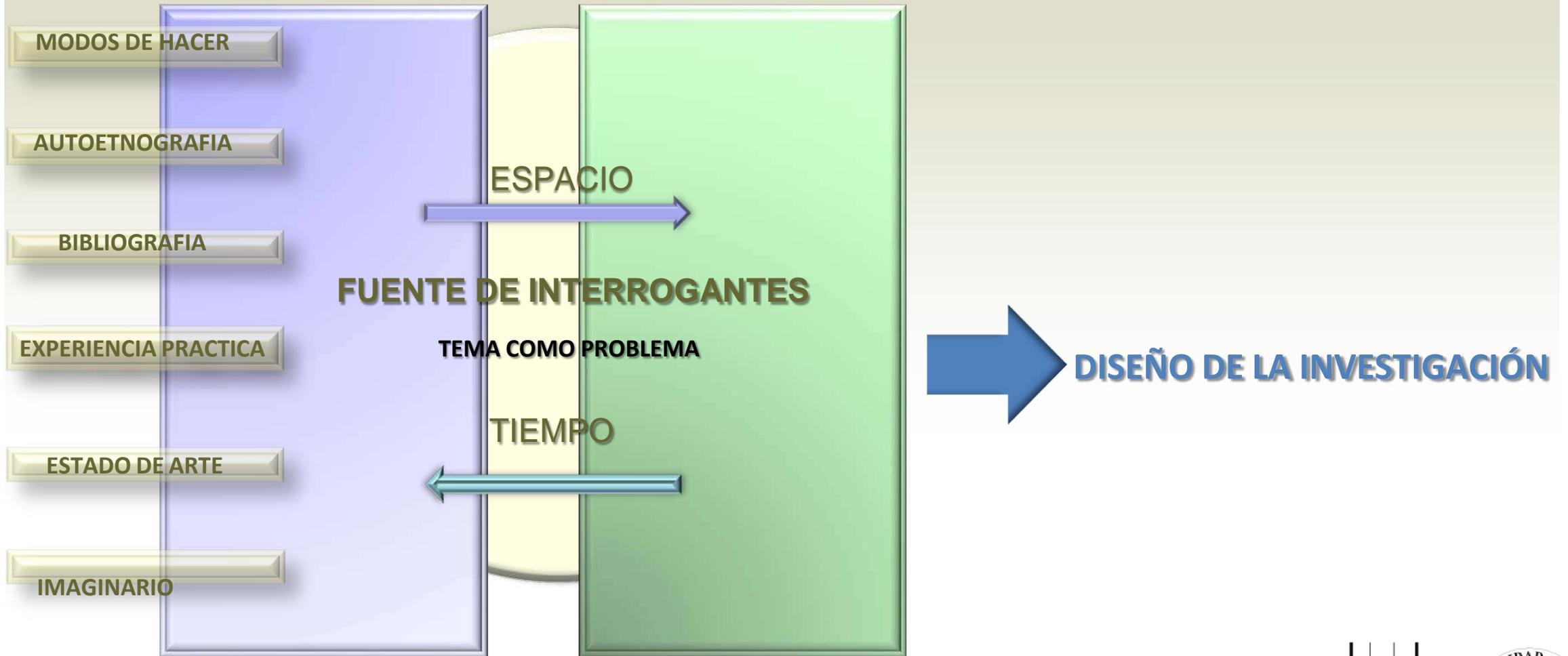
XXXVII Jornadas de Investigación IDEC_{16, 17 y 18 de julio 2019}

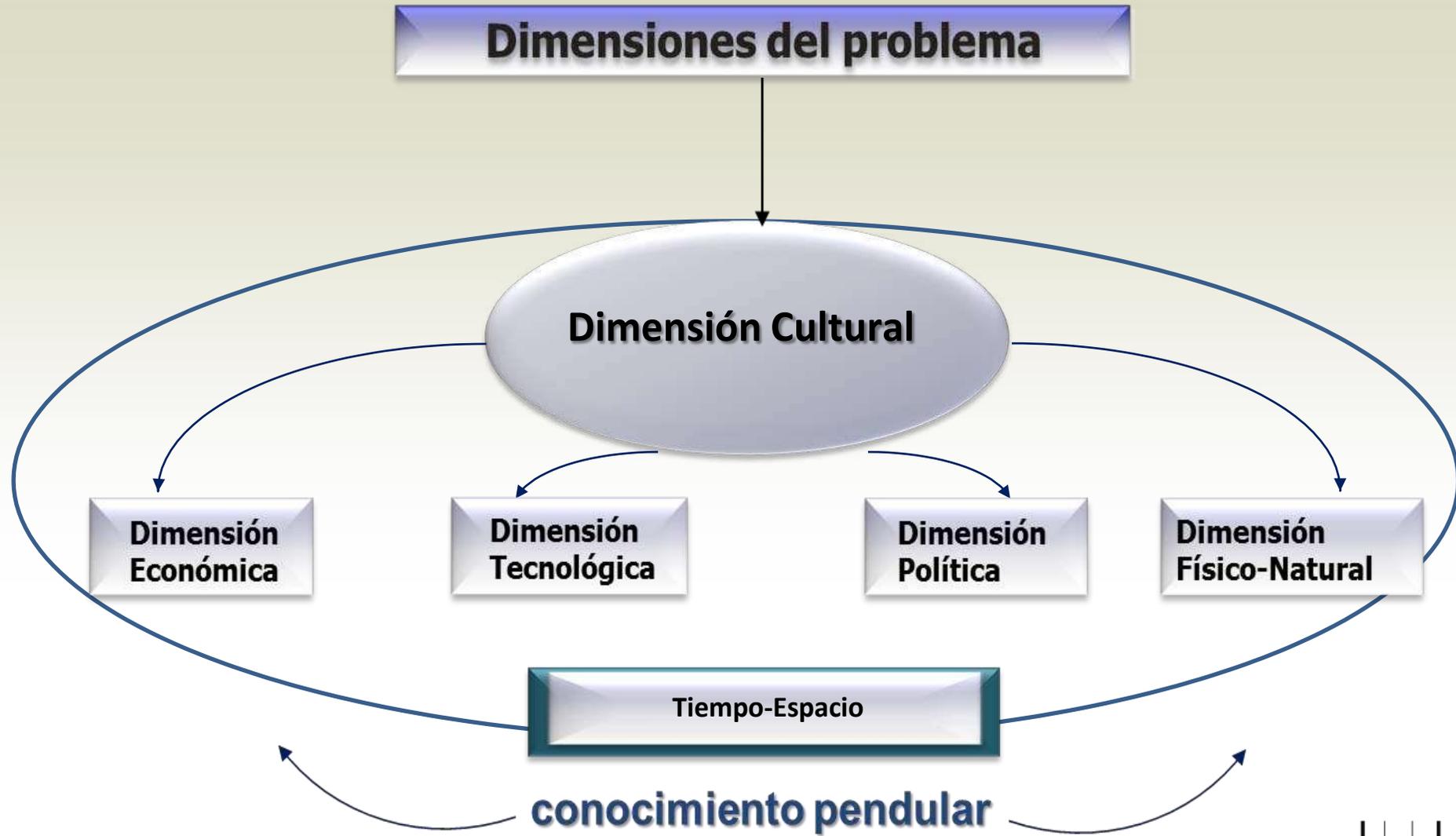
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN





Fuente: Dyna Guitian P. Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (2010)







Diseño de la investigación

ALGUNOS EJEMPLOS



1. Habilitación integral de barrios informales. Una propuesta metodológica. Caso de estudio: San Agustín del Sur, Caracas

Lo Voi, Giovanna (2015).

Fuente: Sector San Agustín del Sur. Lo Voi (2011)



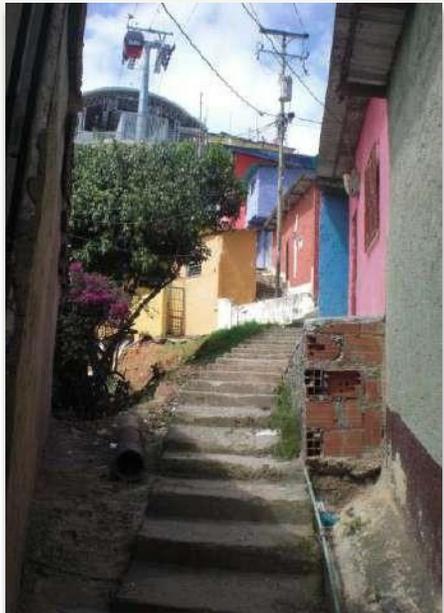


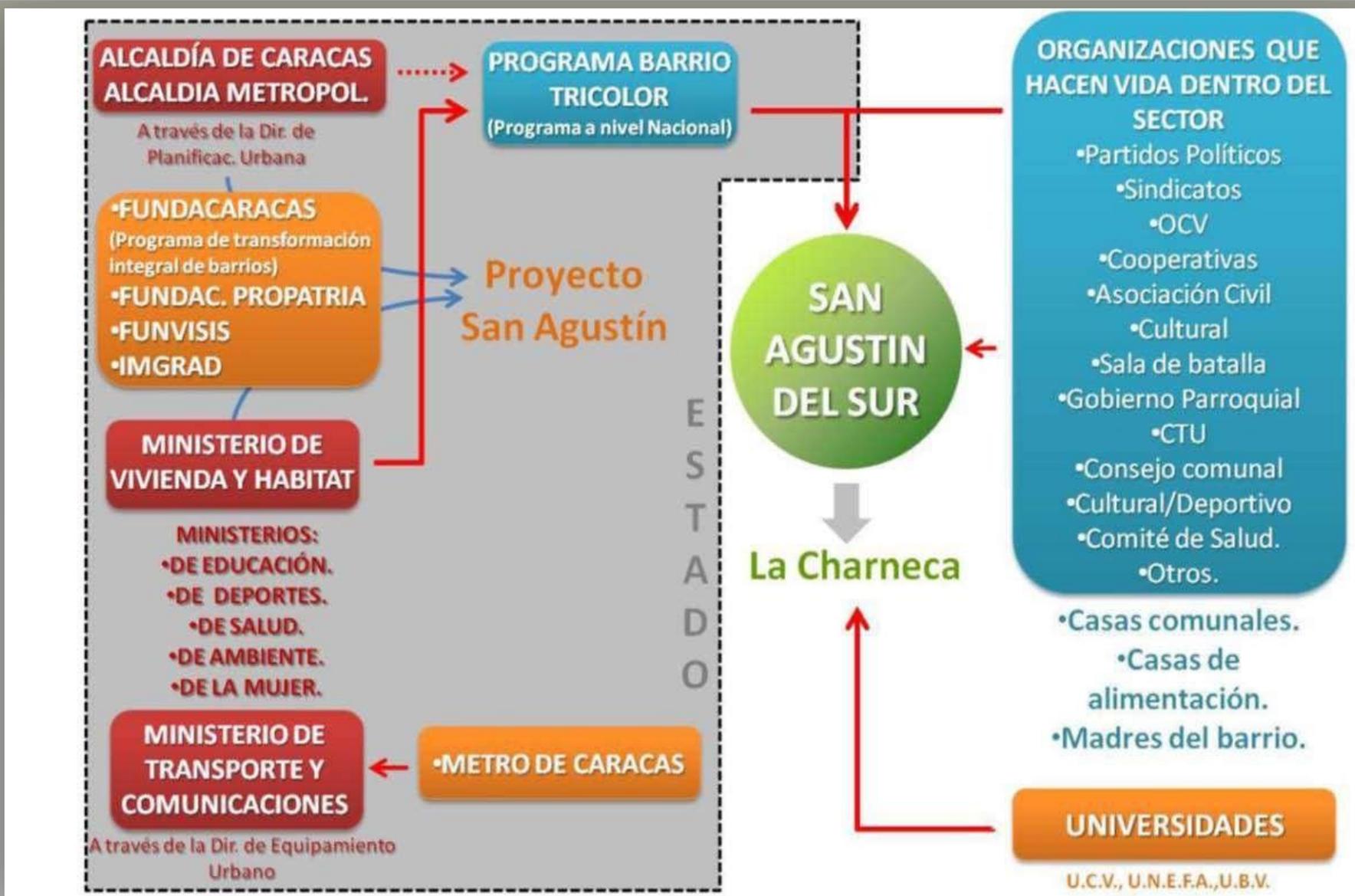
VARIABLES

•CULTURALES

•FÍSICAS

•GUBERNAMENTALES

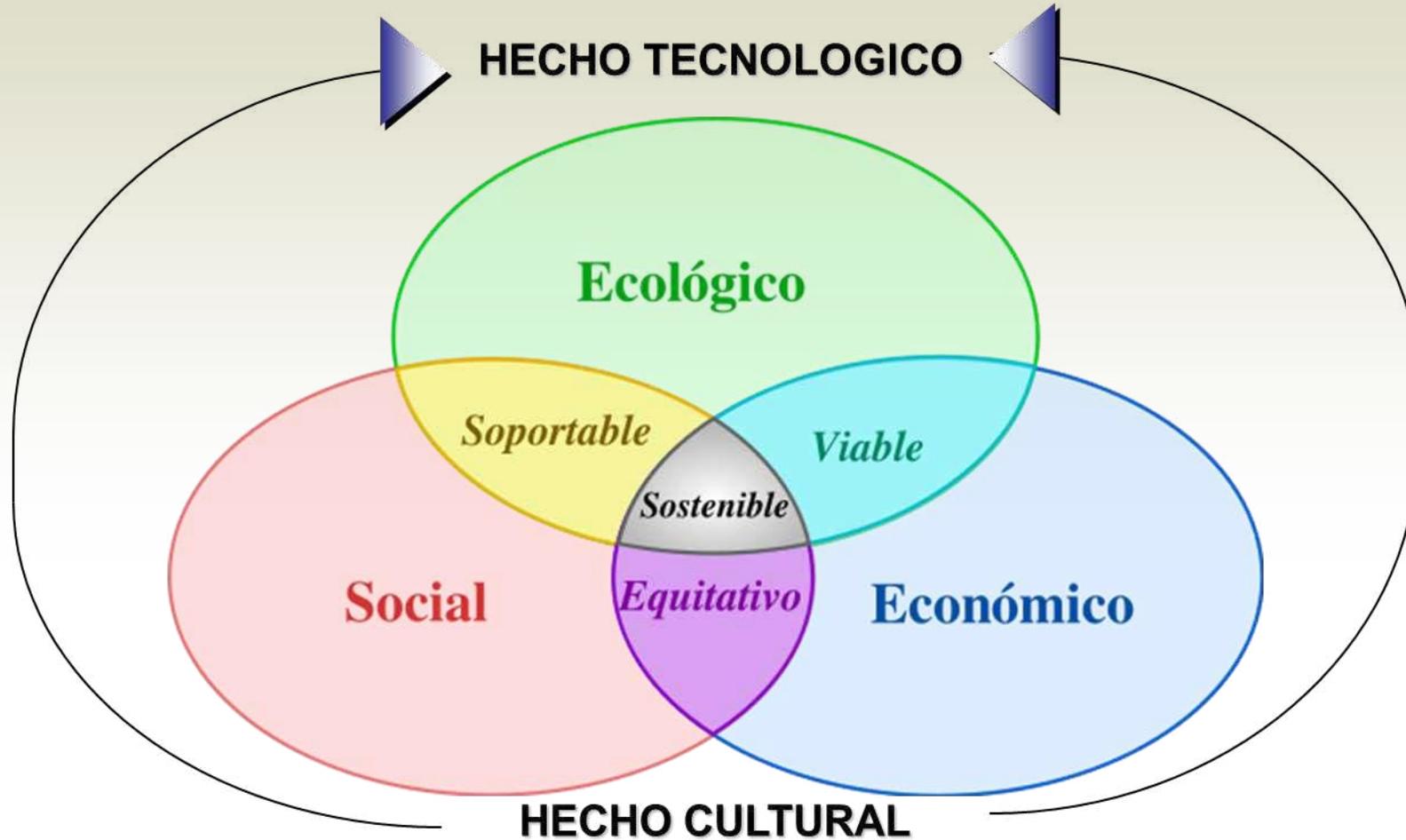




Las condiciones de desarticulación institucional complejizan las relaciones de apoyo y cooperación para que puedan conllevar a un proceso lineal y sostenible de actuación en la infraestructura y habilitación.



CONSIDERACIONES FINALES



CONSIDERACIONES FINALES

- Hoy la actividad investigativa en **Desarrollo Tecnológico de la Construcción** demanda conocer, interpretar y urdir aspectos sociales en lo tocante a lo cultural para un tiempo y espacio determinados.
- Los retos cada vez mas apremiantes de la sostenibilidad y las consecuencias sociales, ambientales y económicas requieren abordajes amplios e integrales en investigación.
- El abordaje de las interrogantes para **definir el objeto de estudio** en temas de construcción sostenible demanda una estrategia que, para algunos casos pueda tener como diseño de investigación el protocolo cuantitativo y/o cualitativo.

Muchas Gracias

XXXVII Jornadas de Investigación IDEC 16, 17 y 18 de julio 2019

LA RELACIÓN FORMA-CONSTRUCCIÓN
EN LA ARQUITECTURA
DEL SIGLO XVII EN VENEZUELA

FRANCISCO PÉREZ GALLEGO

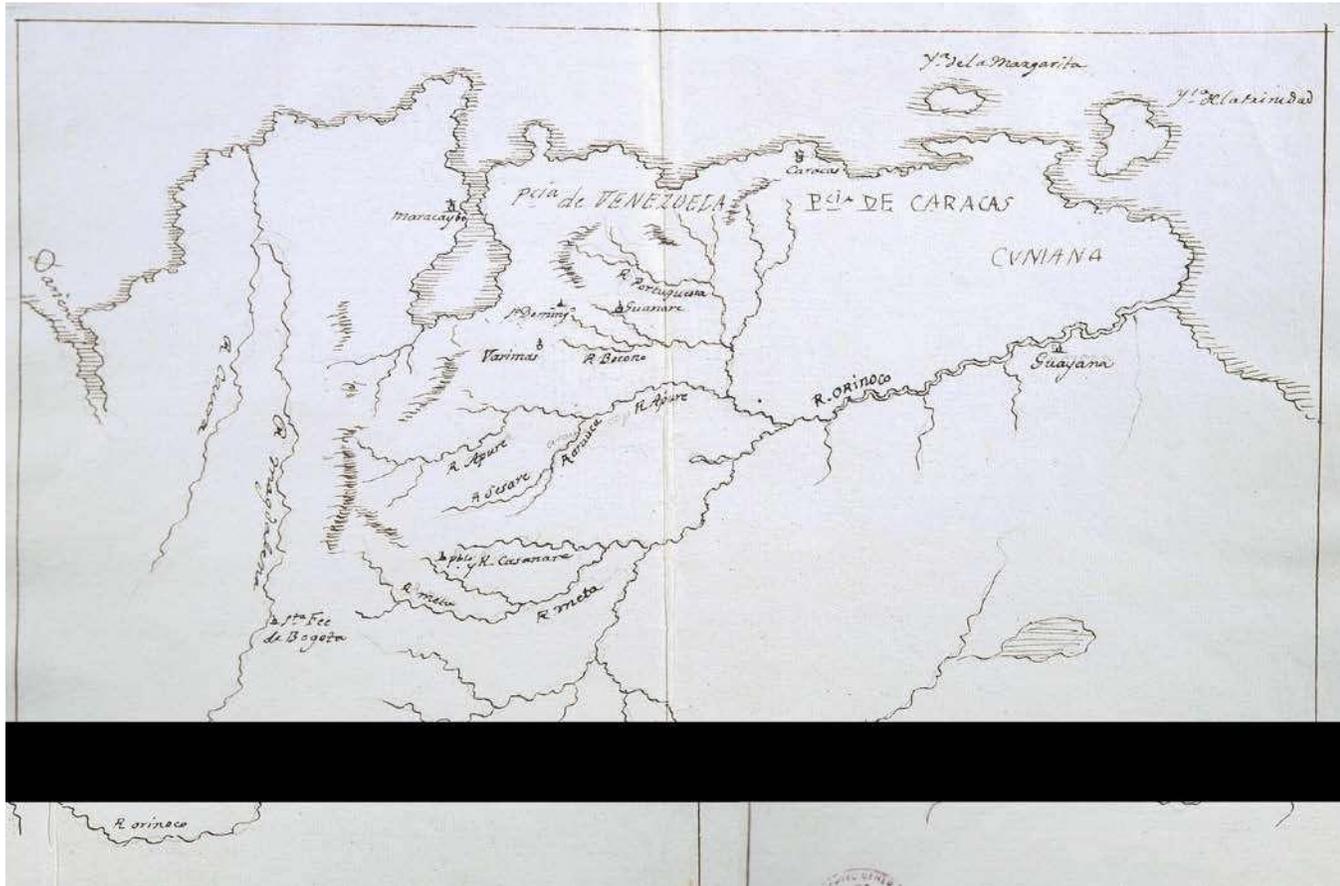
INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

IDEC

FAUCV



INTRODUCCIÓN



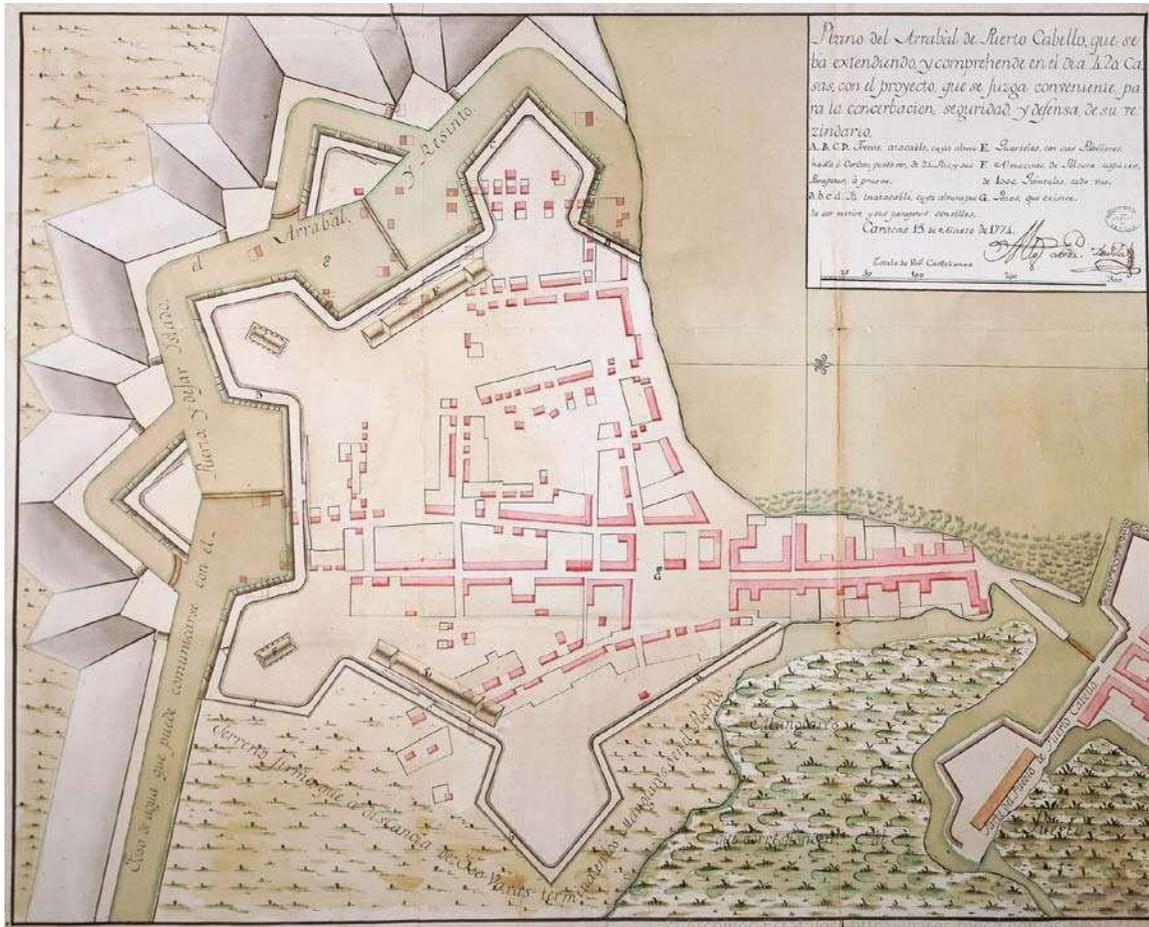
Mapa general de las provincias del distrito de la Audiencia de Caracas (AGI, 1786).

La asunción de la Corona española en 1700 por parte de los **Borbones**, de la mano de Felipe V, marcó un *tour de force* en las políticas y con ella de las obras públicas, respecto a las realizadas en las etapas de las Casas de Trastámara y de los Austrias o Habsburgo.

Desde entonces, los Borbones desarrollaron acciones racionales en favor del progreso de la **economía**, la **defensa**, la **salud**, la **educación** y la **cultura**, influenciados por el espíritu de la **Ilustración**.

OBJETIVOS

González Dávila, Miguel. (1774). *Planta del arrabal de Puerto Cabello... con el Proyecto que se juzga conveniente para la concerbación, seguridad y defensa de su vezindario*" (AGI)

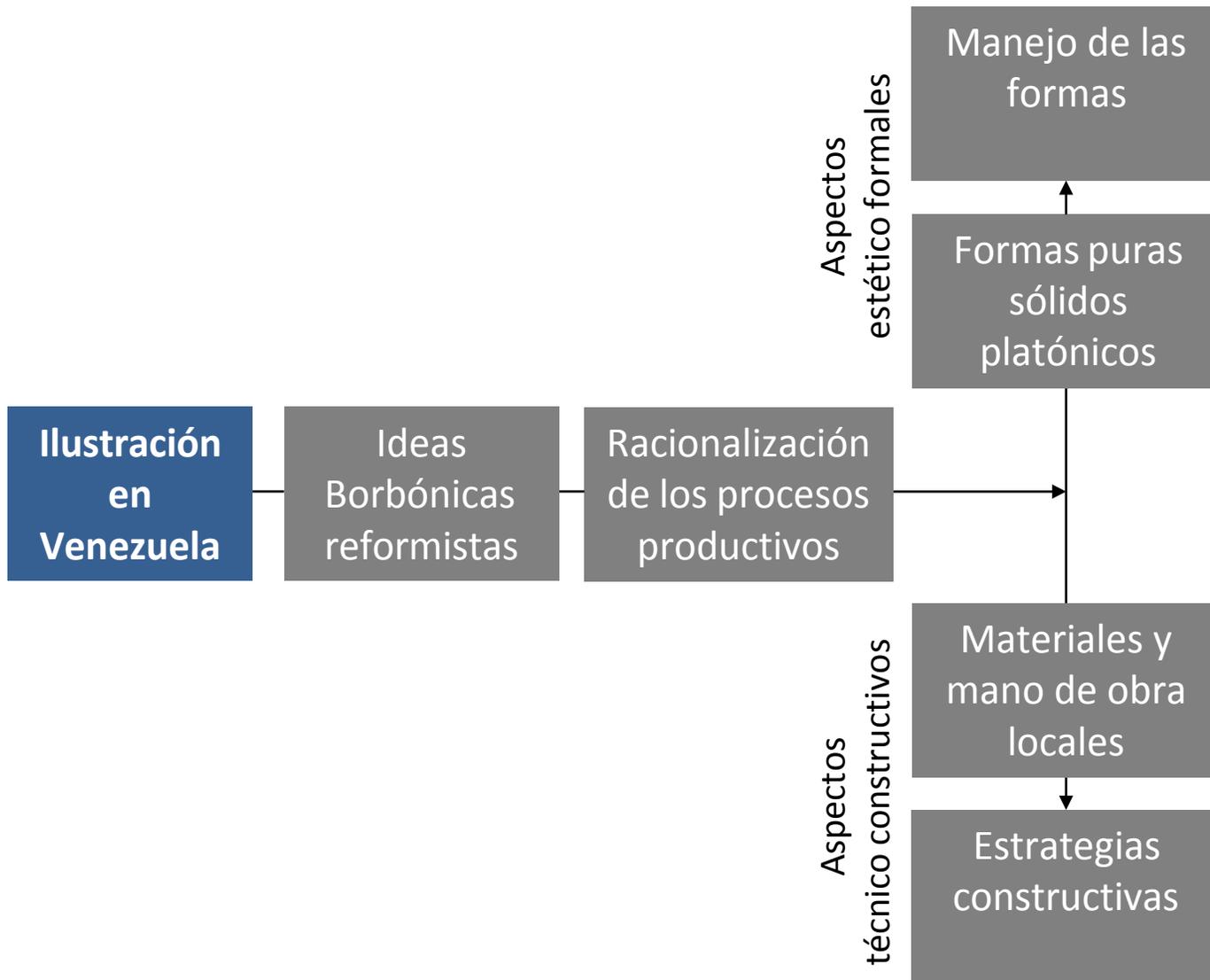


El objeto de esta ponencia se centra en resaltar cómo el **manejo de las formas** de la arquitectura desarrollada durante la **Ilustración en Venezuela** se vincula con las **ideas reformistas** promovidas por la **monarquía borbónica** en sus posesiones de ultramar.

HIPÓTESIS

Estas reformas promovieron la **racionalización de los procesos** productivos en pro de la **economía** de medios, la cual se logró a través de:

- La **depuración geométrica** y el manejo de **formas puras**.
- Las **estrategias constructivas** empleadas adecuadas a los **recursos materiales, técnicos y humanos** (mano de obra) disponibles.



METODOLOGÍA

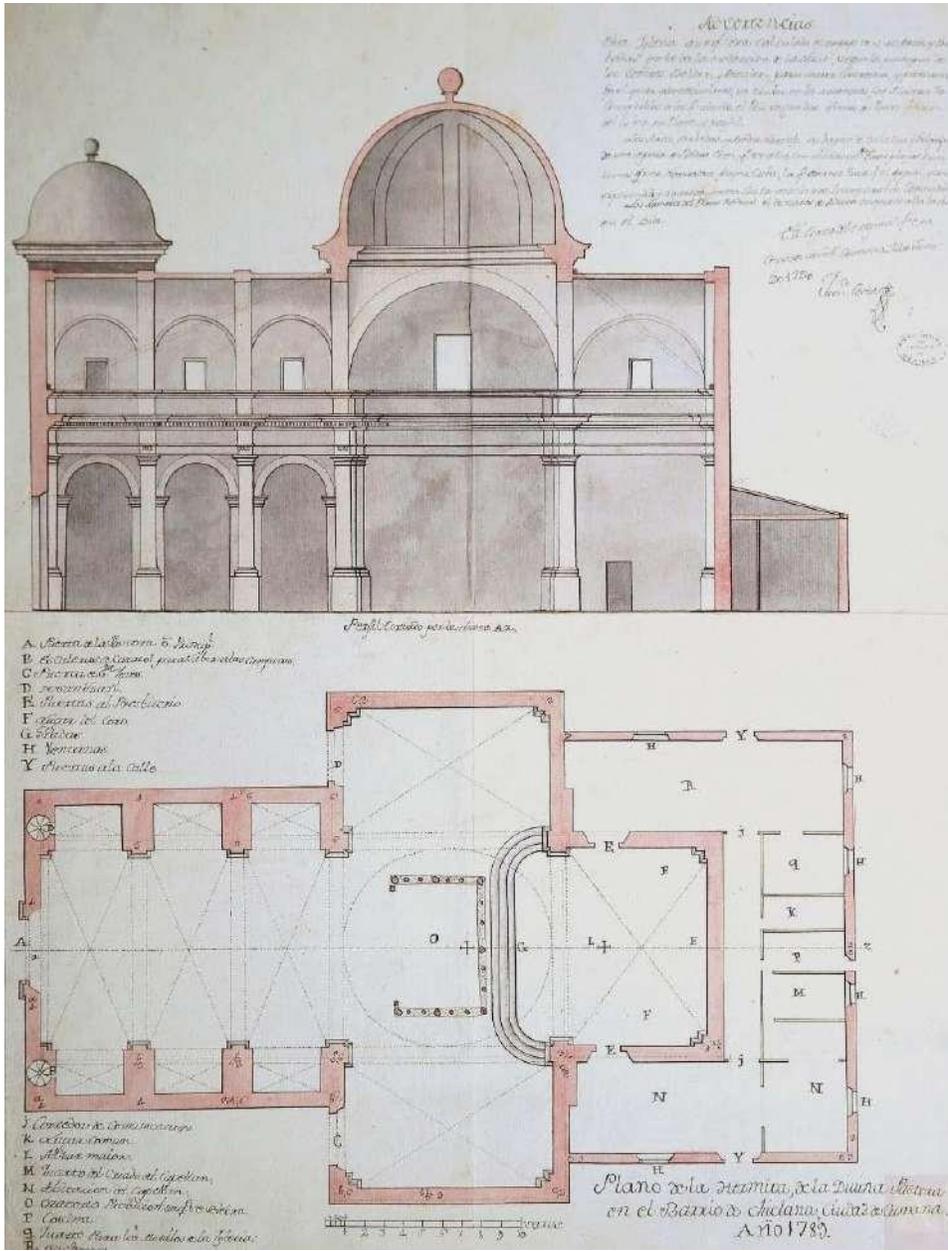
Se procedió mediante una **investigación de tipo descriptivo-explicativa** a la **revisión analítica de documentos escritos y cartográficos**.

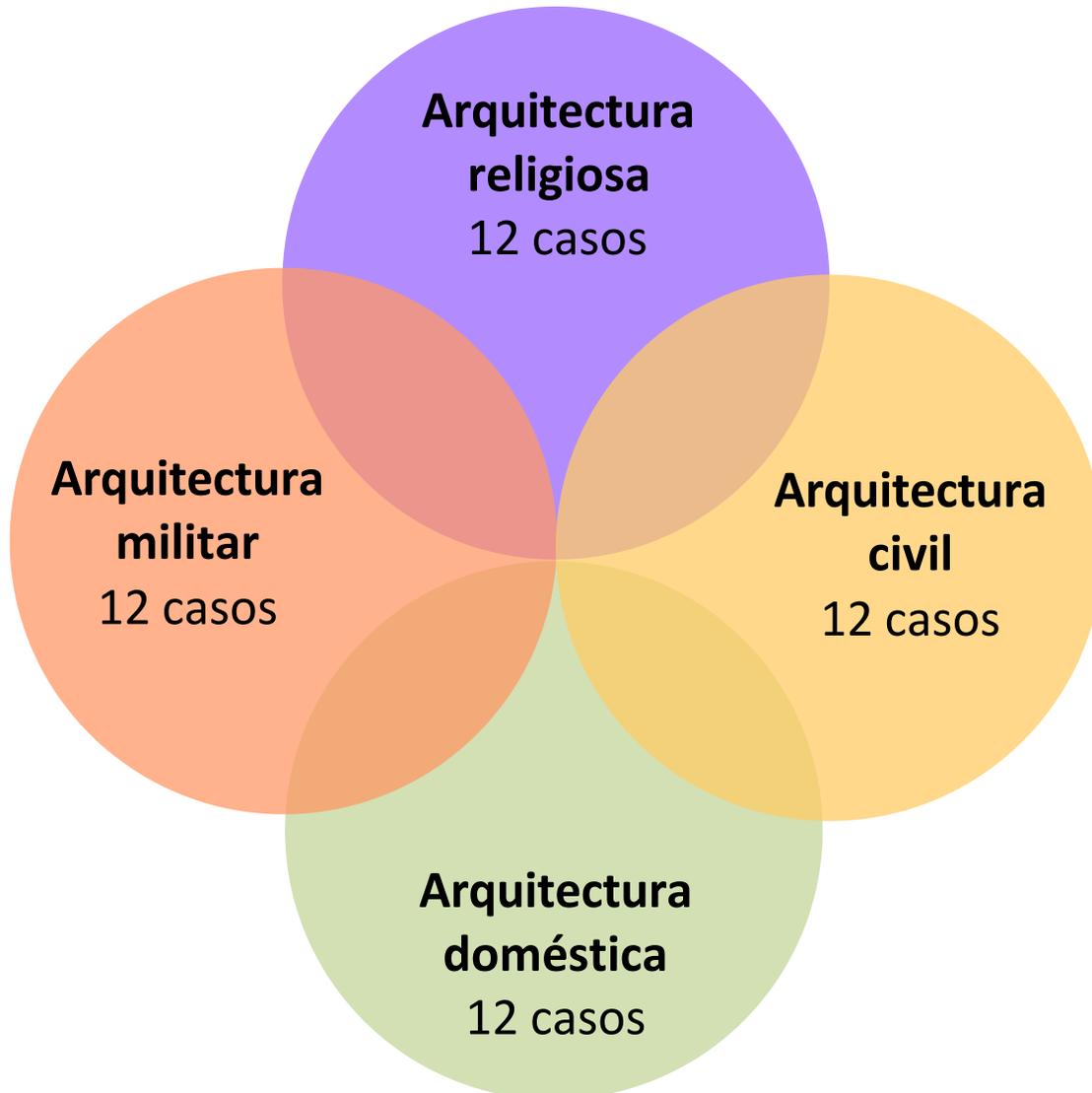
Se estudiaron casos relevantes, tanto de **obras ejecutadas** como de **proyectos fallidos**.

Se verificaron aspectos tales como:

- Tipo edilicio y esquema en planta
- Lenguaje arquitectónico
- Estructura portante
- Estructura de cubiertas

Costa, F (1789). *Plano de la hermita de la Divina Pastora, en el barrio de Chiclana, ciudad de Cumaná.* (AGI).





Se examinaron:

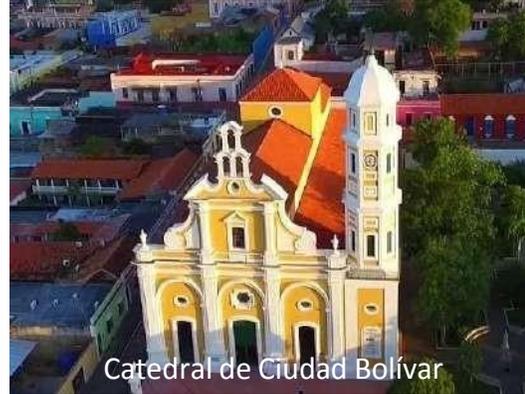
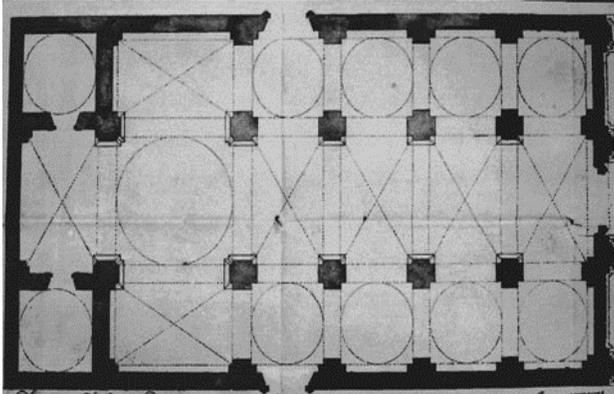
- **12** casos en el tema **religioso**
- **12** casos en el tema **militar**
- **12** casos en el tema **civil** (6 de arquitectura médico asistencial, 3 de tema administrativo comercial, 2 en el educacional y 1 cultural).
- **12** casos en el tema **doméstico** (3 casas de hacienda y 9 casas urbanas).



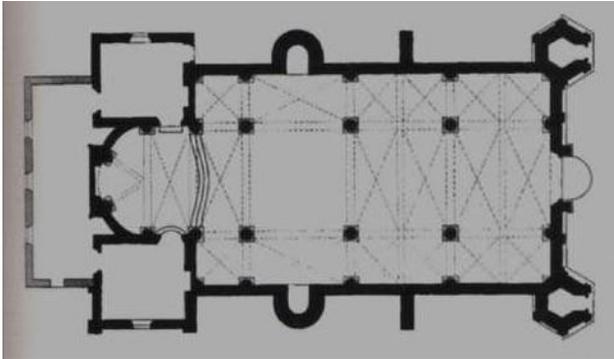
Iglesia San Antonio de Padua, Clarines (Ivenezuela.travel, s.f.)

1. - ARQUITECTURA RELIGIOSA

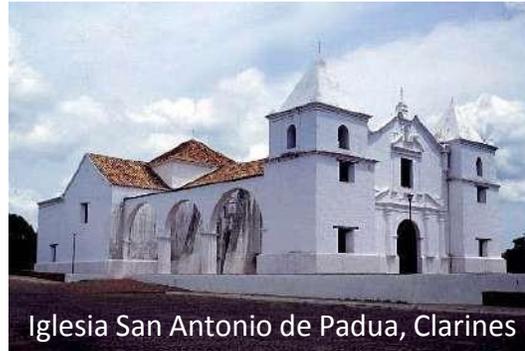
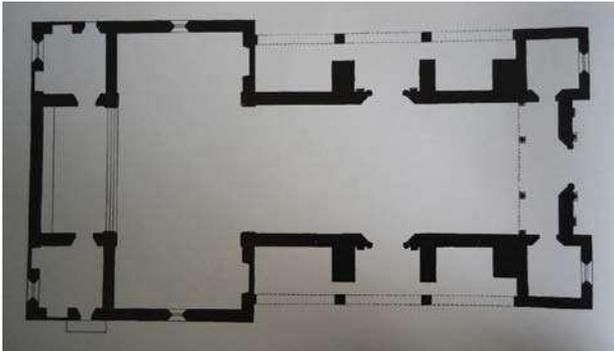
ARQUITECTURA RELIGIOSA		
EDIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	ESTADO
Catedral de Santo Tomás	Ciudad Bolívar	Bolívar
Catedral de Todos los Santos	Calabozo	Guárico
Catedral de Valencia	Valencia del Rey	Carabobo
Catedral de Maracaibo	Maracaibo	Zulia
Catedral de Nuestra Señora del Pilar	Barinas	Barinas
Catedral de San Cristóbal	Barcelona	Barinas
Iglesia de la Divina Pastora	Cumaná	Sucre
Iglesia de Cumanacoa	Cumanacoa	Sucre
San Antonio de Padua de Capayaguar	San Antonio de Maturín	Monagas
Iglesia de Clarines	Clarines	Anzoátegui
Iglesia de Puerto Píritu	Puerto Píritu	Anzoátegui
Iglesia Ntra. Señora del Pilar, Araure	Araure	Portuguesa



Catedral de Ciudad Bolívar



Iglesia San Antonio de Maturín



Iglesia San Antonio de Padua, Clarines

La revalorización de los patrones clásicos instada por el Neoclasicismo contribuyó al apuntalamiento y permanencia del **tipo basilical** de origen romano.

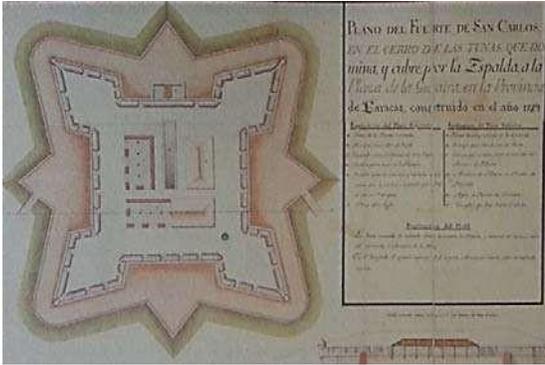
Se toma como base dividiendo los espacios en **módulos repetitivos** que permiten conformarlas cubiertas por **partes**, facilitando las labores en fases.



Castillo San Carlos: Hidalgo, H. (2013).

2.-ARQUITECTURA MILITAR

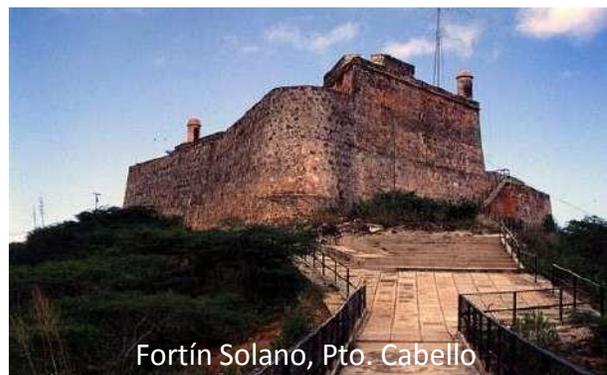
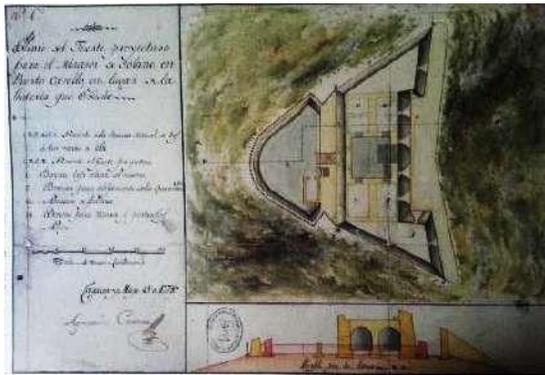
ARQUITECTURA MILITAR		
EDIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	ESTADO
Fuerte Castillo San Carlos	La Guaira	Vargas
Fuerte Príncipe, El Zamuro o El Vigía	La Guaira	Vargas
Batería Mapurite	La Guaira	Vargas
Fuerte Castillo San Felipe	Puerto Cabello	Carabobo
Mirador Solano	Puerto Cabello	Carabobo
Puerto Cabello (Refuerzo fallido)	Puerto Cabello	Carabobo
Fuerte La Caranta (Refuerzo fallido)	Pampatar	Nueva Esparta
La Asunción (Refuerzo fallido)	Juan Griego	Nueva Esparta
Fuerte de Zaparas	Zulia	Zulia
Fortín de la Magdalena	Lecherías	Anzoátegui
Fuerte San Diego de Alcalá	Los Castillos	Delta Amacuro
Cuartel San Carlos	Caracas	Estado Capital



Castillo San Carlos, La Guaira



Castillo San Felipe, Pto. Cabello



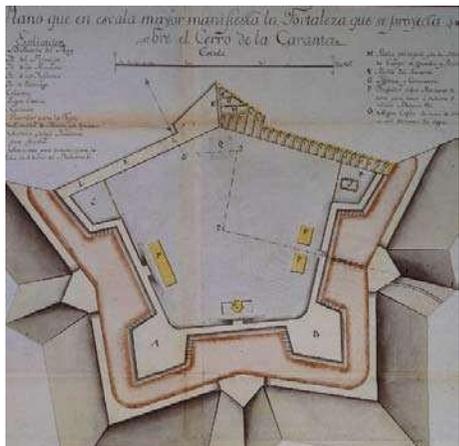
Fortín Solano, Pto. Cabello

En la arquitectura militar se acentuó también el empleo de **esquemas tipológicos y soluciones formales racionales**.

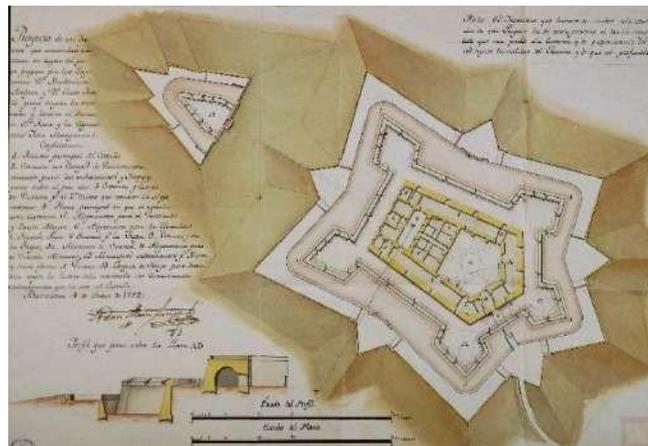
Buena parte de estos pueden ser analizados por su desagregación en formas básicas.

La traza más utilizada fue la abaluartada de base cuadrada, con **4 bastiones lanceolados**, siguiendo el patrón del Castillo del Neptuno (1501-1503), de Antonio da Sangallo (1455-1534).

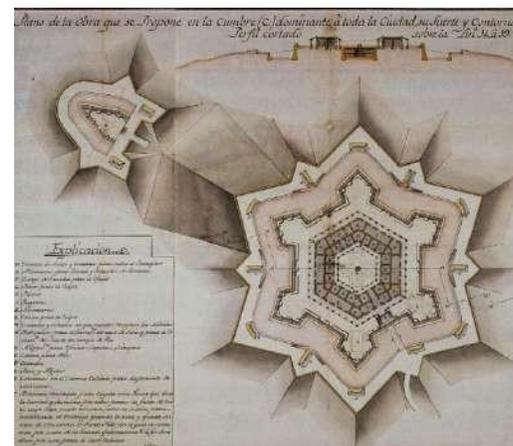
También se emplearon la **traza pentagonal** y otras más singulares como el **Boomerang** del Fortín Solano.



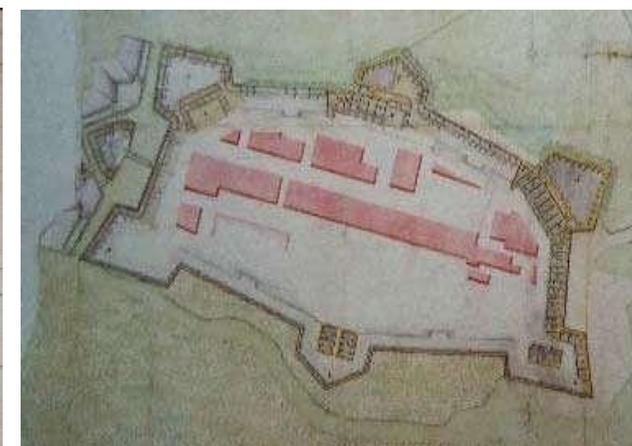
Propuesta fallida para La Caranta



2da. Propuesta fallida para La Asunción



1ra. Propuesta fallida para La Asunción



Propuesta fallida para Puerto Cabello

Aunque en proyectos fallidos se implementaron **plantas estelares**:

- 1er proyecto del **fuerte San Felipe** (1732-1743), Pto Cabello, de J. Amador Courten.
- Propuesta para **La Caranta** (1775), en Pampatar, de Miguel González Dávila.
- Propuesta para **La Asunción** (1772), de Juan Martín Cermeño.
- 1er proyecto para **La Asunción** (1700), de Bartolomé Amphoux y J. Antonio Perelló.
- Propuesta para **Puerto Cabello** (1779), de Miguel González Dávila.

De **5 vértices**

De **6 vértices**



Casa Guipuzcoana, La Guaira (Dominguez, A., 2015).

3.- ARQUITECTURA CIVIL

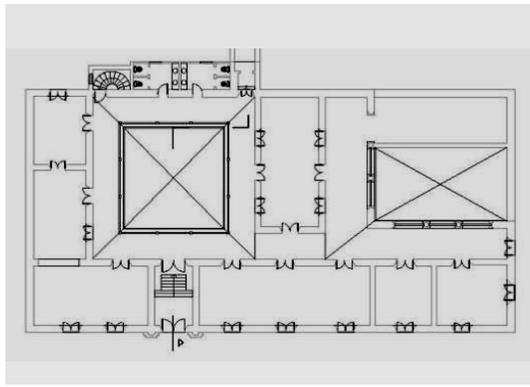
ARQUITECTURA CIVIL		
EDIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	ESTADO
Hospital San Juan de Dios	La Guaira	Vargas
Hospital General de Caracas	Caracas	Capital
Hospital General de Cumaná	Cumaná	Sucre
Hospital General de Barinas	Barinas	Barinas
Hospital San Lázaro	Caracas	Capital
Casa de Misericordia	Caracas	Capital
Casa Real Compañía Guipuzcoana	La Guaira	Vargas
Casa Real Compañía Guipuzcoana	Puerto Cabello	Carabobo
Casa Real Compañía Guipuzcoana	Maracaibo	Zulia
Escuela de Artes y Oficios	Caracas	Capital
Escuela Latinidad y Primeras letras	Ciudad Bolívar	Bolívar
Corral de Comedias o Coliseo	Caracas	Capital



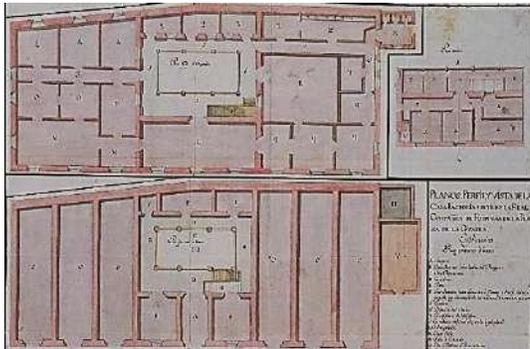
Escuela de Artes y Oficios



Hospital General de Caracas



Casa del Congreso de Angostura, La Guaira



Casa Guipuzcoana, La Guaira

El tema civil es de los **menos examinados** por la historia de la arquitectura del periodocolonial en Venezuela.

Si bien muchos edificios quedaron en proyecto, estos denotaban también estar concebidos con **criterios racionales**.

El uso de **esquemas tipológicos**, generalmente regidos por la **simetría** y ritmos por **repetición y alternancia**, seguido del empleo del **lenguaje clásico** como expresión arquitectónica fueron sus rasgos esenciales.

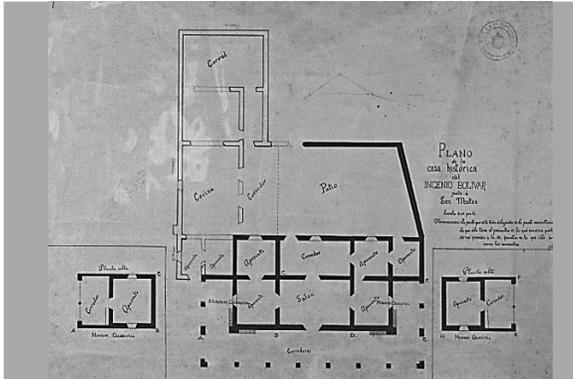
Plantas: Escuela de Artes y Oficios (AHCMC), Hospital General (AGI), Casa Congreso Angostura (IPC), Casa Guipuzcoana (Vivas Pineda, Gerardo, 1998).



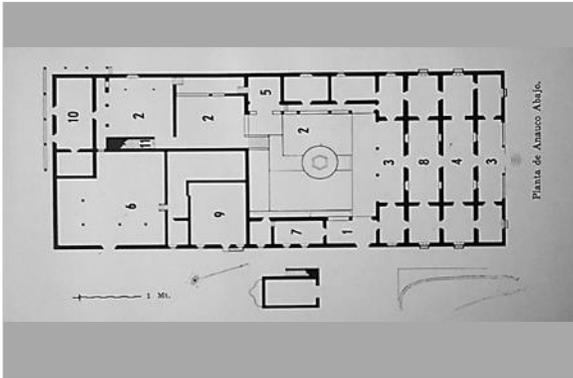
Quinta Anauco, Caracas (Caracas Indeleble (2012)).

4.- ARQUITECTURA DOMÉSTICA

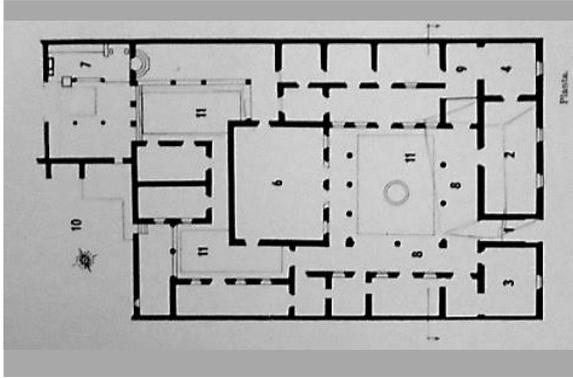
ARQUITECTURA DOMESTICA		
EDIFICACIÓN	LOCALIZACIÓN	ESTADO
Casa del Ingenio Bolívar	San Mateo	Aragua
Casa de la Hacienda Villegas	Turmero	Aragua
Quinta Anauco	Caracas	Capital
Casa de Juan de la Vega y Bertodano	Caracas	Capital
Casa de Felipe Llaguno	Caracas	Capital
Casa del Balcón de Los Arcaya	Santa Ana de Coro	Falcón
Casa de las ventanas de Hierro	Santa Ana de Coro	Falcón
Casa Marqués de Pumar	Barinas	Barinas
Casa de las 12 ventanas	Ciudad Bolívar	Bolívar
Casa de los Gobernadores	Ciudad Bolívar	Bolívar
Casa de la Capitulación	Maracaibo	Zulia
Casa de Los Celis	Valencia	Carabobo



Casa de Alto, Ingenio Bolívar, San Mateo



Quinta Anauco, Caracas



Casa J. de la Vega y Bertodano, Caracas

La arquitectura doméstica de la época, tanto a nivel rural como urbano denotan el **arribo paulatino de los rasgos** que en los otros temas sobresalen de forma más evidente. En ello puede incidir su factura por **alarifes y maestros mayores** de arquitectura.

Los casos están regidos por la simetría, la adición de módulos espaciales de planta cuadrangular y su reagrupación en conjuntos de **patrones tipológicos** y **geométricos racionales**, influenciados por el rescate de los **tipos de la villa y la domus romana**.

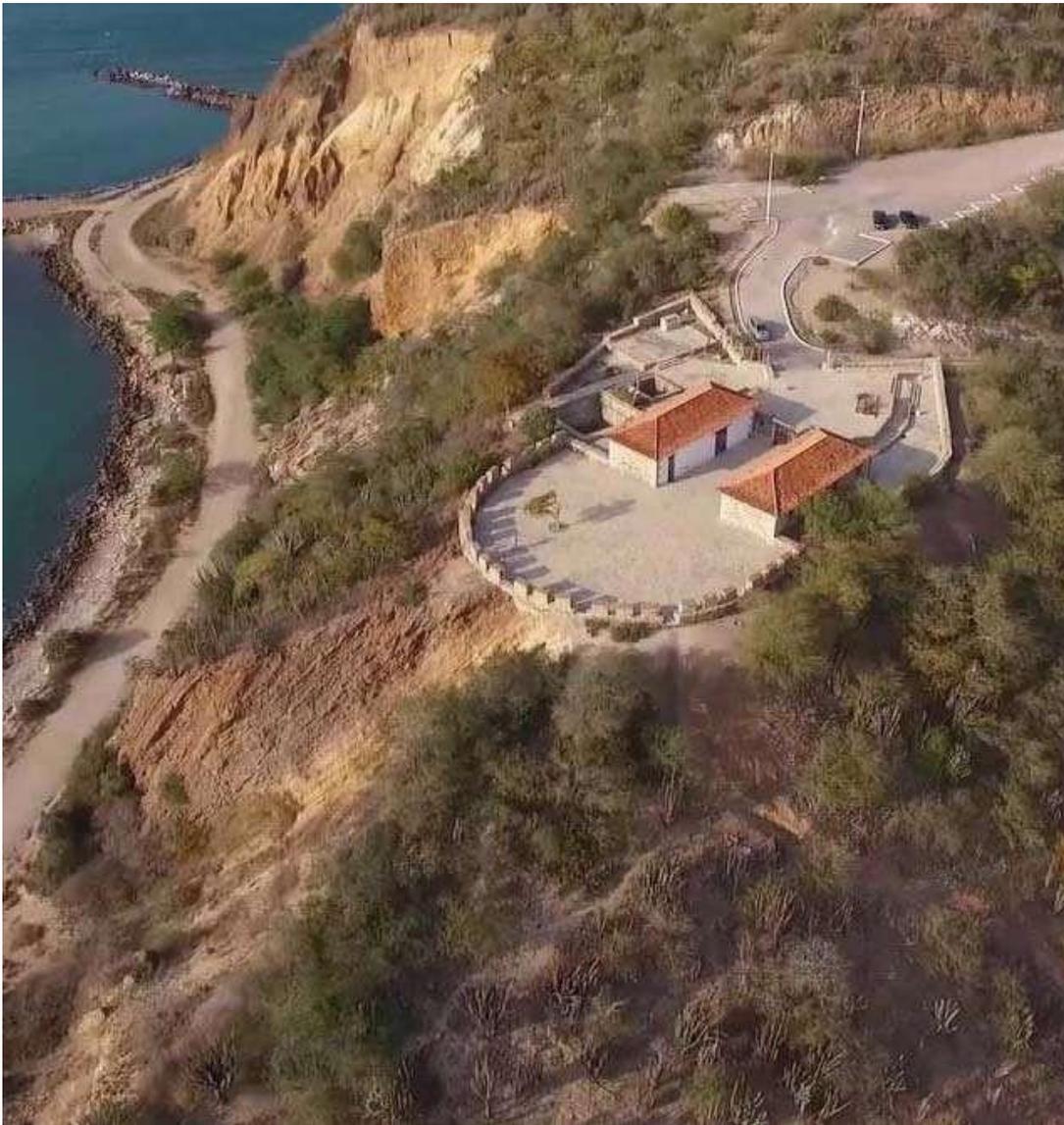


Castillo San Diego de Alcalá, Los Castillos (Saavedra Altuve, (2009).

CONCLUSIONES

A través de los **4 temas**, se pone en relieve el **paulatino cambio** que la arquitectura colonial fue experimentando en Venezuela entre el siglo XVIII e inicios del XIX, producto de:

- La acción de los **ingenieros militares** y los **maestros mayores de albañilería**.
- Influenciados por el **Neoclasicismo** bajo la cultura de la **Ilustración**.



Fortín de la Magdalena, Lechería, Anzoátegui (Rotorcam Drones, 2016).

Tanto los proyectos como las obras evidencian:

- Tendencia a la **racionalización morfológica**.
- Composiciones **ensambladas por partes**.
- Formas geométricas sencillas, **sólidos platónicos**.
- Ritmos por **repetición y alternancia**.
- Adición de **espacios repetitivos modulares**.

De los 4 temas, el que mejor sintetiza la complejidad científica con la sencillez artística geométrica es el **tema militar**.



Cuartel San Carlos (Franco, 2016).

Pero también la arquitectura civil planeada en su mayor parte por ingenieros militares fue a la par de las fortalezas un espléndido ejemplo de **racionalidad geométrica** y **composición académica**.

El estallido del movimiento libertario dio al traste con muchos de esos proyectos, abortando un proceso que, aunque dependiente de España, habría sumado un **significativo legado edificado** del periodo colonial.

¡GRACIAS!

XXXVII Jornadas de Investigación IDEC 16, 17 y 18 de julio 2019

HACIA EL DISEÑO DE UN MUSEO SOSTENIBLE INTEGRAL

Camelia Chivăran, Sonia Capece, Francisco Pérez Gallego

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

IDEC

FAU
UCV



Índice

- Introducción
- Sostenibilidad, Tecnología y Calidad de la Arquitectura
- Pensar Ecológico
- Estrategias para el Proyecto de un Museo Sostenible
- El Museo como Paisaje Arquitectónico
- El Museo como Exploración Matérica
- El Museo como Conector entre Ciencia y Tecnología Sostenible
- Resultados
- Directrices para el Museo Sostenible Integral



La **investigación** efectuada fue de tipo **exploratoria** sobre una muestra de **80 museos** de Europa, Asia, América y África, seguida del estudio cualitativo y crítico de sus atributos de sostenibilidad, a partir de los criterios de evaluación **BREEAM** y **LEED**.



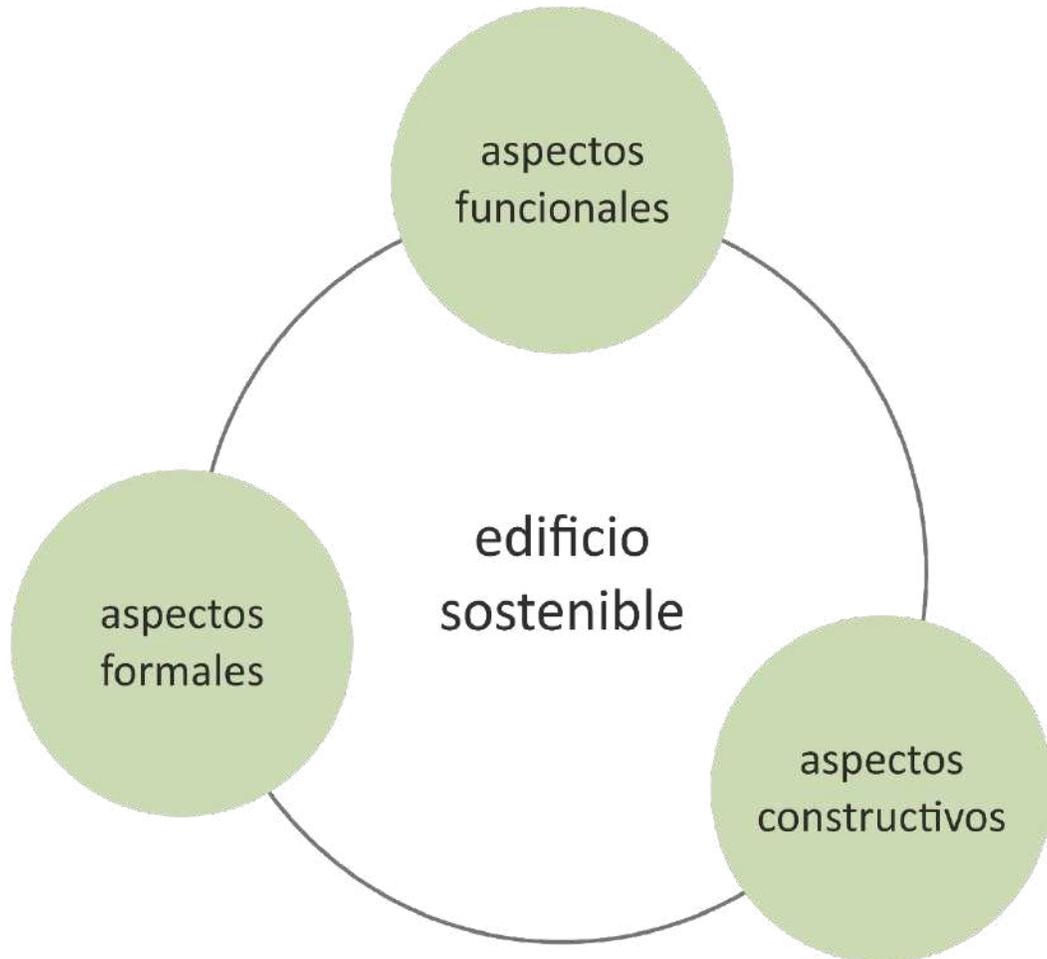
The Children's Discovery Museum (2002), Normal, IL (EE.UU.) Scharnett Associates Architects LLC (s.f.)

El término "**museo green**" (Brophy y Wylie, 2008) nace en la década de **1990**, teniendo como origen los **museos para niños**. El primer museo "green" fue **The Children's Discovery Museum**, que recibió la certificación LEED en 2005.



Grand Rapids Art Museum (2002-2004), Michigan (EE.UU.). GRAM(s.f.).

De estos pasó a los **museos de arte**, entre otros, en el contexto de la ecología. El primer museo de arte del mundo en obtener la certificación LEED en 2008 fue **Grand Rapids Art Museum** (2002-2004) Michigan (EE.UU.).



La metamorfosis semántica que al interno de la dialéctica de la sostenibilidad viene incidiendo sobre las ideas de naturaleza, tecnología y ecología, obliga a revisar el complejo concepto del **edificio sostenible**.

La **sostenibilidad como estrategia** debe ser abordada con un **enfoque** integrado, en el que se conciba como producto del sistema de relaciones activadas a través del ciclo vital de los materiales.



[Tata Steel BSL LIMITED](#) (2015)

Diseñar de manera ecológicamente responsable requiere una **postura y relación diferente** con el **ambiente natural**, como un **sistema operativo**. La sostenibilidad del edificio puede contribuir a interconectar las fases de diseño y obra y sólo a través del control de estas se hace posible obtener un producto final que satisfaga:

- Objetivos formales y funcionales;
- Requisitos normativos;
- Controles de calidad y rendimiento;
- Exigencias organizativas;
- Condicionantes socioeconómicas;
- Condicionantes ambientales;
- Envejecimiento controlado de los productos y materiales;
- Seguridad;
- Vida útil planificada.

Estrategias para el Proyecto de un Museo Sostenible



Objetivos del Desarrollo Sostenible - ONU
Organización de las Naciones Unidas (2015)



Métodos de Evaluación Ambiental
Syntegra Group (2014)

Estrategias para el Proyecto de un Museo Sostenible



Establece los estándares mínimos que un edificio debe cumplir para su certificación a partir de **macro categorías** (U.S. Green Building Council, 2013).

LEED Categorías de acreditación



Evalúa el manejo de prácticas de construcción responsables, vinculadas a las **categorías referidas**. Además, para un análisis exhaustivo del edificio añade **factores individuales**.

BREEAM Categorías

- MANAGEMENT
- HEALTH & WELLBEING
- ENERGY
- TRANSPORT
- WATER
- MATERIALS
- WASTE
- LAND USE & ECOLOGY
- POLLUTION
- INNOVATION

El Museo como Paisaje Arquitectónico



Celadon Ceramics Museum (Kengo Kuma)
ASIA: China
Fotografía : Lanoo, J. (2017).



Biesbosch Dutch Museum (Studio M. Vermeulen)
EUROPA: Holanda
Fotografía: Tilleman, R. (2015).



Museo Arte, Arquitectura y Tecnología MAAT (AL_A)
EUROPA: Portugal
Fotografía: Hufton & Crow (2016).



Hiroshige Art Museum (Kengo Kuma)
ASIA: Japón
Fotografía: Šmídek, P. (2012).



Kaap Skil Maritime Museum (Mecanoo)
EUROPA: Holanda
Fotografía: Mecanoo (2012).



Natural History Museum of Utah (Ennead Architects)
AMERICA: USA
Fotografía: LERA Consulting Structural Engineers (2019).

El Museo como Paisaje Arquitectónico



Museo Conmemorativo del Terremoto de Wenchuan

Cai Yongjie

Sichuan, China

- Equilibrio visual entre el verde y el color de los materiales;
- Construcción bajo tierra y uso de cubiertas verdes;
- Continuidad y camuflaje del edificio a través de árboles (Metasequoia);
- Metáfora de la fractura del suelo generada por el terremoto.



Fotografía: Yongjie, C. (2016)

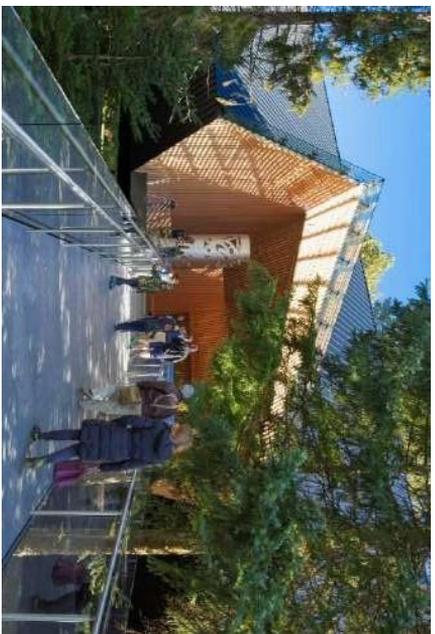


Fotografía: Yongjie, C. (2016)

El Museo como Exploración Matérica



Yusuhara Wooden Bridge Museum (Kengo Kuma)
ASIA: Japón
Fotografía: Ota, T. (2016).



Audain Art Museum (Patkau Architects)
AMERICA: Canada
Fotografía: Dow, J. / Patkaw Architects (2017).



River and Rowing Museum (David Chipperfield)
EUROPA: Reino Unido
Fotografía: Gilbert, D. & Bryant, R. (1997).



The Thar Desert Museum Rajasthan (Komal Kothari)
ASIA: India
Fotografía: Dinesh Khanna & Rupayan Sansthan Archive (s.f.).



Aspen Art Museum (Shigeru Ban)
AMERICA: Colorado, USA
Fotografía: Moran, M. /OTTO (2014).



Centre for Earth Architecture (Francis Keré)
AFRICA: Mali
Fotografía: Baan, I. (2011).

El Museo como Exploración Matérica



Museo de Arte Cómicu Yufuin

Kengo Kuma
Yufuin, Japón



Fotografía: Comico Art Museum Yufuin (2018)

- Uso externo del cedro carbonizado ("yakisugi"), tradición del Japón;
- Ritmo armonioso de fachada a través de los paneles de cedro;
- Uso interno de madera, tierra, bambú, washi (papel tradicional japonés), además de agua, como divisor y conector de espacios.

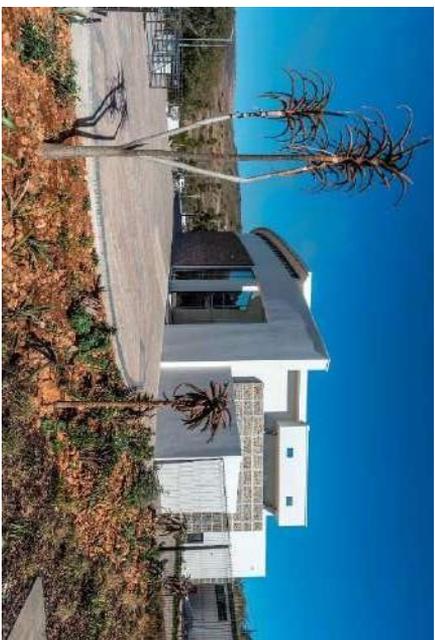


Fotografía: Fujitsuka, M. (2017)

El Museo como Conector entre Ciencia y Tecnología Sostenible



Water and Life Museum (Lehrer Architects)
AMERICA: California, USA
Fotografía: Chan, B. (s.f.)



National English Literary Museum (Intsika Architects)
AFRICA: Sur Africa
Fotografía: Solid Green Consulting CC. (2019).



Dutch Museum De Ronde Venen (Studio Marco Vermeulen)
EUROPA: Holanda
Fotografía: Studio Marco Vermeulen (2018).



Milwaukee Art Museum (Santiago Calatrava)
AMERICA: USA
Fotografía: Sesar, P. (2013).



Shanghai Natural History Museum (Perkins & Will)
ASIA: China
Fotografía: James and Connor Steinkamp (2015).



Beyeler Foundation (Renzo Piano)
EUROPA: Suiza
Fotografía: Fondation Beyeler (2019).

El Museo como Conector entre Ciencia y Tecnología Sostenible



Museu do Amanha
Santiago Calatrava
Brasil

- El primer museo en obtener la certificación LEED Gold en Brasil;
- Fachada dinámica, mediante elementos fotovoltaicos;
- Consumo de energía inferior al 40%. El 9% es por energía solar;
- Sistema de filtro del agua de mar para la regulación térmica;
- Ahorro estimado de agua de 9,6 millones de litros.



Fotografía: Huoliver, S. (2015)



Fotografía: Barreto, C. (2015)

Tecnologías Sostenibles para el Museo



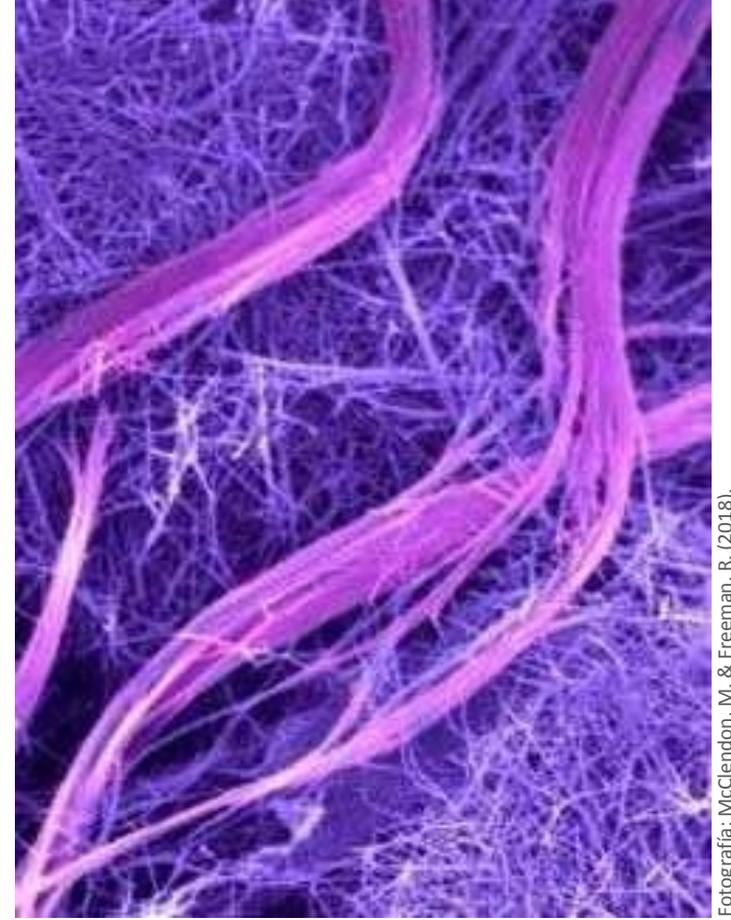
Fotografía: Barnes C. (2014).

Torre Hy-Fi MoMA PS1



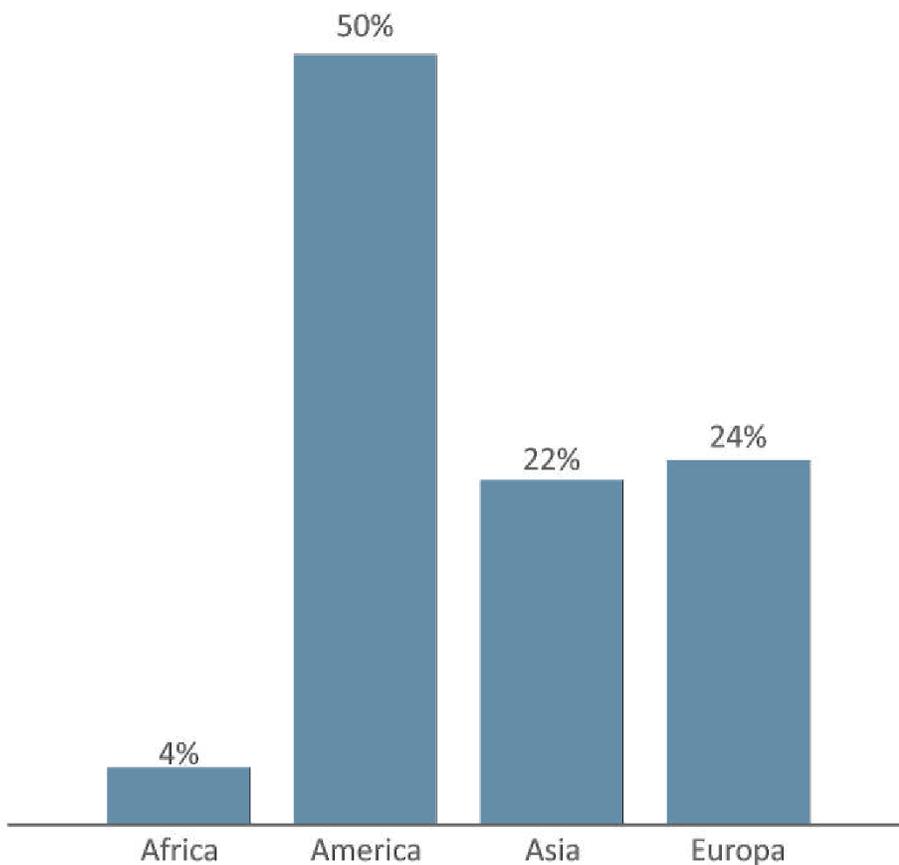
Fotografía: ARUP (2013).

BIQ House



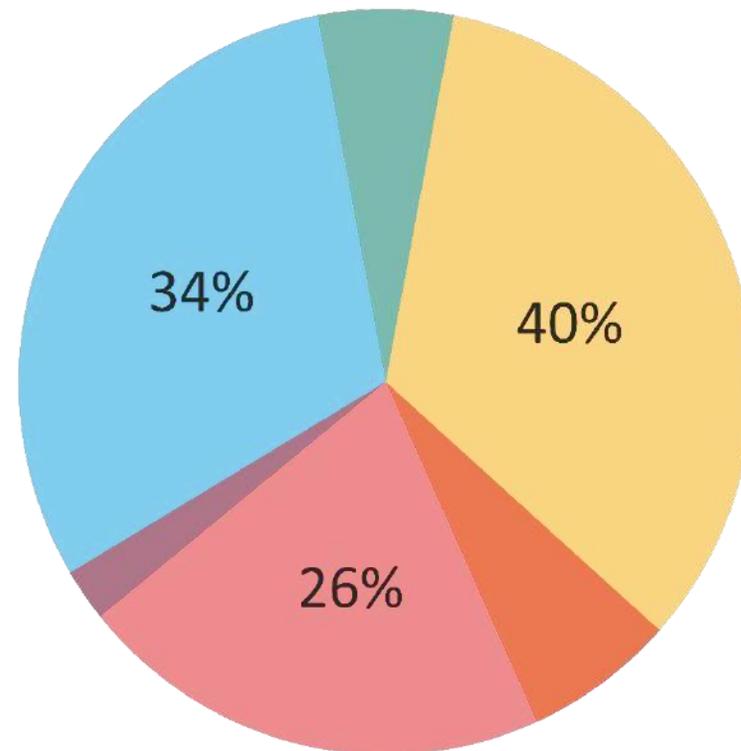
Fotografía: McClendon, M. & Freeman, R. (2018).

Materiales dinámicos



Museos sostenibles por continente

Elaboración propia (2019)

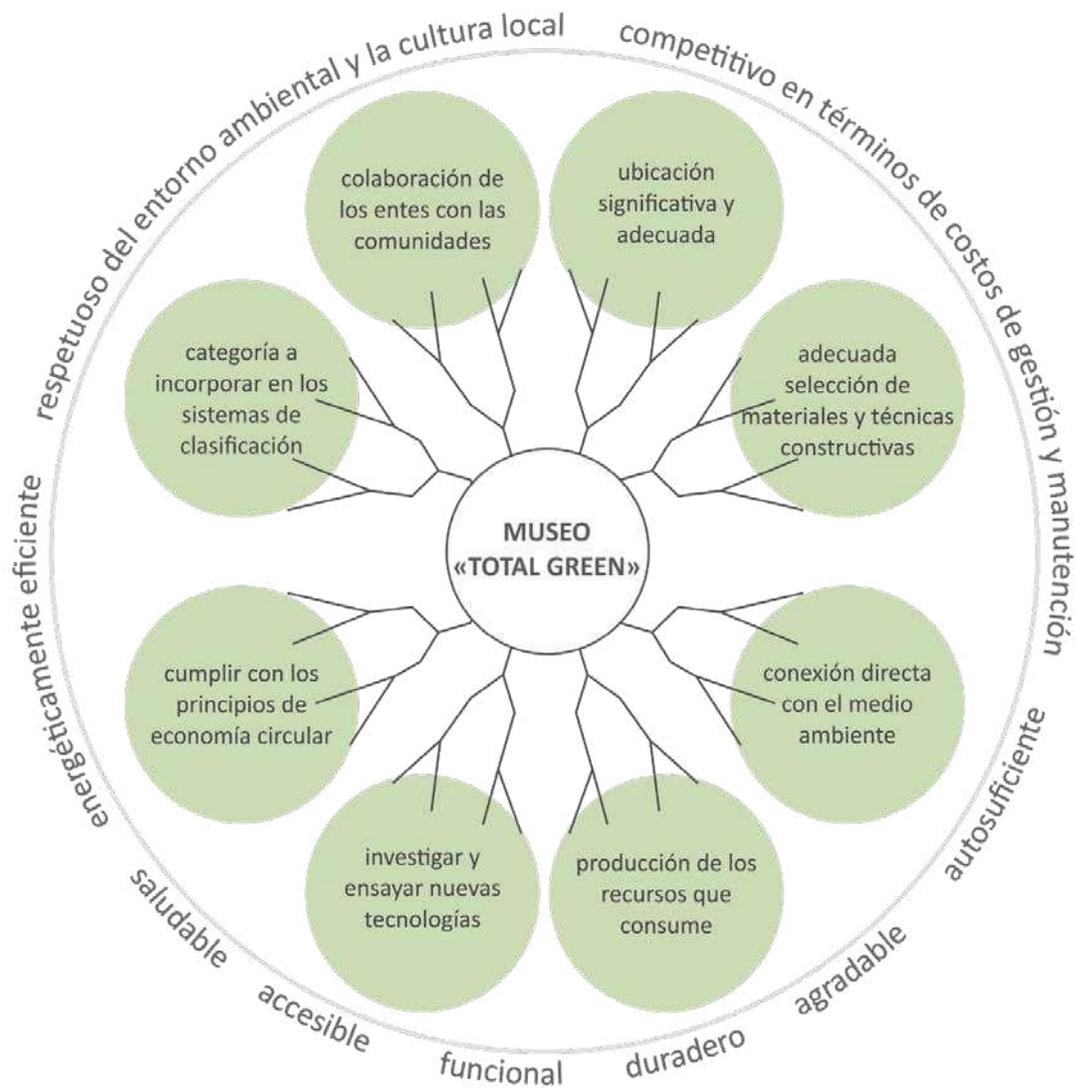


Museos sostenibles por categoría temática

Elaboración propia (2019)

- CATEGORÍAS PRINCIPALES DE MUSEOS**
- COMO PAISAJE ARQUITECTÓNICO
 - COMO EXPLORACIÓN MATERICA
 - COMO CONECTOR ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA SOSTENIBLE
- MUSEOS EN DOS CATEGORÍAS**
- COMO PAISAJE ARQUITECTÓNICO y EXPLORACIÓN MATERICA
 - COMO PAISAJE ARQUITECTÓNICO y CONECTOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 - COMO EXPLORACIÓN MATERICA y CONECTOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA
- MUSEOS EN LAS TRES CATEGORÍAS**
- COMO PAISAJE ARQUITECTÓNICO, EXPLORACIÓN MATERICA y CONECTOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Directrices para el Museo Sostenible Integral



El museo es uno de los temas edilicios más significativos para afrontar y estudiar el **reto de la sostenibilidad** de manera integral, desde el cual luego se podrá transferir a otros ámbitos tipológicos.

El museo sostenible integral debe asumir un enfoque proyectual integrado.



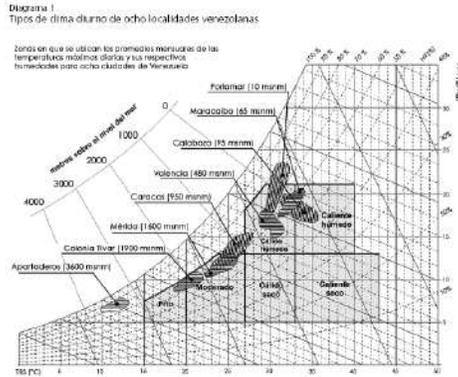
Gracias!

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado artificialmente ubicado en la ciudad de Caracas

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

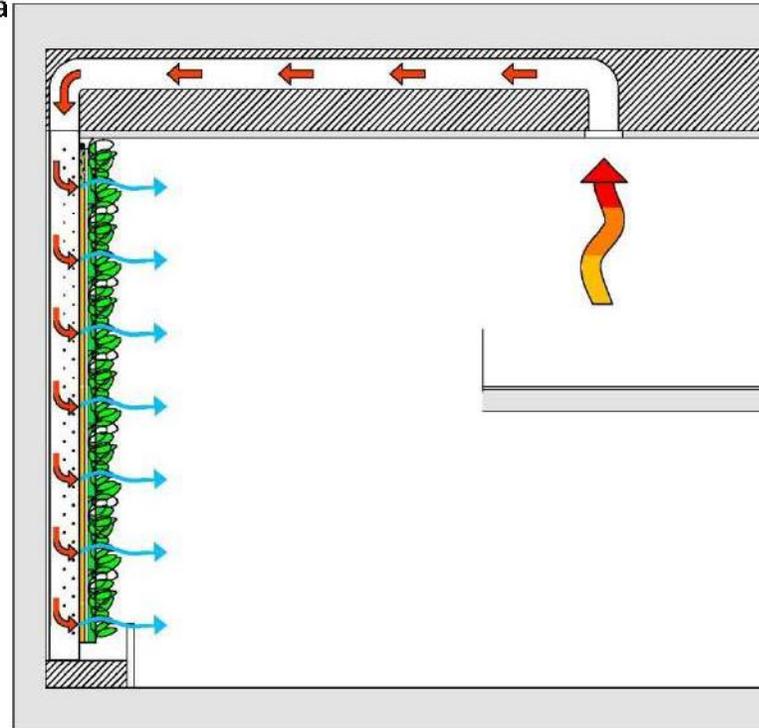
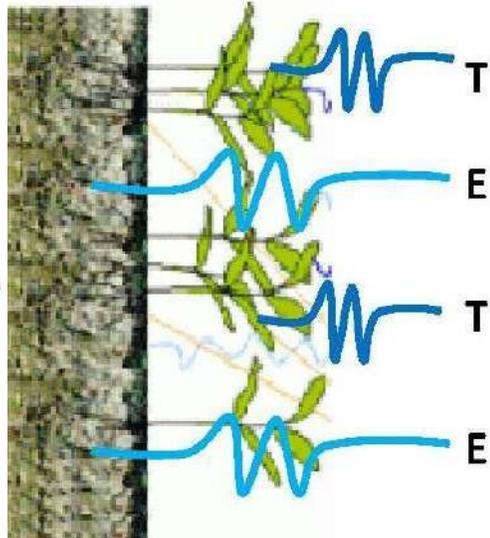
Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

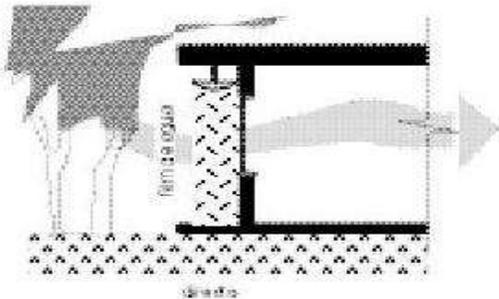


Intercambio de calor y masa mediante proceso evaporativo de saturación adiabática, disminuyendo temperatura y aumentando humedad.

$$ET = E + T$$



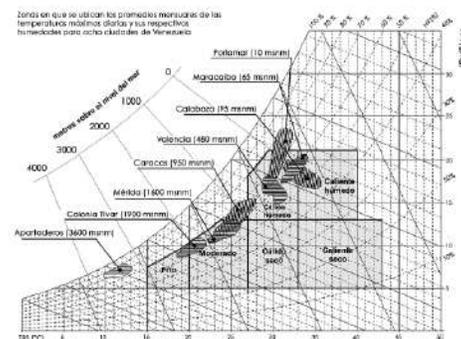
Introducción Sistema vegetal ventilado.



Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

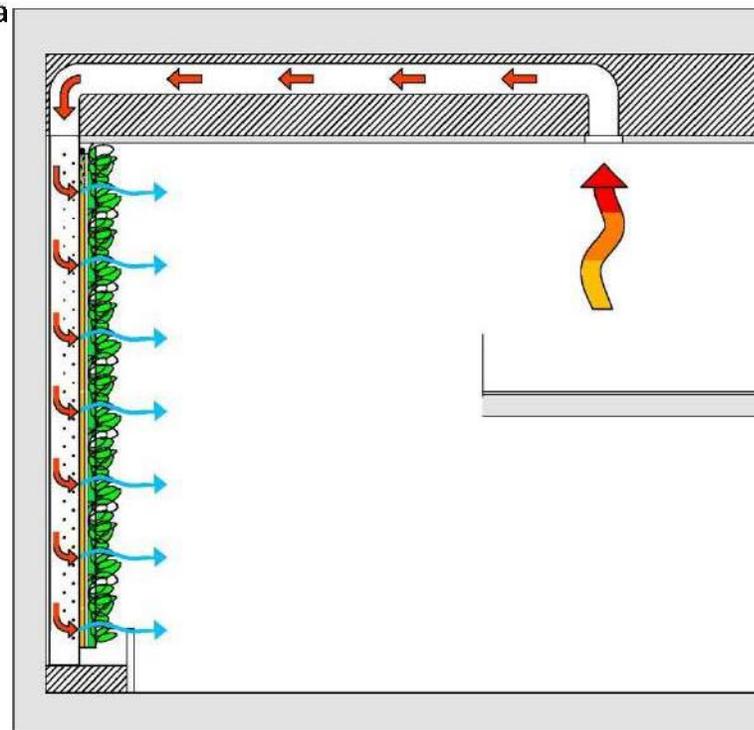
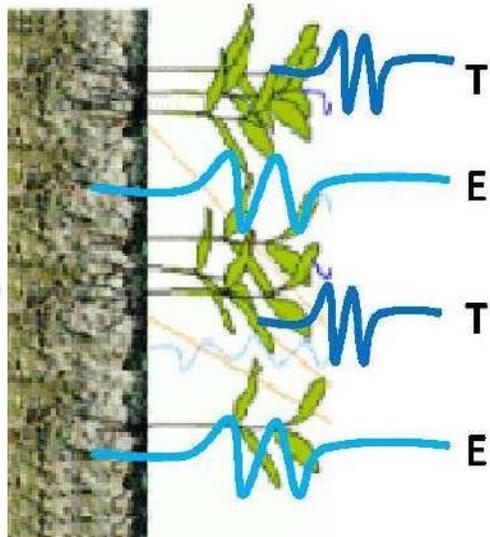
Diagrama 1
Tipos de clima diurno de ocho localidades venezolanas



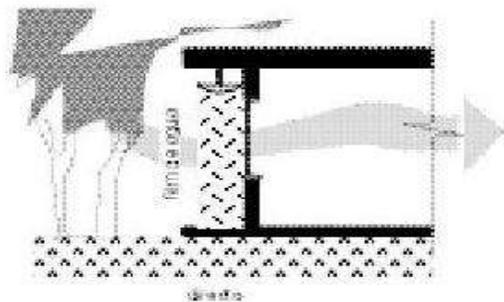
Intercambio de calor y masa mediante proceso evaporativo de saturación adiabática, disminuyendo temperatura y aumentando humedad.



$$ET = E + T$$



Introducción Sistema vegetal ventilado.



Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

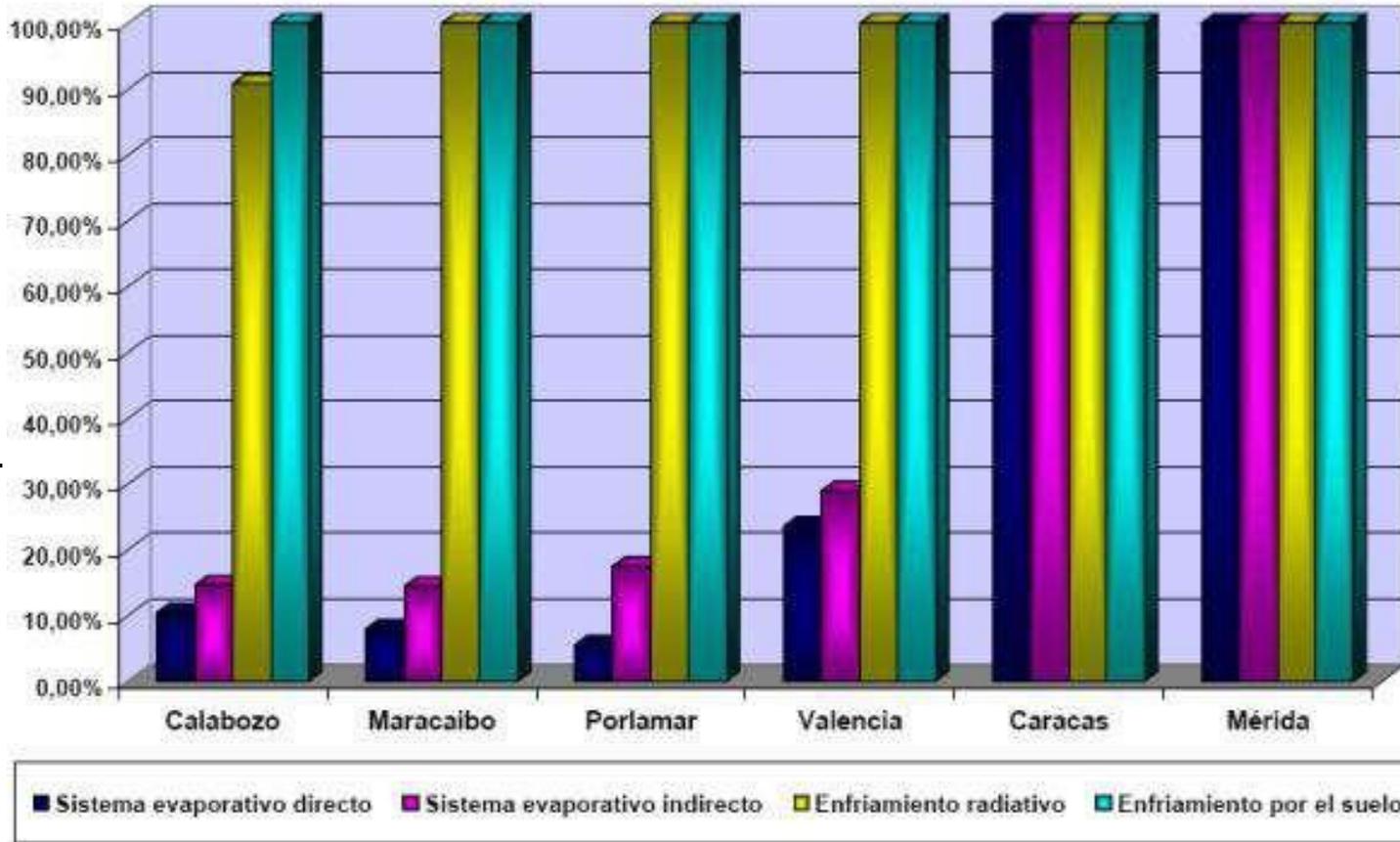
Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.



Prof. Ma. Elena Hobaica.
Investigador. IDEC .

“...potencial significativo en el ámbito europeo... se busca evaluar su potencial en (...)Venezuela...”
(Hobaica et

al,2001:11).



Introducción
Antecedentes.

Factores de Cobertura de técnicas evaluadas en ciudades con las zonas climáticas más representativas de Venezuela, Hobaica, Belarbi, LEPTAB, IDEC-FAU-UCV. Fuente: Lorenzo, E., 2008

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Módulo Control.

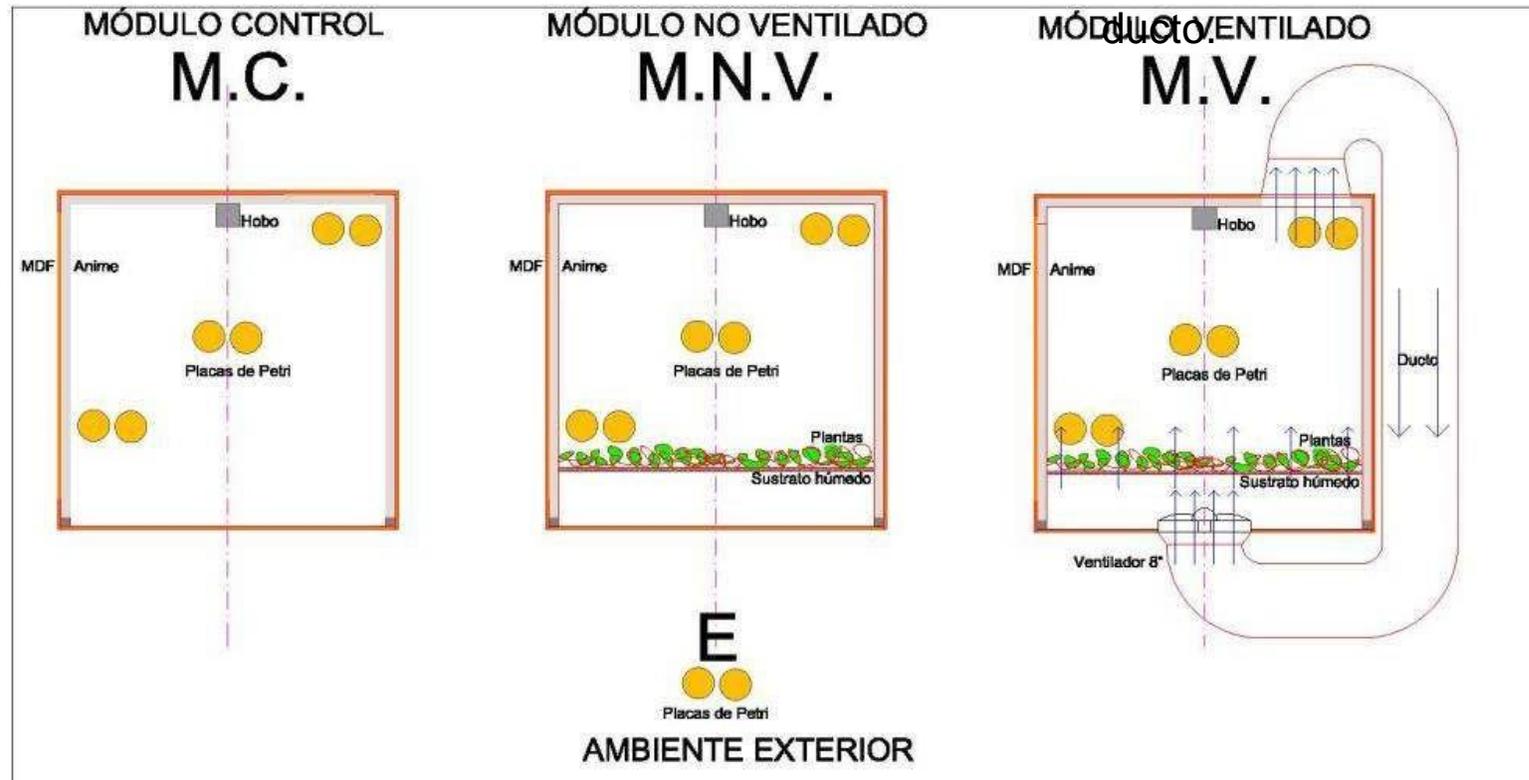
- Cajón 1m³

Módulo NO Ventilado.

- Cajón 1m³
- Panel con las plantas.

Módulo Ventilado.

- Cajón 1m³
- Panel con las plantas.
- Ventilador con



Plantas:



Pothos

[*Epipremnum aureum*](#)

Prototipo experimental.

Asesor. Prof. Yuraima Córdova,
Lab. Biología Sanitaria, UCV.

Evaluación
experimental
Diseño de la
experimentación

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

					Mediciones por día de muestreo				
	Variables	Símbolo	Unidad	Instrumento	Módulo Control	Módulo Experimental No Ventilado	Módulo Experimental Ventilado	Ambiente exterior	Total/día
Estudio térmico y microbiológico del aire									

Evaluación experimental
Diseño de la experimentación

Variables e instrumentos de medición.

CRONOGRAMA						
D	L	M	M	J	V	S
					*	
	**				*	
	**				*	
	**					

- * Preparación muestras (lab.).
- ** Exposición muestras (campo).
- Medición (campo) y conteo (lab.).

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

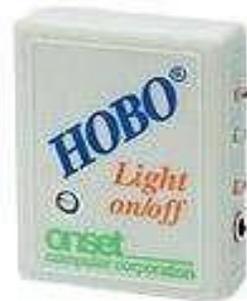
					Mediciones por día de muestreo				
	Variables	Símbolo	Unidad	Instrumento	Módulo Control	Módulo Experimental No Ventilado	Módulo Experimental Ventilado	Ambiente exterior	Total/día
Estudio térmico y microbiológico del aire	Humedad Relativa	HR	%	Termo higrómetro (Hobo)	48	48	48	48	192
	Temperatura	T	°C						

Evaluación experimental
Diseño de la experimentación

Variables e instrumentos de medición.



HOBO data logger.
Tem/Rh/light/ext



HOBO Rh/Temp/2X
channel externa

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

					Mediciones por día de muestreo				
	Variables	Símbolo	Unidad	Instrumento	Módulo Control	Módulo Experimental No Ventilado	Módulo Experimental Ventilado	Ambiente exterior	Total/día
Estudio térmico y microbiológico del aire	Humedad Relativa	HR	%	Termo higrómetro (Hobo)	48	48	48	48	192
	Temperatura	T	°C						
	Bacterias totales	AN	UFC/m ³	Placas de Petri	3	3	3	1	11
	Hongos totales	AS			3	3	3	1	11
						Leyenda: UFC unidades formadoras de colonias.			

Evaluación experimental
Diseño de la experimentación

Variables e instrumentos de medición.



Material para preparación medios de cultivo.



Preparación Placas de Petri en cuarto de cultivo

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.



Módulos experimentales armados.



Hobo en el interior de los módulos



Exposición de medios de cultivo en placas de Petri.



Se reservan y retiran placas para su traslado al laboratorio.

Evaluación experimental Mediciones

Fuente: elaboración propia.

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.



Reserva de las placas durante periodo de conteo de UFC. Fuente: elaboración propia



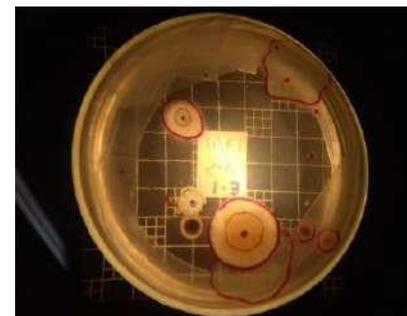
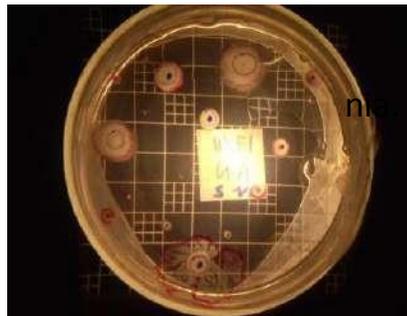
Cuenta colonias. Fuente: elaboración propia.

Fuente: elaboración propia.

Placas dispuestas para Placas de Petri.

AN: Cultivo de bacterias.

AS: Cultivo de hongos



Evaluación experimental
Mediciones

Gráfico Conteo A.S. (hongos) en UFC en módulos ventilado(V), no ventilado(NV), control(C) y ambiente exterior (E).
Noviembre 2017. Fuente: elaboración propia.



Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

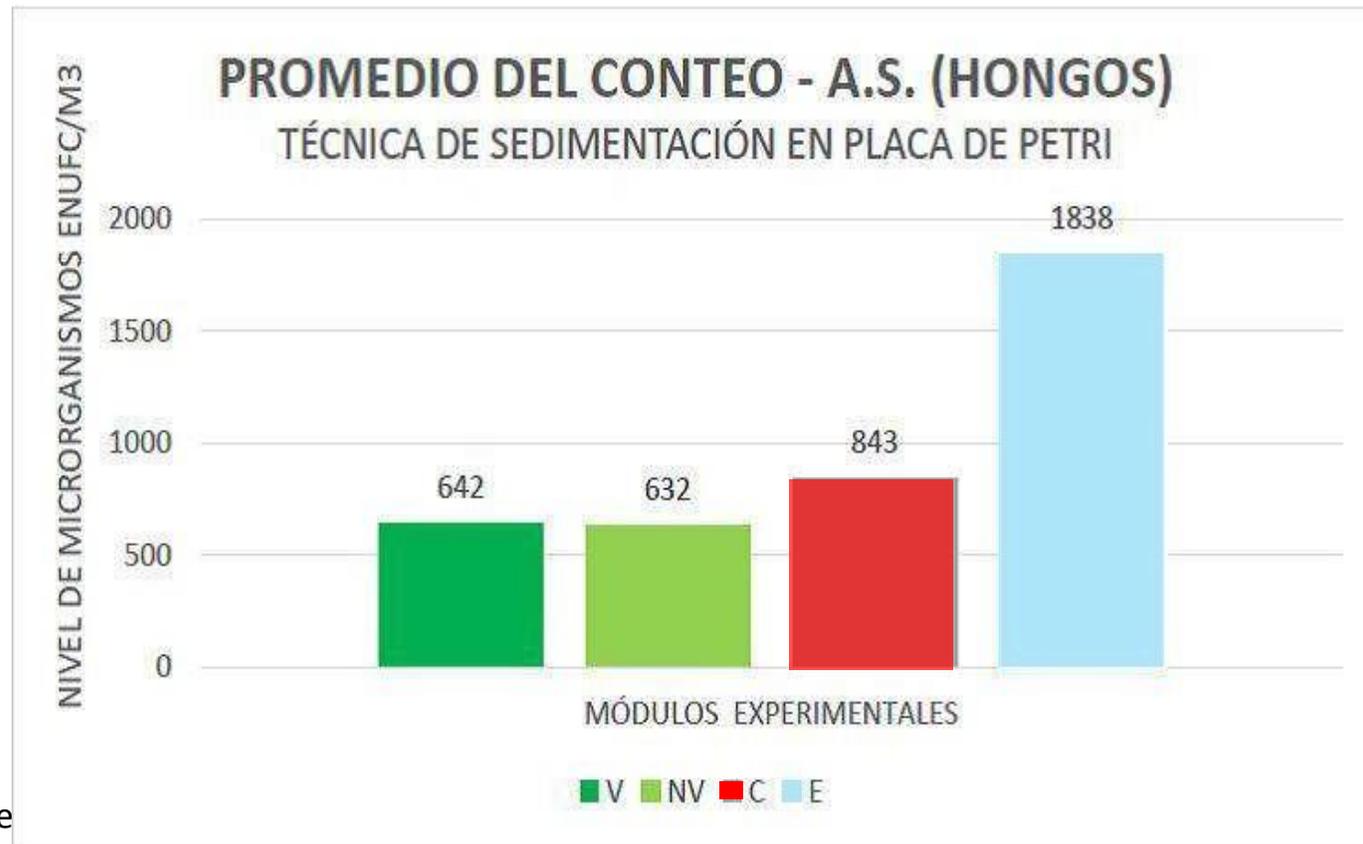


Gráfico Conte

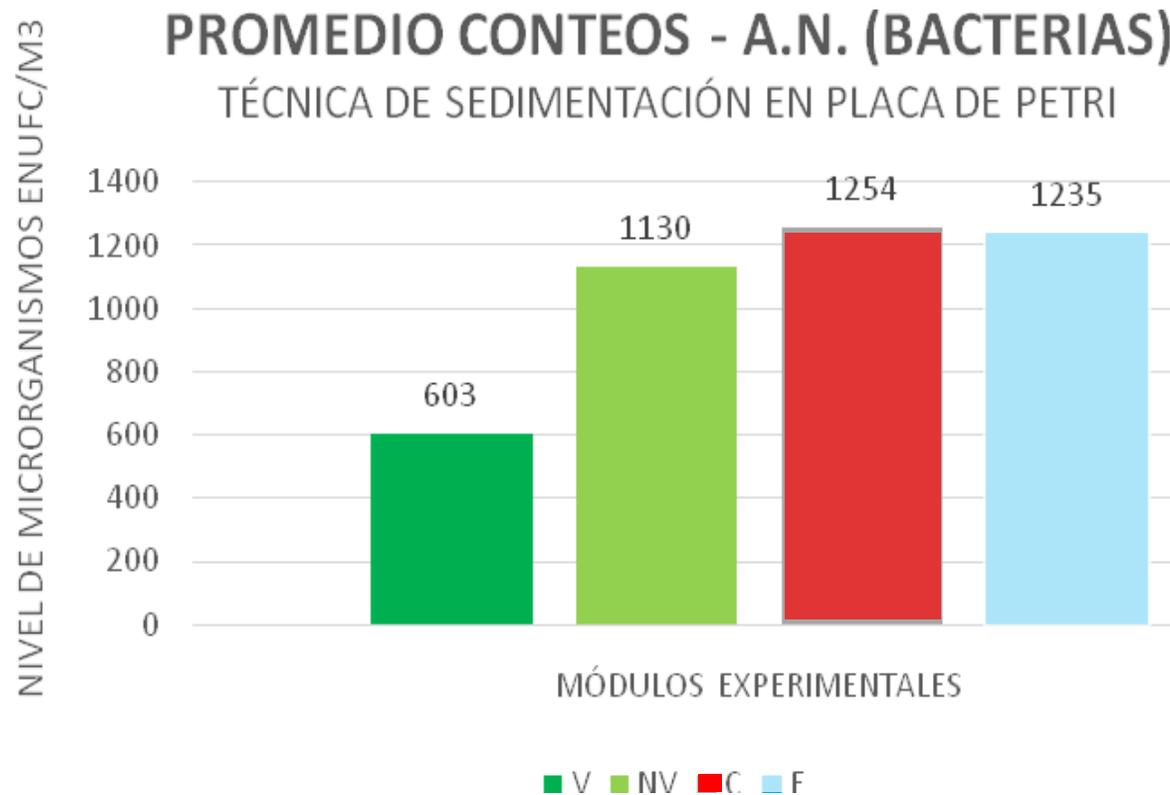
terior (E).

noviembre 2017. Fuente. elaboración propia.

Evaluación
experimental
Resultados

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.



Evaluación
experimental
Resultados

Gráfico Conteo A.N. (bacterias) en UFC en módulos ventilado(V), no ventilado(NV), control(C) y ambiente exterior (E).
Noviembre 2017. Fuente: elaboración propia.

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Categoría de contaminación	UFC/m ³ en el aire	
	Bacteria	Hongos
Muy bajo	< 50	< 25
Bajo	50 - 100	25 - 100
Intermedia	100 - 500	100 - 500
→ Alto	500 - 2.000	500 - 2.000
Muy alto	> 2.000	> 2.000

Puntos de muestreo	Nivel de microorganismos. Promedio AS - AN (UFC/m ³)
MV	622
MNV	882
MC	1049
AE	1537

Evaluación experimental
Resultados

Porcentaje de calidad microbiológica del aire en los sistemas evaluados. Fuente: elaboración propia.

Niveles de microorganismos en el aire de ambientes de interiores no industriales. Fuente: Comisión de las Comunidades Europeas (ECC, 1993).

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Categoría de contaminación	UFC/m ³ en el aire	
	Bacteria	Hongos
Muy bajo	< 50	< 25
Bajo	50 - 100	25 - 100
Intermedia	100 - 500	100 - 500
→ Alto	500 - 2.000	500 - 2.000
Muy alto	> 2.000	> 2.000

Puntos de muestreo	Nivel de microorganismos. Promedio AS - AN (UFC/m ³)	Calidad del aire promedio AS-AN (%)
MV	622	69
MNV	882	56
MC	1049	47,5
AE	1537	26,87

Evaluación experimental
Resultados

Niveles de microorganismos en el aire de ambientes de interiores no industriales. Fuente: Comisión de las Comunidades Europeas (ECC, 1993).

Porcentaje de calidad microbiológica del aire en los sistemas evaluados. Fuente: elaboración propia.

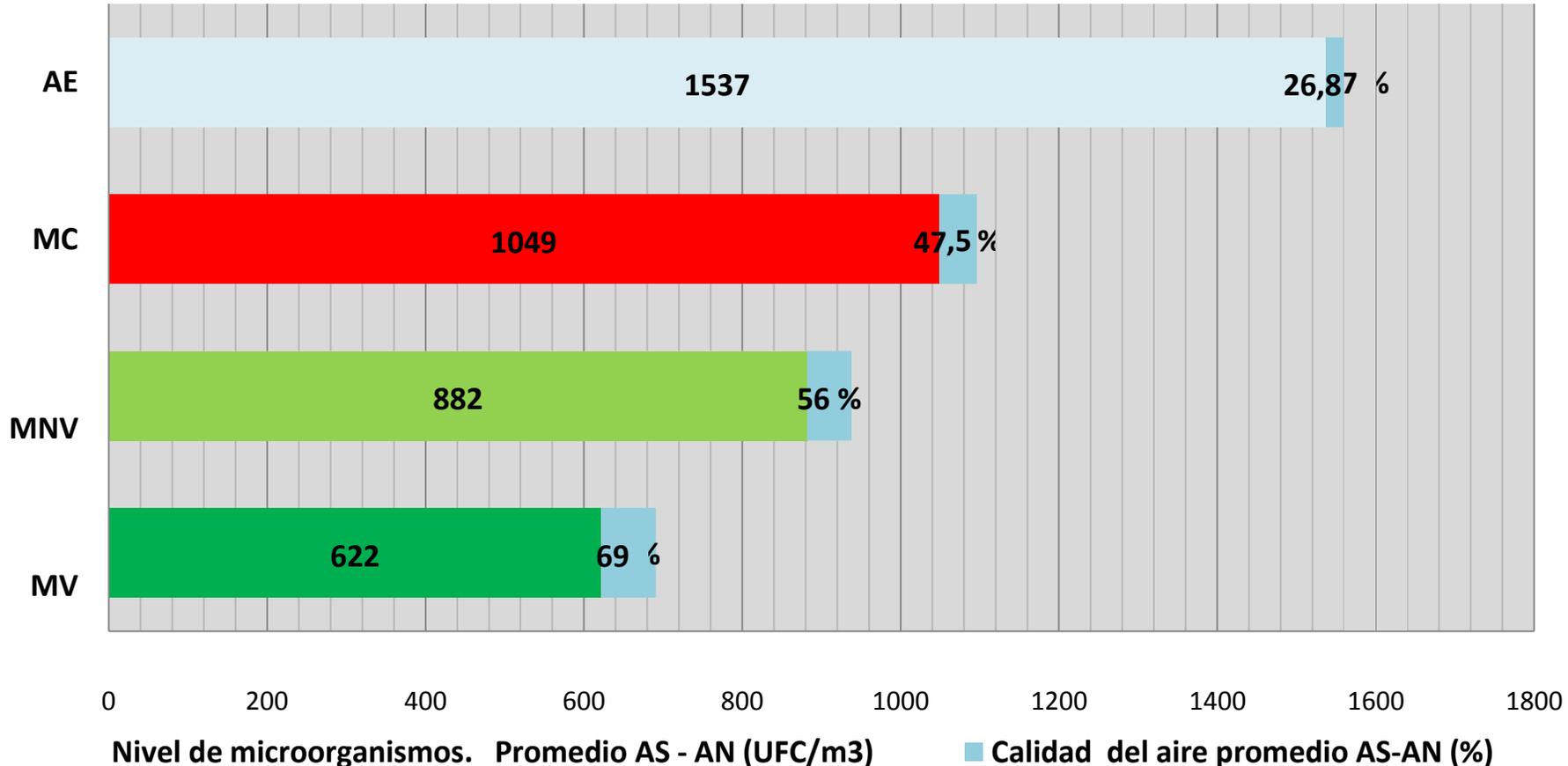
CATEGORÍA DE CONTAMINACIÓN																						
	MUY BAJO-BAJO	INTERMEDIO					ALTO										MUY ALTO					
UFC/m ³	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	> 2000
%	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	<0
CALIDAD DEL AIRE																						

Matriz de categoría de contaminación y de calidad del aire. Fuente: elaboración propia.

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Calidad del aire (valor promedio).



Gráfico; valores de UFC promedio por punto de muestreo y su correspondiente valor porcentual de calidad del aire Para cada uno de los módulos. Fuente: elaboración propia.

Evaluación
experimental
Resultados

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Registro promedio de temperatura y humedad relativa							
Ambiente Exterior		Módulo Control		Módulo No ventilado		Módulo Ventilado	
Temp (*C)	RH (%)	Temp (*C)	RH (%)	Temp (*C)	RH (%)	Temp (*C)	RH (%)
23,55	76,17	23,14	75,75	22,81	88,54	21,14	83,47

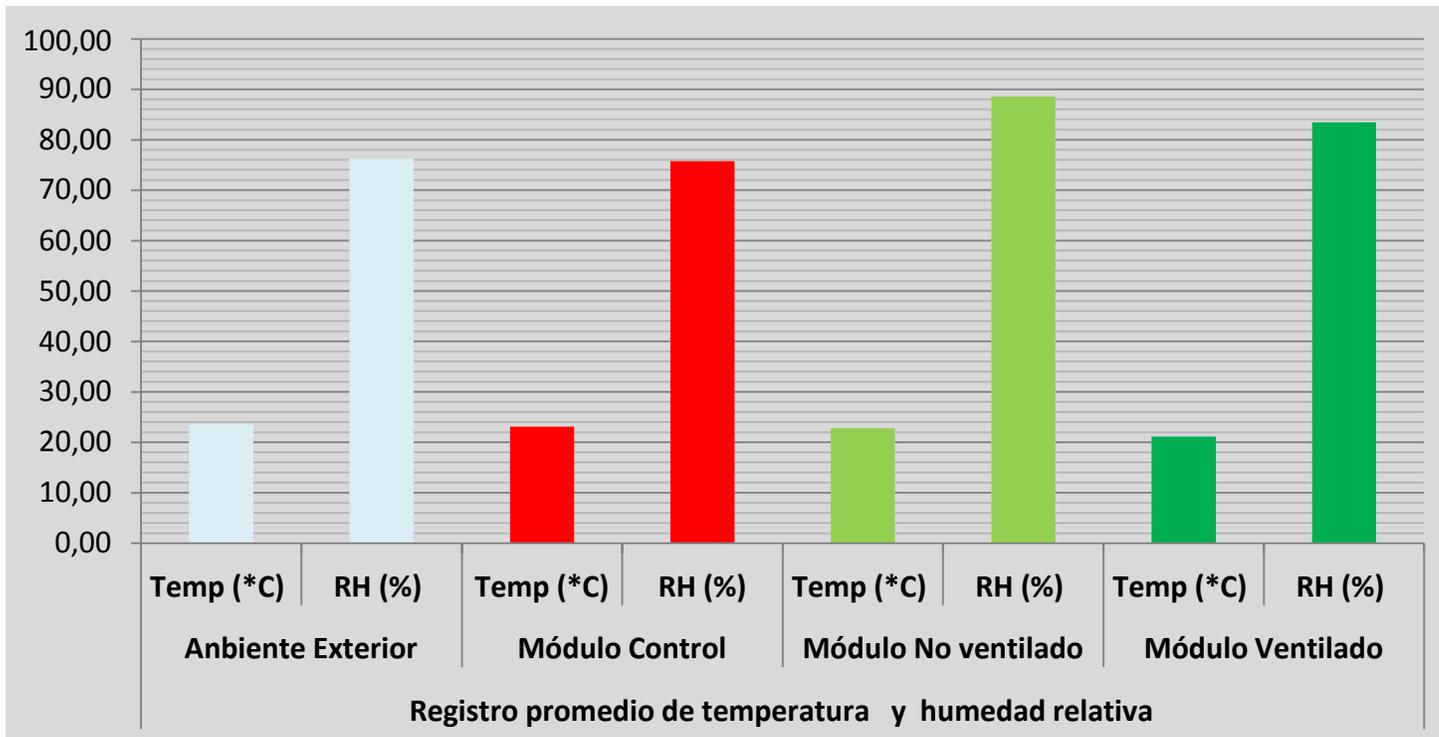


Gráfico comparativo de temperatura y humedad relativa.

Fuente: elaboración propia.

Evaluación
Experimental
Resultados

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Registro promedio de temperatura y humedad relativa							
Ambiente Exterior		Módulo Control		Módulo No ventilado		Módulo Ventilado	
Temp (*C)	RH (%)	Temp (*C)	RH (%)	Temp (*C)	RH (%)	Temp (*C)	RH (%)
23,55	76,17	23,14	75,75	22,81	88,54	21,14	83,47

Evaluación
Experimental
Resultados

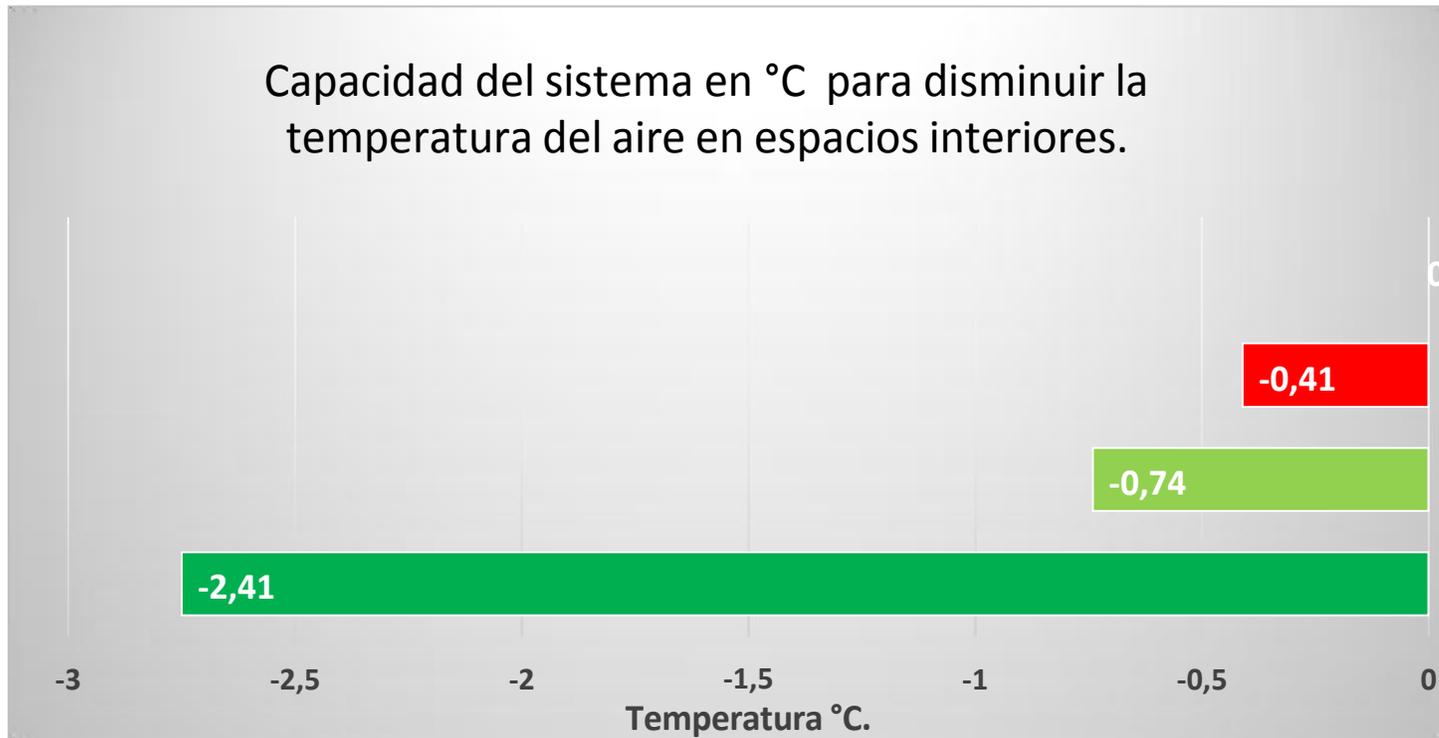


Gráfico de capacidad para disminuir la temperatura del aire.

Fuente: elaboración propia.

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

- Los resultados del estudio térmico indican para el mes de noviembre en la ciudad de Caracas, que los espacios interiores con sistemas vegetales logran una temperatura 0,74 °C menor con respecto al ambiente exterior, mientras que los espacios con sistemas vegetales ventilados logran una temperatura 2,41 °C menor.
- Los resultados del estudio microbiológico indican que los espacios interiores con sistemas vegetales poseen una mejor calidad de aire en un 8,5%, mientras que los espacios con sistemas vegetales ventilados registran una mejor calidad de aire en un 22%. Ambos en comparación con espacios interiores que carecen de plantas.

Evaluación
Experimental
Conclusiones

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

- Los resultados obtenidos son consistentes con los antecedentes consultados, aunque con cifras significativamente menores a las por ellos reportadas, lo que se asocia a la elevada humedad presente en el tipo de clima cálido húmedo, donde se lleva a cabo la experimentación.
- La aplicación de sistemas vegetales ventilados en ambientes de clima cálido húmedo es eficiente con respecto a la disminución de temperatura y mejoramiento de la calidad del aire, sin embargo su potencial para ser implementados como el único mecanismo de climatización es limitado, por lo que debe funcionar como complemento de otros sistemas.

Evaluación
Experimental
Conclusiones

Estudio de calidad del aire interior de un sistema vegetal ventilado.

Tutor: Prof. Ernesto Lorenzo, autor: Arq. Ángela Papadía.

Gracias.

APRENDIZAJES DE TRANSPORTE SOSTENIBLE EN CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

AUTOR:

Eliana León Espinoza

Departamento de Planificación Urbana
Universidad Simón Bolívar
elianaleon@usb.ve

Transporte Sostenible

- El transporte sostenible es “la provisión de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y productos, necesarios para el desarrollo económico y social... al alcance de todos, al tiempo que reduce los impactos negativos en la salud y el medio ambiente” (HIDALGO, 2011).



La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Transporte

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

Asamblea General de las Naciones Unidas (2015) → 17 ODS, 169 metas → **TRANSPORTE**

ODS 11: “Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” y respecto al transporte:

“proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos” (ONU, 2015).

Modos de Transporte Sostenible (TS)

Caminata



Zona peatonal en la ciudad de Wujan, China

Fuente: Hickman y otros (2011)

Bicicleta



Sistemas ferroviarios



BRT



Sistema BRT completo, Bogotá, Colombia

Fuente: ITDP (2010)

Sistemas de transporte por cable



Sistema monocable de La Paz, Bolivia

Fuente: <https://www.colourbox.com/image/cable-car-lapaz-image-18117380>

NO MOTORIZADOS

MOTORIZADOS

Según el Observatorio de Movilidad Urbana (2016), en América Latina:

- Viajes en transporte público colectivo (TPC): 42%.
- Modos de transporte no motorizado (TNM): 32%.
- Modos de transporte individual motorizado: 26%.

América Latina ha sido pionera en el diseño y aplicación de novedosas soluciones en materia de transporte sostenible



Experiencias TS en América Latina

CURITIBA, BRASIL

- Plan de urbanismo de Curitiba (1960): lineamientos sostenibilidad y planificación integral, y un Sistema BRT → ejes de desarrollo lineal + rutas expresas + novedosas estrategias de operación + nueva flota + sistemas automatizados de control.
- 6,10 MM viajes diarios: 35% viajes en TNM y 28% en TPC.

El ejemplo a seguir: Planificación, acompañada de un serio proceso de seguimiento y control. Integración institucional y tarifaria. Información al usuario.

ROSARIO, ARGENTINA Plan Integral de Movilidad (2002): planificación del transporte con perspectiva inclusiva y participativa, a través de 5 ejes de gestión que propician el empoderando al usuario del TPC y priorizan al peatón, en relación al vehículo.

- 1,88 MM viajes diarios: 32% en TPC y 21% en TNM.

Participación ciudadana activa. Transformación de las formas de organización de las operadoras de TPC. Integración de TPC. Fortalecimiento del TNM. Uso de las nuevas tecnologías.



SANTIAGO, CHILE

- Plan de Transporte Urbano para Santiago (2000), con lineamientos de TS y la concepción del **TRANSANTIAGO**, cuya ejecución que no atendió las necesidades de la demanda, no hubo integración, ni la infraestructura necesaria, contaba con menos vehículos de los necesarios, información fue débil e insuficiente, tenía debilidades institucionales y falta de seguimiento.
- 13,7 MM viajes diarios: 40% TPC y 17% en TNM.

Un ejemplo de cómo no se debe abordar la transformación de un sistema de transporte público.

MEDELLÍN, COLOMBIA

- Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá (2005): implantación de un sistema de transporte con criterios de integración, acompañado de una estrategia de recuperación, rehabilitación y revaloración del espacio urbano en su entorno.
- 5,6 MM viajes diarios: 41% TPC y 26% TNM.
- Sistema de transporte público por cable → 53 mil pasajeros diarios, en zonas de difícil acceso.

Integración y modernización organizativa de un TPC de alta capacidad . El ST cable y el mejoramiento urbano del entorno.

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN



LA PAZ, BOLIVIA

- Área Metropolitana La Paz-El Alto: 35% población pobre. TP informal, desregulado, baja seguridad y calidad, altamente contaminante; exceso de oferta (gran número de vehículos obsoletos y de muy baja capacidad) → **Sistema de transporte público por cable, tipo teleférico** → **440.000 pasajeros diarios**.
- 2,5 MM viajes diarios: 59% TPC y 19% TNM.

Un modo de transporte asequible para la población de menos recursos económicos, cautiva del transporte público → **Inclusión social. Uso de energías limpias.**

MONTEVIDEO, URUGUAY

- Plan Montevideo (1998): instrumento de ordenamiento territorial con directrices generales de transporte → ST metropolitano sostenible con esquema tronco-alimentador, canales exclusivos, integrado (incluso con TNM y carga).
- 3 MM viajes diarios: 36% TPC y 11% TNM.

Aplicación de la planificación integral. Manejo de todos los componentes del sistema de transporte (incluidos los modos no motorizados y el transporte de carga).

Seguimiento y control.



Experiencias TS en América Latina



CIUDAD DE MÉXICO, MÉXICO

- “10 Acciones de la Ciudad de México para enfrentar el Cambio Climático” (2010) ←altísima producción de CO₂ → Ecobici: Tecnología Smartbike y 35.000 usuarios diarios.
- 43 MM viajes diarios: 59% TPC y 20% TNM.
- Gestión de los servicios de transporte con visión de eficiencia y aplicación de estándares de calidad.
- Integración de los diferentes modos de TP.



SBP fortalecido, como modo de transporte innovador que ha venido ganando adeptos frente al automóvil, permite el desarrollo de las capacidades físicas del usuario, disminuye las emanaciones contaminantes y reduce los tiempos de viaje.

Experiencias TS en América Latina

Tabla 1: Comparativo de viajes diarios en ciudades latinoamericanas

CIUDAD	POBLACIÓN (Millones Hab.)	SUPERFICIE (km ²)	NÚMERO DE VIAJES DIARIOS							
			A PIE Y BICICLETA		TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO		TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO		TOTAL	
			MILLONES VIAJES/DÍA	%	MILLONES VIAJES/DÍA	%	MILLONES VIAJES/DÍA	%	MILLONES VIAJES/DÍA	%
Curitiba	3,4	425	2,1	35	1,7	28	2,3	37	6,1	100
Rosario	1,3	150	0,4	21	0,6	32	0,88	46,8	1,88	100
Santiago de Chile	5,8	662	2,3	17	5,5	40	5,9	43	13,7	100
Medellín	3,4	173	1,5	26	2,3	41	1,8	33	5,6	100
La Paz	1,7	130	0,45	19	1,75	69	0,3	12	2,5	100
Montevideo	1,8	579	0,3	11	1	36	1,45	53	2,75	100
Ciudad de México	20,4	2.609	8,8	20,4	25,2	58,5	9,1	21,1	43,1	100
				21%		50%			75	

Componentes de un STS según consulta a expertos



- **PLANIFICACIÓN INTEGRAL**
- **ESTÍMULO AL USO DEL TRANSPORTE NO MOTORIZADO**
- **DESESTÍMULO AL USO DEL AUTOMÓVIL**

Aprendizajes TS en América Latina

- **Curitiba** demuestra que los criterios de **sostenibilidad e integración** son determinantes
- **Montevideo** destaca la importancia de la **visión integral holística**
- **Rosario** expone la importancia de la **participación ciudadana** y de reducir el número de operadoras de transporte
- **Ciudad de México** materializa un cambio de paradigmas en cuanto a la **sustitución del uso del vehículo por la bicicleta**
- **Medellín y La Paz** generan inclusión social, a través de los sistemas de **cable**.
- **Santiago** enseña que no se deben **aplicar cambios a los sistemas de transporte** de la noche a la mañana, sin la debida **información al usuario** y sin un auténtico **conocimiento de las características de la demanda del servicio** (aspectos cualitativos).

Conclusiones

- 75 MM de viajes diarios en las ciudades estudiadas → 71% TS.
- La **planificación integral**, con seguimiento, control y evaluación son fundamentales para lograr el éxito.
- Los planes de transporte deben tener una visión integral holística .
- Los **modos de transporte sostenible**, deben priorizarse: caminata, bicicleta y transporte público.
- Entender que las áreas para **peatones** y **ciclistas** deben ser atractivas, cómodas y seguras.
- La gestión participativa en el proceso de planificación del transporte, contribuye al éxito de los sistemas urbanos de TS.

Conclusiones

- Es posible la transformación de las tradicionales operadoras de TPC con apoyo del gobierno local y orientadas a un servicio de calidad.
- Los BRT se han posicionado como un modo de transporte masivo de alta eficiencia y bajo costo.
- El transporte público por cable, tiene menor impacto físico y mayor impacto social → generan inclusión para la población económicamente menos favorecida.
- La **integración del transporte** es fundamental para ofrecer servicio de calidad.
- Hay experiencias que se deben tener presentes para no replicarse, por cuanto conducen a soluciones insostenibles, que no mejoran la calidad del servicio de transporte y no gozan de la aceptación y credibilidad del usuario.



**EL PROCESO DE RECONOCIMIENTO DEL VALOR DE LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE CARACAS. PERIODO 1947-2000.**

Nelly Del Castillo Loreto¹.

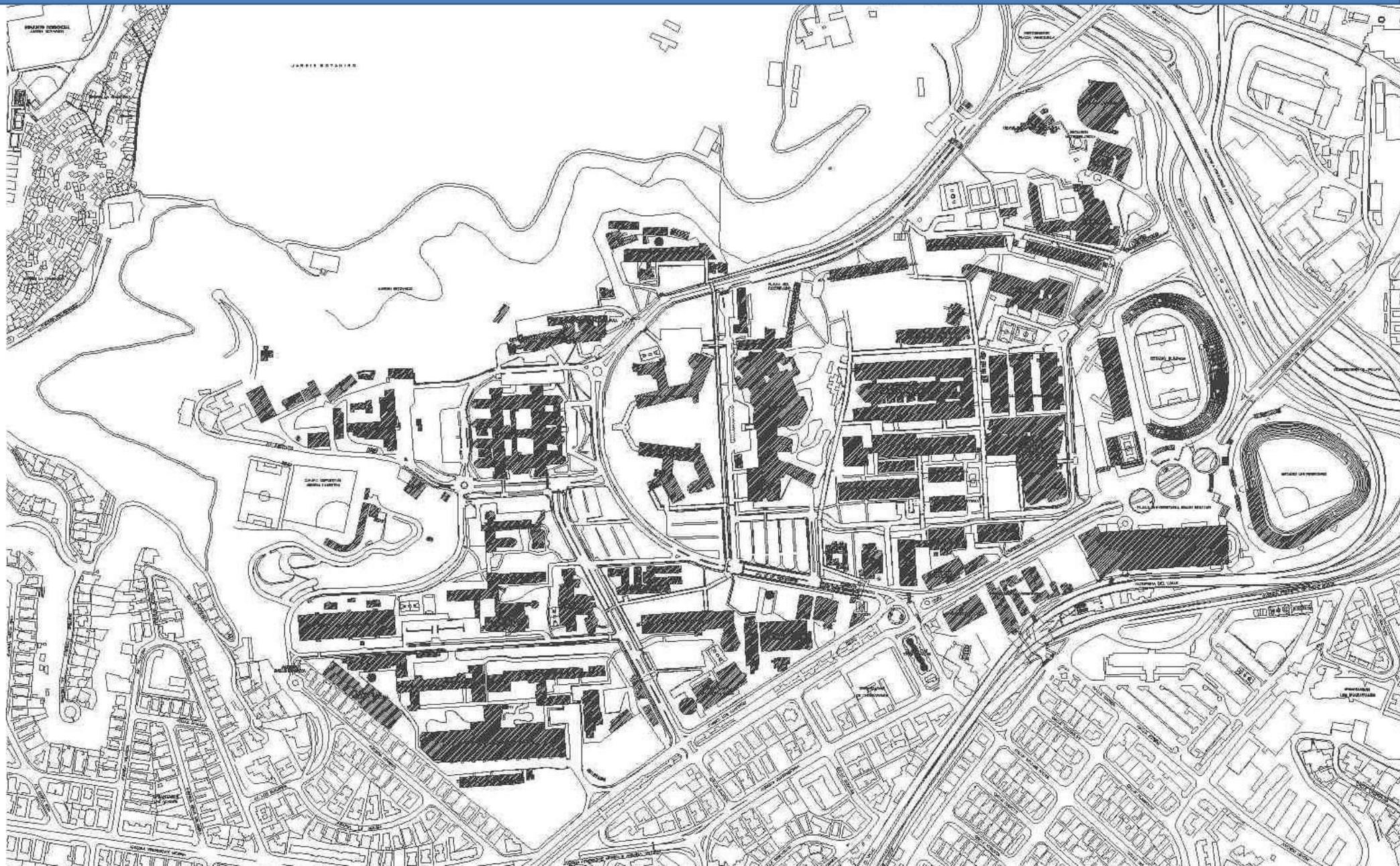
Ocupación.

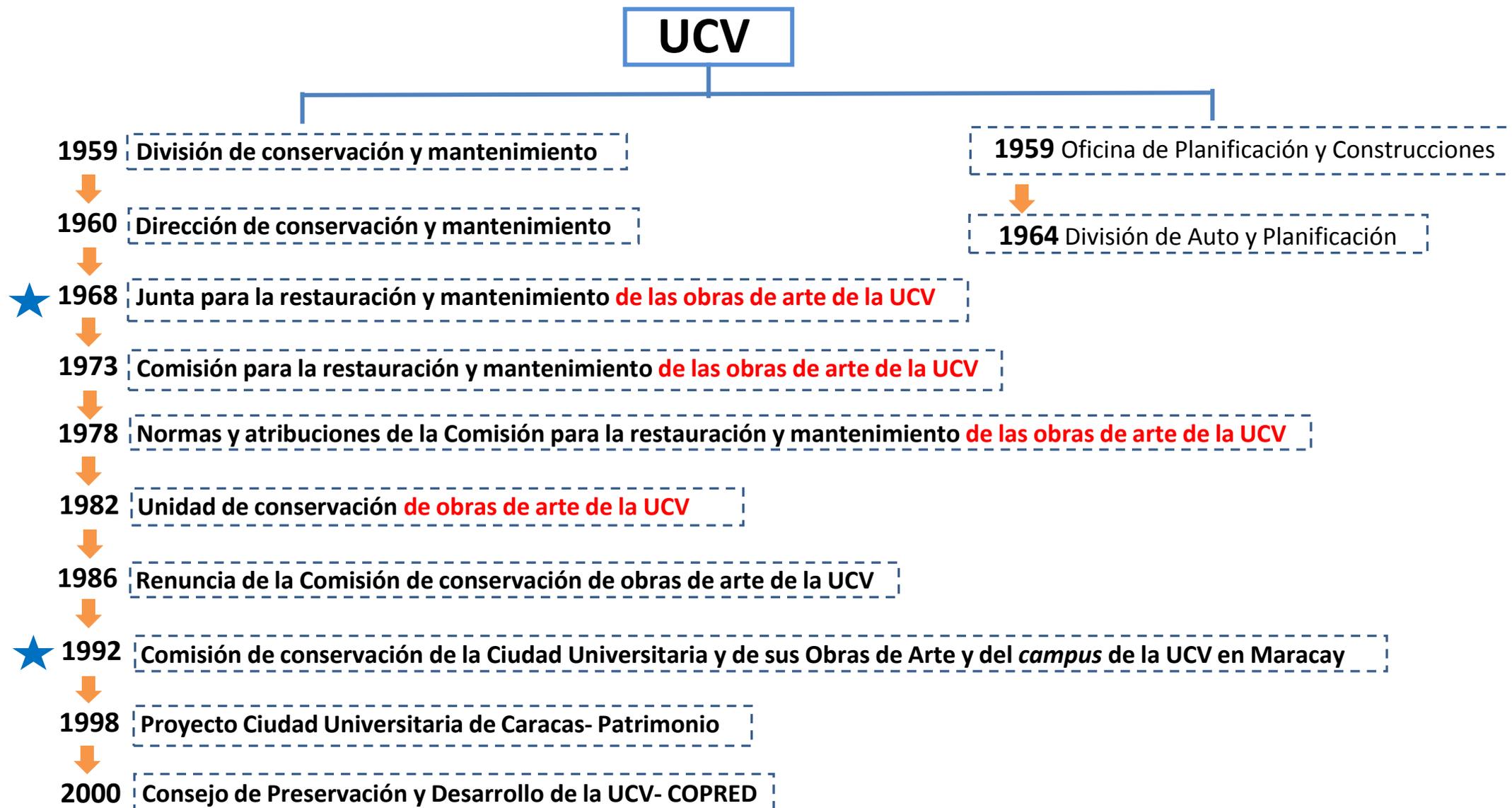


Uso y Consumo
de servicios



Gerencia del
campus







CAMBIOS EN LOS EDIFICIOS PROYECTADOS POR C. B. VILLANUEVA



FALTA DE MANTENIMIENTO



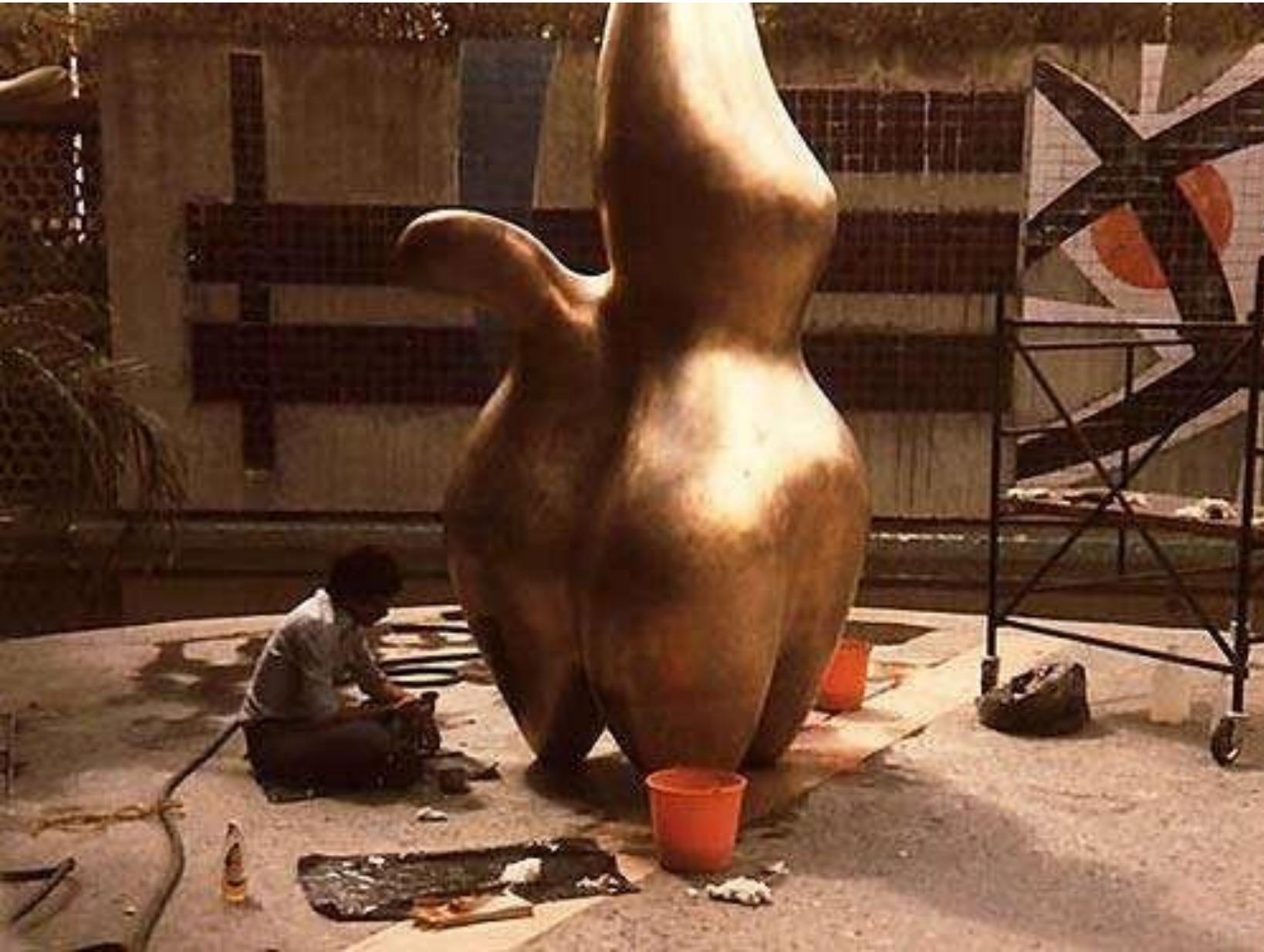
IRRESPECTO A LAS OBRAS DE ARTE



LOS LEYEROS









La formalización del reconocimiento



APROBACION. CUC PATRIMONIO MUNDIAL

XXIV Sesión del Comité del Patrimonio Mundial (Conf. 204) Australia, el 2 /12 / 2000

Compromisos nacionales. UCV Creación del COPRED
Octubre 2000

Visita ICOMOS y revisiones Comité de Patrimonio Mundial UNESCO
Febrero – julio 2000

Presentación Expediente.
París, Julio 1999

Convenio CONAC- IPC- CONICIT- UCV – CDCH
“Proyecto Ciudad Universitaria de Caracas- Patrimonio”

Ratificación de la declaratoria como Monumento Histórico nacional (se define el ámbito)
Gaceta Oficial N° 36.472 del 10 de junio de 1998

Declaratoria de la UCV como Monumento Histórico Nacional.
Gaceta Oficial N° 35.441 de fecha 5 de abril de 1994

Consolidación de la Comisión de conservación
Resolución 167°. Consejo Universitario de la UCV 31/marzo /1993.

promover la inclusión de la Ciudad Universitaria en la
Lista de Patrimonio Mundial.

Foro “La Ciudad Universitaria de Caracas: patrimonio de la
humanidad”. Caracas 1992

REFLEXIONES FINALES

- ★ En el caso de la Ciudad Universitaria encontramos dos visiones paralelas, no coincidentes.

Por una parte una visión orientada a la conservación inicialmente hacia la colección artística, y luego ampliada al conjunto, bajo una mirada objetual y estética.

Por otra parte, una visión gerencial, orientada a dar respuestas a las necesidades de ocupación, cambios y consumos de servicio sin atender el valor integral del conjunto y cuyas repercusiones han marcado aspectos vinculados a la integridad, autenticidad y estado de conservación del bien.

- ★ Los esfuerzos orientados a reconocer el valor de la CUC surgieron del seno de la universidad, de sus escuelas y facultades e inclusive de sus autoridades, desde donde también- contradictoriamente –han surgido importantes dificultades y obstáculos que se contraponen a una práctica franca y coherente hacia la conservación de este importante patrimonio moderno.

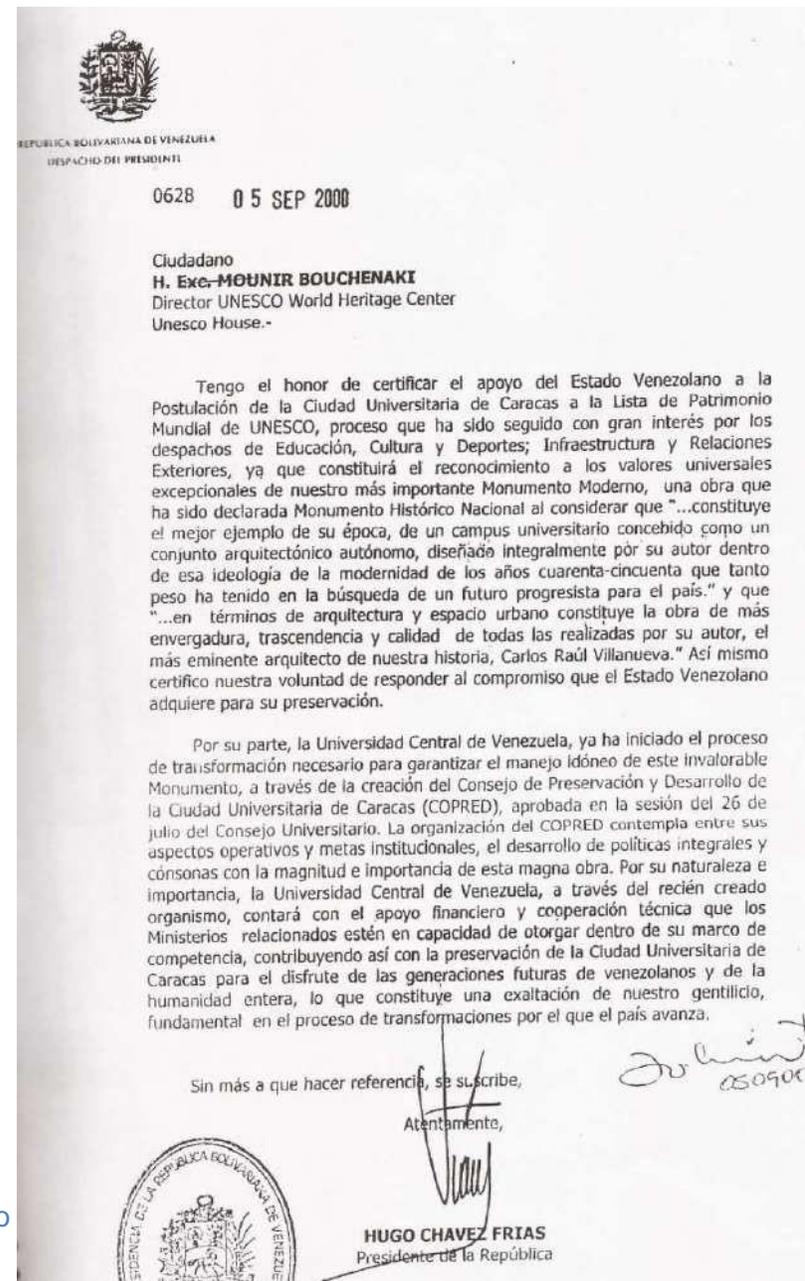


★ A pesar de los compromisos adquiridos por las diversas instancias del Ejecutivo Nacional ante UNESCO hace casi 20 años, éstos no se han canalizado a través de asistencia técnica, aportes económicos, presupuesto adecuado y apoyo institucional.



16 de agosto de 2000. N° DM 2268. Oficio del Ministro de Educación, Cultura y Deportes, Profesor Héctor Navarro dirigido al Director del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO.

5 de septiembre de 2000. N° 628. Oficio de la Presidencia de la República, Hugo Chávez Frías, dirigido al Director del Centro de Patrimonio Mundial UNESCO.



- ★ El enfrentamiento cada vez más visible del ejecutivo nacional hacia la universidad, ha limitado no solo las posibilidades de obtención de recursos económicos; también se ha incentivado la violencia y la agresión a través de un discurso encendido que ha generado ataques, atentados y daños sin hasta la fecha se hayan aplicado sanciones hacia los autores o aportes económicos para revertir los daños causados.



2001



2007



2008



2009



2010



2011



2012



2013



2014



2015



2017



2019

★ El Patrimonio Mundial Ciudad Universitaria de Caracas tímidamente amparado bajo el presupuesto ya muy afectado de la UCV, sufre las consecuencias de la desatención presupuestaria y de una escasa valoración por parte del Estado venezolano e inclusive por parte de sectores internos de la UCV.

La singular ausencia del factor económico y la poca visión de sustentabilidad en la gestión del bien como un elementos de planificación de Estado, daría cuenta de una aproximación ingenua hacia la conservación de un patrimonio de rango mundial; incidiendo sustancialmente en la posibilidad de preservarlo y transmitirlo a generaciones futuras.



*Gracias por su
atención.*

Competencias genéricas en la educación para arquitectos orientada a la sostenibilidad urbana.

ARQ. MARIA EUGENIA COLLELL SCHNAIDT

Objetivo



SU: requisito indispensable para el Arquitecto

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

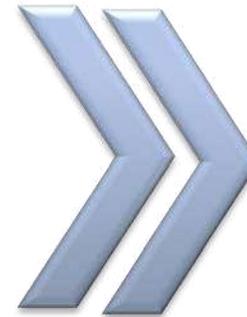


Procedido en colaboración con YODLLEADIC | COMPANY | TheDataElixir@tuback.com | +1 202 200 0100
Para cualquier duda sobre la información, por favor comunicarse con: contact@yodllead.com



Desarrollo Sostenible

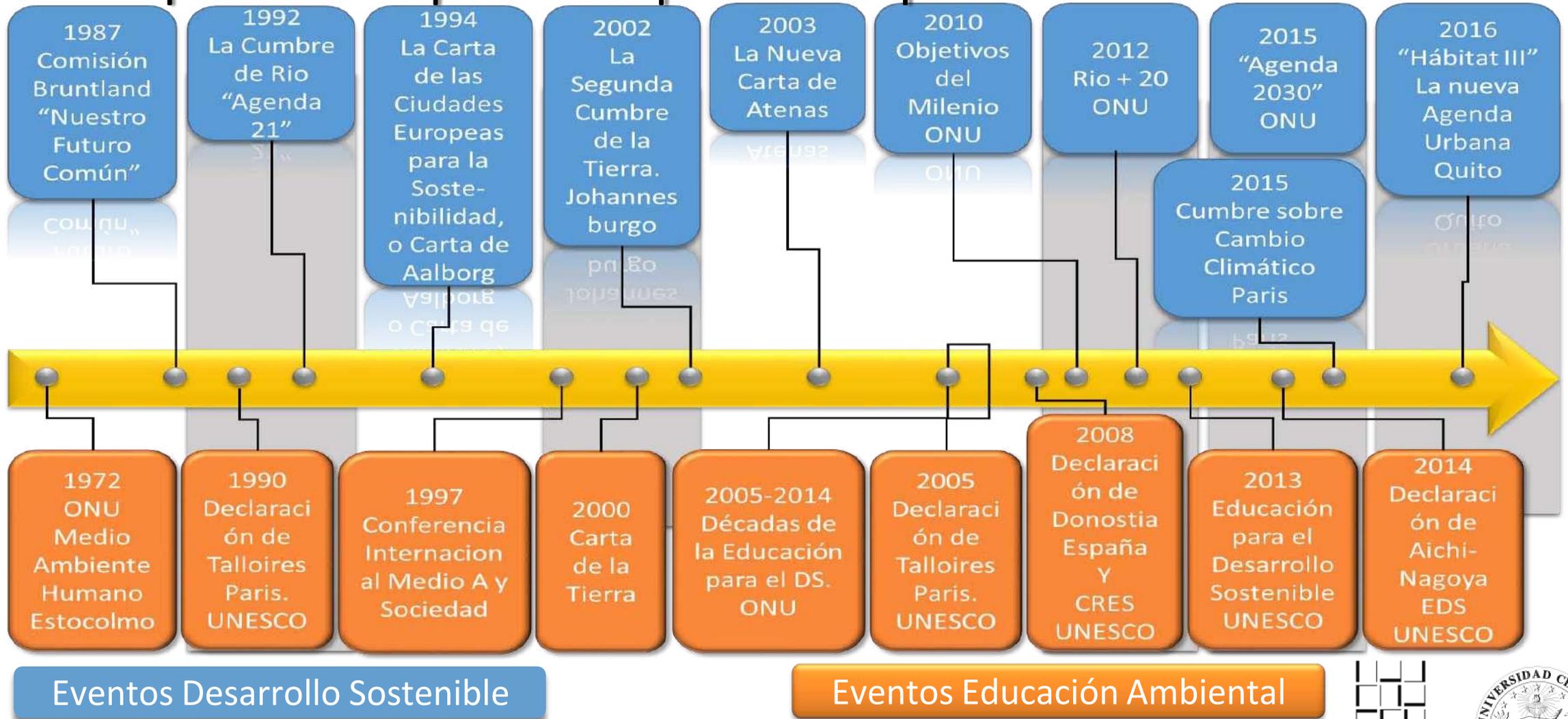
DS



Sostenibilidad Urbana

SU

SU: requisito indispensable para el Arquitecto



Eventos Desarrollo Sostenible

Eventos Educación Ambiental

SU: requisito indispensable para el Arquitecto

Metas Educativas

Carta de la Tierra

2000

Concientizar y sensibilizar a los estudiantes en relación a: problemáticas ambiental, social y

económica.

Dar a conocer la información básica a los estudiantes para formar criterios y comprender mejor los conceptos relacionados con la problemática actual.

Distinguir, revisar y exteriorizar los valores que favorecen el DS.

Identificar actitudes favorables al DS, con el propósito de fortalecerlas y modificar las que son negativas.

Participar activa y responsablemente en la solución de la problemática actual, fomentando acciones que contribuyan a crear una cultura hacia el DS

La Declaración de Talloires 2005

• Programas de compromiso cívico y responsabilidad social con sentido ético.

• Fomentar la responsabilidad pública.

• Crear marcos de referencia institucionales estimulen, recompensen y reconozcan las buenas prácticas.

• Procurar la excelencia, el debate crítico, los resultados de la investigación se apliquen.

Propiciar alianzas entre la universidad y la comunidad.

Competencias Genéricas para la SU en la EACRV



Competencias Genéricas para la SU en la EACRV



Competencias Genéricas para la SU en la EACRV

Pensamiento Crítico

Pensamiento Sistémico y Manejo de la Complejidad

Relativas al conocimiento de los problemas de sostenibilidad

SABER

Competencia de Pensamiento Sistémico

Analizar sistemas complejos

ámbitos

sociedad, medio ambiente, economía local, regional y global

escalas

Particularidades sistémicas SU

efectos de cascada, inercia, retroalimentación dinámicas, precepciones, motivaciones y decisiones que influyen en los sistemas sociales y ambientales.

Comprensión empírica de elementos

Asume las consecuencias

acciones, resiliencias, estructuras y adaptaciones

Conocimiento del colectivo

Competencias Genéricas para la SU en la EACRV

Pensamiento Anticipatorio

Capacidad de Indagar Opciones Desconocidas

Pensamiento Previsor

SABER HACER

Competencia Anticipatoria

Analizar colectivamente

evaluar

visionar

imágenes del futuro

Manejo de conceptos

temporalidad, duración, incertidumbre, inercia, dependencia o independencia; consistencia, riesgo, equidad y precaución.

Competencias Genéricas para la SU en la EACRV

Actuar de forma Justa y Ecológica

Analizar
colectivamente

especificar, aplicar, reconciliar y negociar valores sostenibles, principios, objetivos y metas

Racionalidad Ética

Conocimiento
conceptual



Valorar y Respetar la Diversidad

Integrar las
nociones

de justicia, equidad, integridad social y ética visiones de sostenibilidad, comprender los problemas complejos

SABER SER - VALORAR

Competencia Normativa

Calcular y
trabajar

Competencias Genéricas para la SU en la EACRV

Ante la Ambigüedad y Tolerancia de Frustración

la Comunicación y el Uso de la Tecnología

Planear y Realizar Proyectos Innovadores

SABER SER – SABER COMPARTIR

Competencia Estratégica

Diseñar e implementar

intervenciones, transiciones y estrategias de gobierno transformables hacia la SU

Conceptos estratégicos

intencionalidad, las dependencias en las rutas de acceso, las posibles barreras y alianzas

Conocimientos

viabilidad, factibilidad, eficacia, eficiencia de las intervenciones sistémicas

Desarrollo de

transición hacia modelos
sostenibles

Competencia Estratégica

Competencias Genéricas para la SU en la EACRV

Ante la Ambigüedad y Tolerancia de Frustración

la Comunicación y el Uso de la Tecnología

Planear y Realizar Proyectos Innovadores

SABER SER – SABER COMPARTIR

Competencia Estratégica

Diseñar e implementar

intervenciones, transiciones y estrategias de gobierno transformables hacia la SU

Conceptos estratégicos

intencionalidad, las dependencias en las rutas de acceso, las posibles barreras y alianzas

Conocimientos

viabilidad, factibilidad, eficacia, eficiencia de las intervenciones sistémicas

Desarrollo de

transición hacia modelos
sostenibles

Competencia Estratégica

Competencias Genéricas para la SU en la EACRV



Resultados del diagnóstico en la EACRV

Gráfico 11: RESPUESTAS OBTENIDAS

■ Si contesto ■ No contesto
■ No aplica ■ Otras

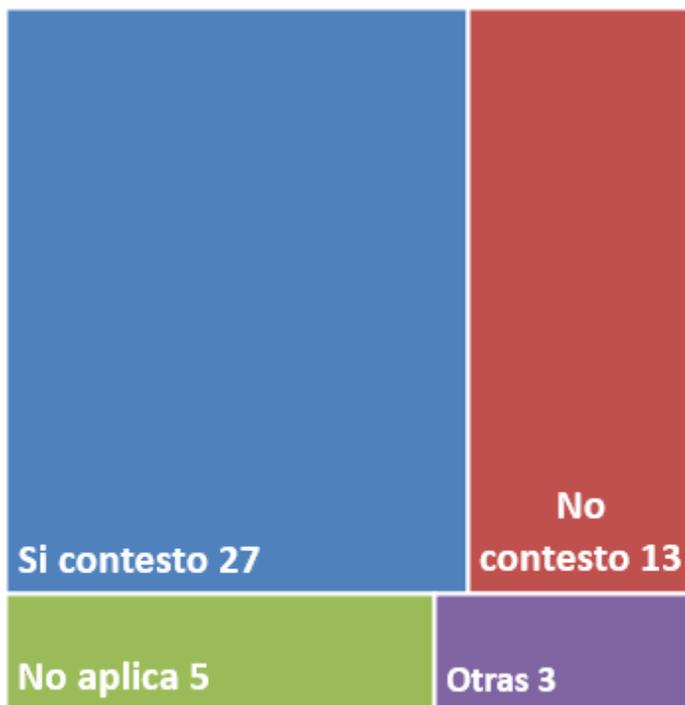


Gráfico 12: TOTAL ASIGNATURAS OFERTADAS y ASIGNATURAS RELACIONADAS CON SOSTENIBILIDAD

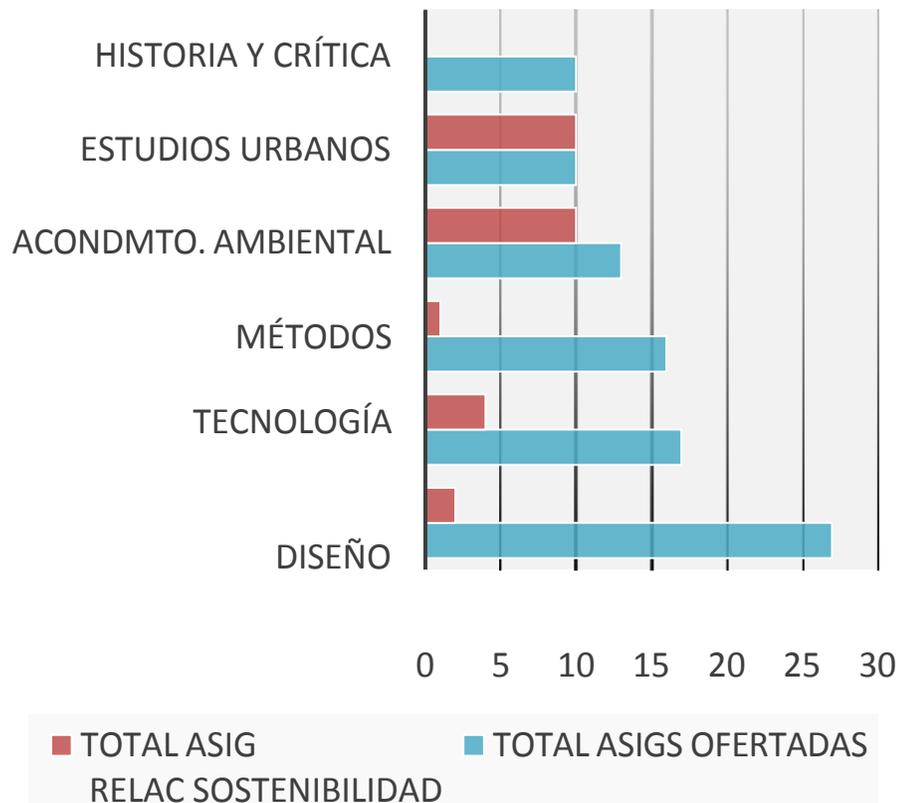
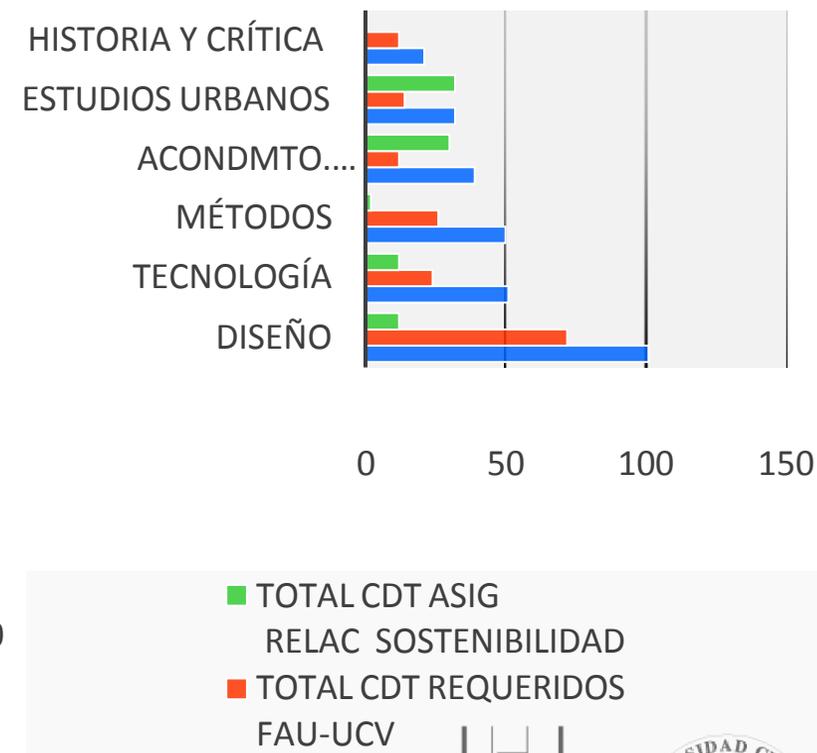
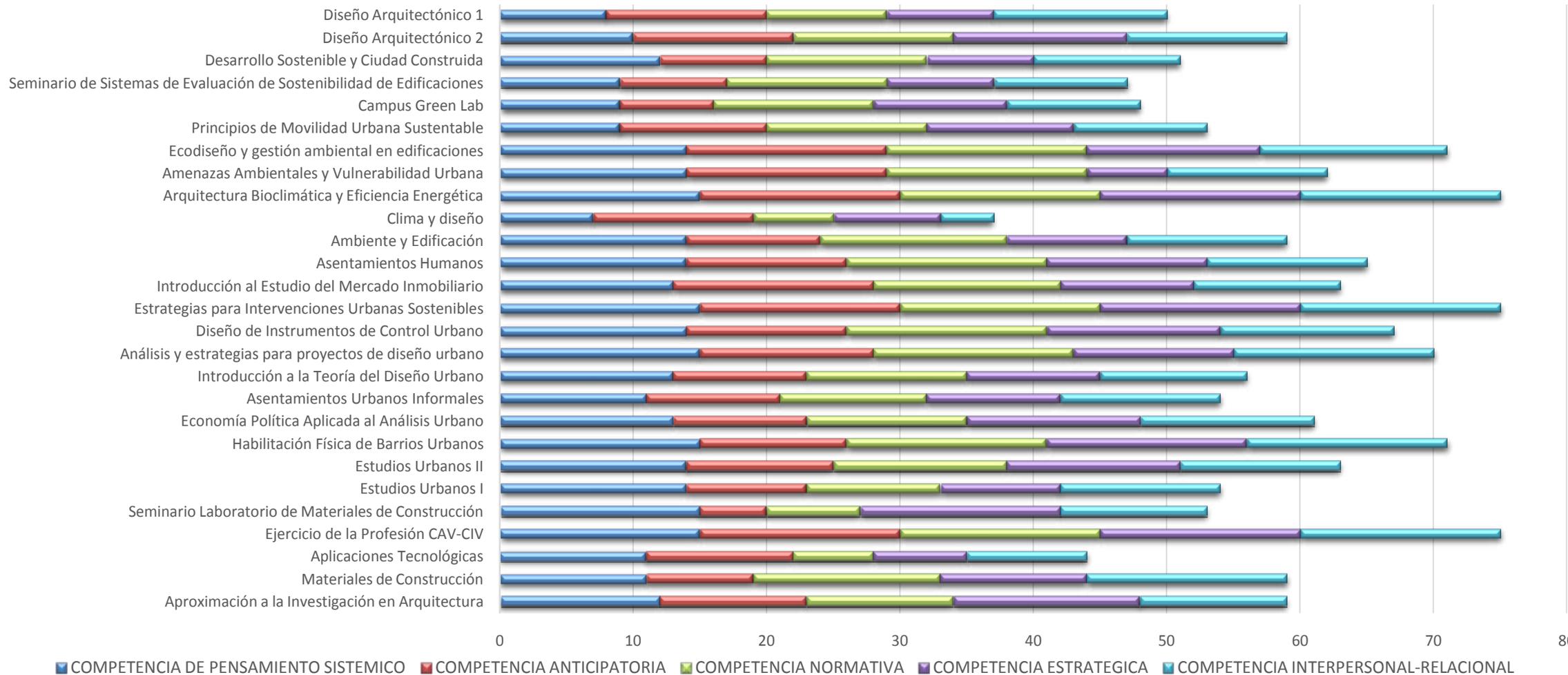


Gráfico 13: DISTRIBUCIÓN Y TIPO DE CRÉDITOS OFERTADOS



Resultados del diagnóstico en la EACRV

Gráfico 15: INTEGRACION DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS



Resultados del diagnóstico en la EACRV



Conclusiones

- El desarrollo de competencias genéricas de sostenibilidad debe enfocarse en **sociabilizar las respuestas** a los problemas y **dar accesibilidad a la información** resultante de los procesos de interdisciplinariedad, transversalidad, complejidad del desarrollo científico y ético, la orientación social del aprendizaje y la integración de experiencias.
- Se identifican las competencias necesarias para ampliar en los arquitectos la capacidad de desarrollar proyectos urbanos y de arquitectura que **garanticen construcciones sostenibles**, en lo ambiental, lo social y lo económico.

Conclusiones

- Resulta inminente la revisión curricular del plan de estudio, la inversión en los recursos fundamentales como son **la capacitación de los docentes, la instrumentación de las aulas y la adecuación e implantación de estrategias instruccionales** que permitan el desarrollo de las competencias en los profesionales egresados de la EACRV – FAU.

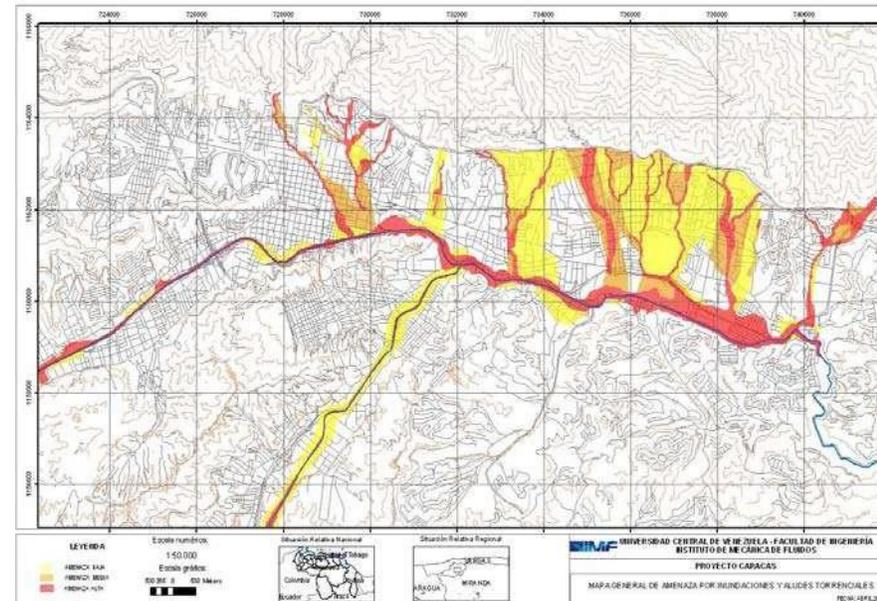
Muchas gracias por tu atención...

**VULNERABILIDAD URBANA:
ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN Y LA SUSCEPTIBILIDAD
CUENCA DE LA QUEBRADA ANAUACO, MUNICIPIO
LIBERTADOR, DISTRITO CAPITAL**

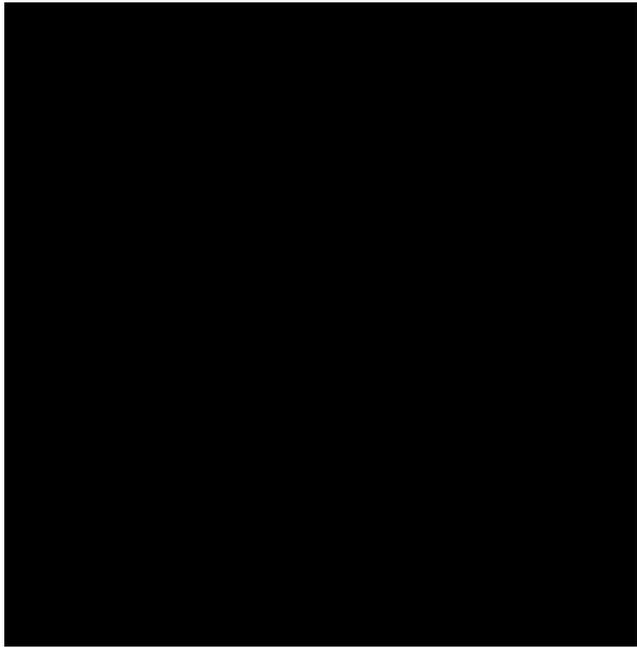
CARLOS URDANETA TROCONIS

Estudio enmarcado en:

Estudio de **Vulnerabilidad Urbana** para el proyecto de Pre-factibilidad de Obras de Control de Aludes Torrenciales en cuencas del vertiente sur del macizo El Ávila. Caracas, Venezuela



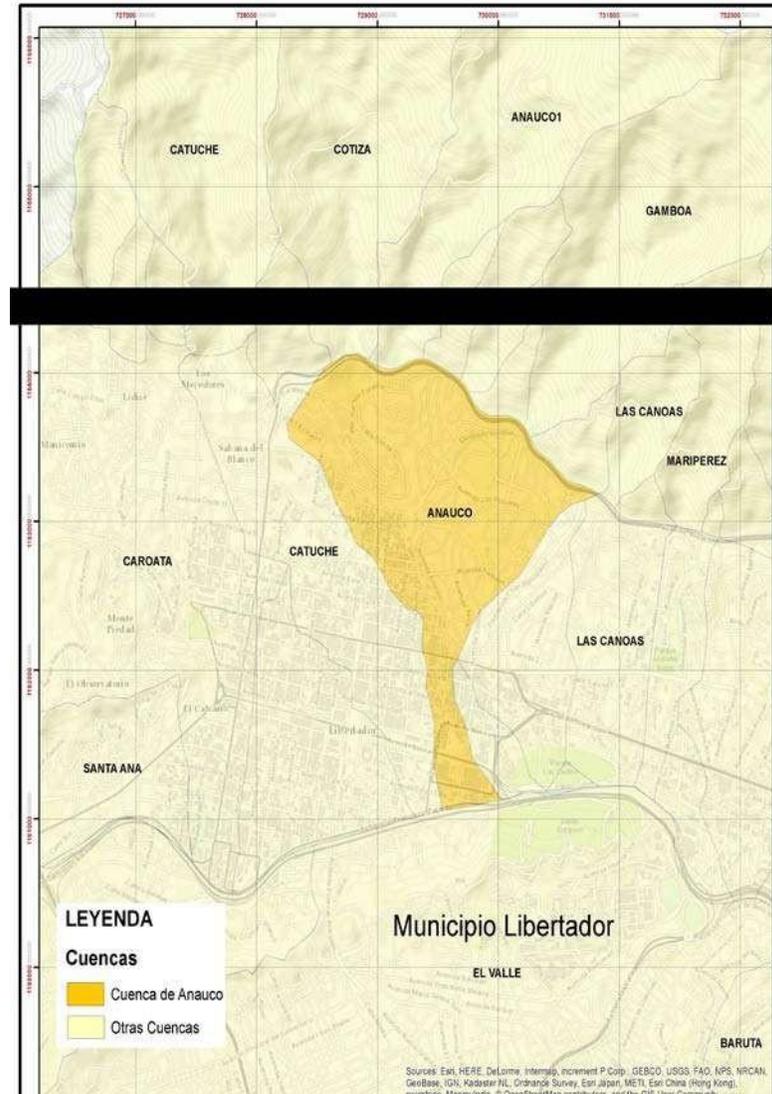
CENAMB-UCV PARA EL INSTITUTO DE MECÁNICA
DE FLUIDOS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



Cuenca Hidrográfica

Extensión: 300,8 ha.

ZONA DE ESTUDIO



Amenazas



<http://www.elpais.com.co/multimedia/videos/los-impresionantes-videos-de-la-avalancha-que-golpeo-a-la-zona-rural-de-narino-antioquia.html>

Tipo de **movimiento de lodo**, Delgado...
“...masas de material sin cohesión que fluyen como un fluido viscoso al sobrepasar su límite líquido...”, en el cual se pueden encontrar flujos (de detritos, de tierra, de barro) así como rocas y material vegetal de tamaño diverso (Español, 2017, p. 9).

RIESGO URBANO



Sus

ante cua
externa.
anstmra
(Delgado J., 2002, p. 27),
Ocupación excepcional por parte del agua de zonas urbanas producto del desbordamiento de los cuerpos de agua, causadas por lluvias torrenciales.

Régimen ambiental

POSICIONAMIENTO DEL ESTUDIO

Determinación de las áreas expuestas en la cuenca hidrográfica urbana de Anauco

Software FLO-2D: estimación del sistema hidráulico de inundación y flujo de lodo en una cuenca, a través de simulaciones de inundaciones urbanas. Se consideró:

Clase	Intensidad media (mm/h)
Débiles	≤ 2
Moderadas	$> 2 \leq 15$
Fuertes	$> 15 \leq 30$
Muy fuertes	$> 30 \leq 60$
Torrenciales	> 60

Simulación (Flo-2D)	Años		
	Período de retorno del evento	10	100
Probabilidad de ocurrencia	10%	1%	0,2%
Niveles de intensidad	Bajo	Medio	Alto

Revisión y ajuste al sistema de información geográfico

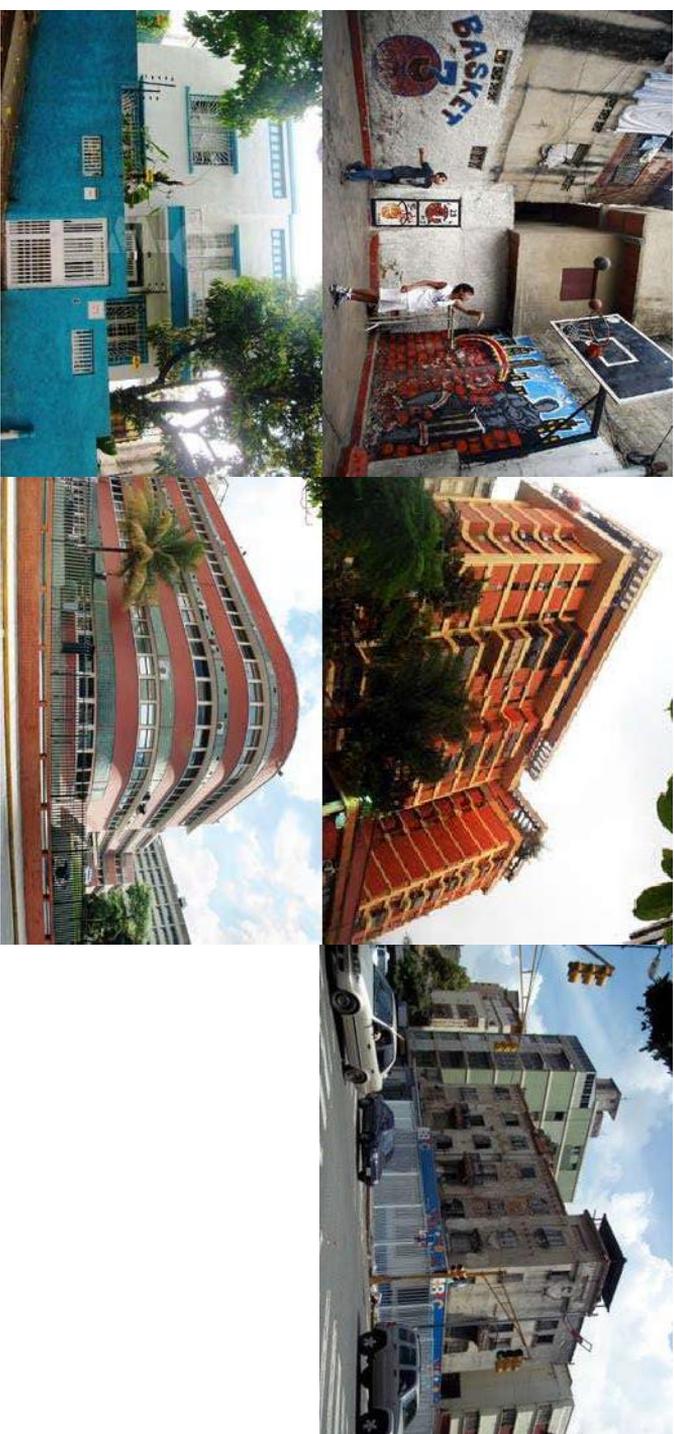
Las zonas de exposición de la cuenca de la quebrada Anauco



Zona de estudio.

Exposición urbana

“(...) la situación espacio-temporal de un [objeto de estudio] ante una amenaza o factor que pueda inducir al cambio.” (Delgado J., 2002, p. 5)



<http://notitotal.com/2016/04/19/caracas-colapso-las-fuertes-lluvias-fotos-videos/>

<http://www.elpais.com.co/multimedia/videos/los-impresionantes-videos-de-la-avalancha-que-golpeo-a-la-zona-rural-de-nario-antioquia.html>



Susceptibilidad urbana

Condición de una zona urbana, propia o adquirida, y su potencial, para generar cambios o afectaciones ante una perturbación que la afecte, generada en el entorno. Esos cambios o afectaciones están en función del grado de complejidad de la zona en cuestión (Delgado J. , 2013).



<https://placesmap.net/VE/SAIME-San-Bernardino-73402/>



<http://vtv.gob.ve/proteccion-civil-quebradas-san-bernardino/>

Perfil de Vulnerabilidad

Cualitativo

Grado de Consolidación

Cuantitativo

Densidad Constructiva

Grado de Consolidación

“...una clasificación de las edificaciones ordinarias con base en el tipo de estructura, materiales de construcción, modificaciones y deterioro, que propone perfiles de vulnerabilidad, como lo intenta la Escala Macrosísmica Europea” Delgado y Courtel (2009) (p. 3)



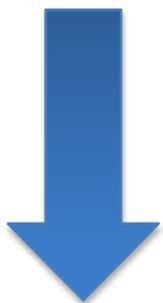
<https://marcojesusrf.blogspot.com/2017/02/san-bernardino-la-hacienda-caraquena-de.html>



https://caracol.com.co/programa/2016/08/24/la_ventana/1472073179_230672.html

Densidad Constructiva

$IVF = \frac{\text{Superficie total de los espacios abiertos por tipo de zona}}{\text{Área construida total de todos los edificios.}}$



Por cada tipo de los diversos grados de consolidación:

- planta de cada edificación (mt²)
- área promedio de construcción total de cada edificación (planta x altura)

a) Estimación del patrimonio construido

a) Expresión del grado de complejidad de la zona urbana, de su conectividad y de su accesibilidad en caso de ocurrencia de eventos catastróficos

Tabla 1. Peligrosidad de los distintos niveles de amenaza hidrometeorológica

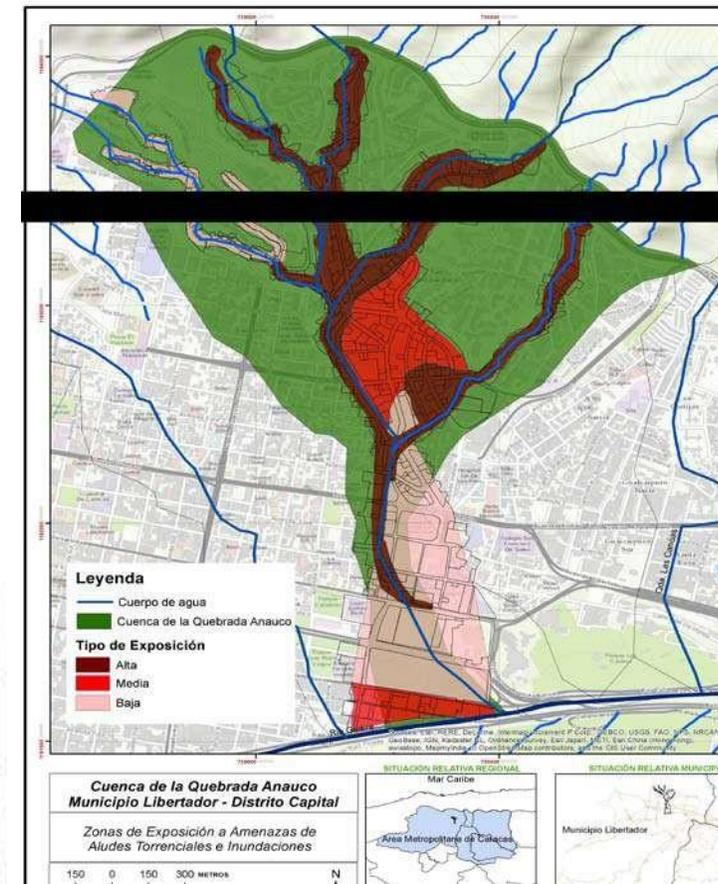
Intensidad	Daños a Personas		Daños a Edificaciones	
	Fuera de edificaciones	Dentro de edificaciones	Leves	Severos
Alta	Si	Si	Si	Si (destrucción repentina)
Media	Si	No	Si	No
Baja	No	No	Si	No

Fuente: (IMF, 2002)

NIVEL DE EXPOSICIÓN	% DEL TOTAL DE EDIFICACIONES	ÁREA CONSTRUIDA (mt ²) %
ALTO	56%	25%
MEDIO	12%	12%
BAJO	32%	63%

Media	Si	No	Si	No
Baja	No	No	Si	No

Fuente: (IMF, 2002)



RESULTADOS

(c) Formales multifamiliares

- 19% del total de edificaciones en la zona de estudio



(d) Equipami

- 3% del total
- 55% en zona de patrimonio
- 13% en zona de patrimonio
- 78% del área de exposición o nivel de exposición



(e) Edif. Actividades económicas

- 23% en zonas de bajo nivel de exposición de viviendas: 194 mt.²)
- 7% del total del patrimonio (mt²)
- 57% en zonas de alto nivel de exposición
- 8% en zonas de medio nivel de exposición



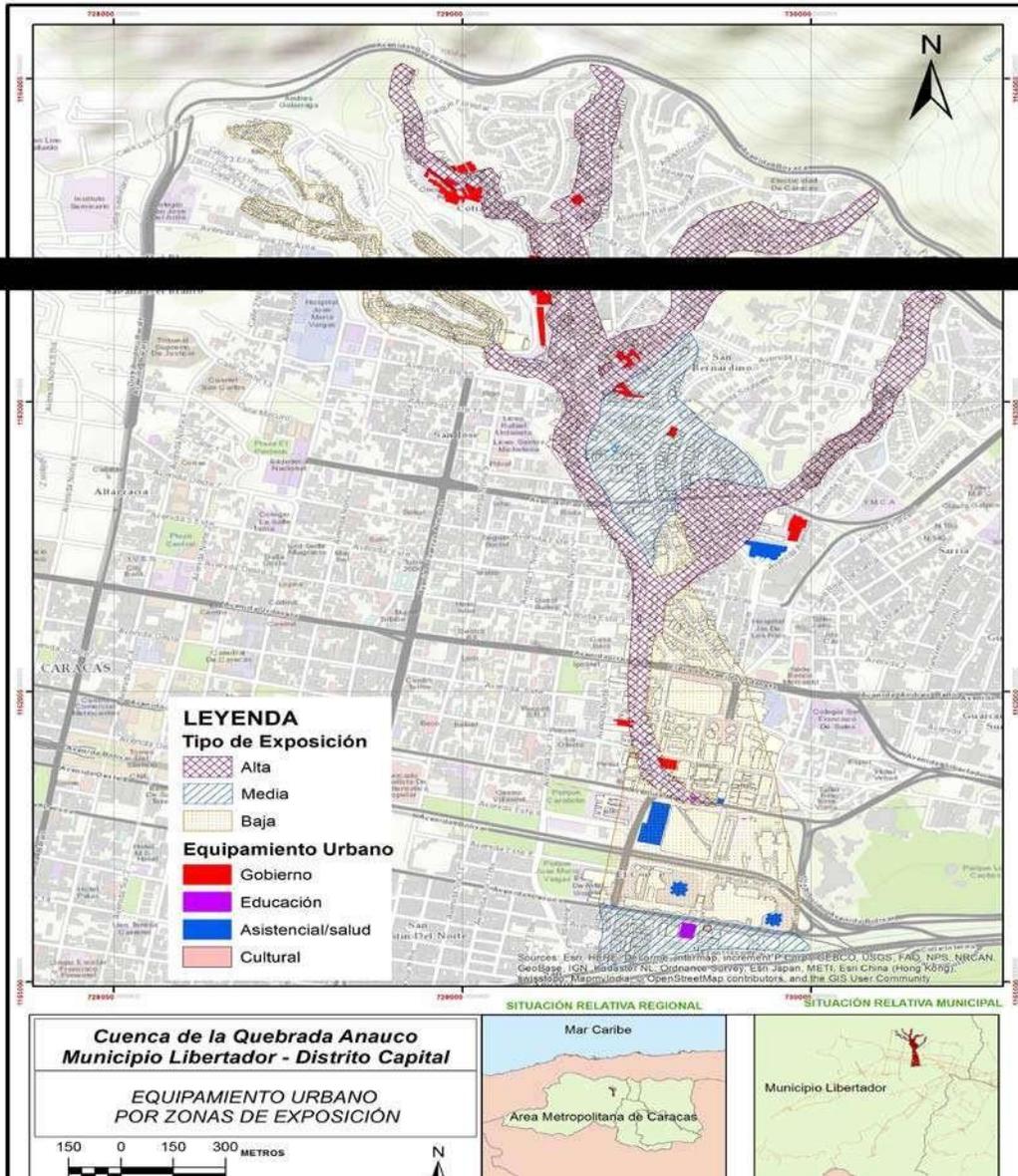
RESUMEN

NIVEL DE EXPOSICIÓN	% DEL TOTAL DE EDIFICACIONES	ÁREA CONSTRUIDA (mt ²) %
ALTO	56%	25%
MEDIO	12%	12%
BAJO	32%	63%

Grado de consolidación (m² de construcción)

Zona de Exposición	Grado de Consolidación				
	1	2	3	4	5
Alta	56%	55%	79%	14%	32%
Media	0%	45%	13%	13%	5%
Baja	44%	0%	8%	73%	63%
Total	100%	100%	100%	100%	100%



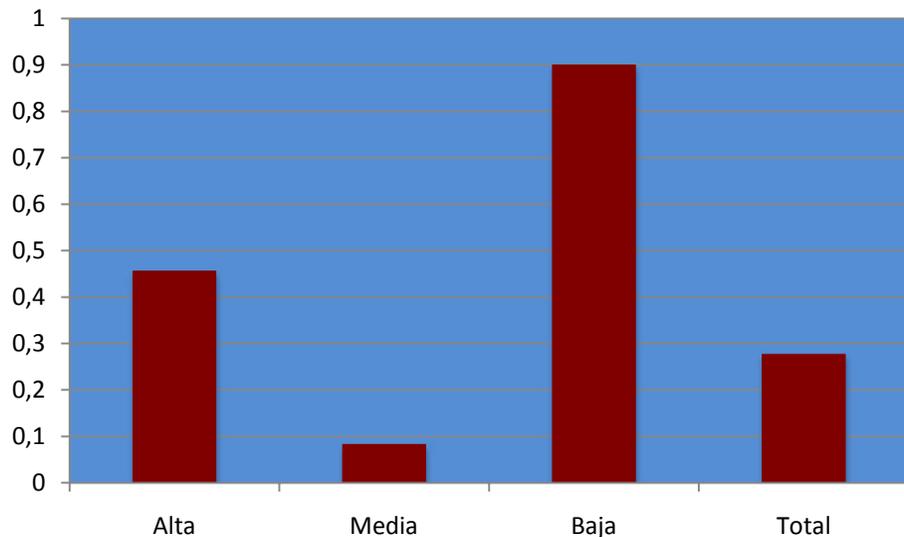


Densidad constructiva: Índice de Vulnerabilidad Física

Tabla 8. Zonas de exposición a las principales amenazas de aludes torrenciales e inundaciones de la quebrada Anauco. Densidad Constructiva

Zona de Exposición	Área (Ha.)	Área edificada (Ha.)	Índice de Vulnerabilidad Física
Alta	52,55	114,93	0,457
Baja	49,77	55,25	0,901
Media	23,98	284,39	0,084
Totales	126,30	454,57	0,278

Fuente: Tabla 3 y 5. Elaboración propia.



La **vulnerabilidad urbana** constituye un **área de investigación propia** y que incluso la **exposición** y la **susceptibilidad** como dos de sus componentes pueden ser abordados independientemente unos de otros; sin embargo, los **resultados** permiten ademar que son **complementarios** entre sí, ofreciendo distintos aspectos de la realidad que adquiere múltiples facetas en espacios urbanos relativamente pequeños y contiguos.

Es necesario utilizar el **concepto de cuenca urbana** en los estudios de vulnerabilidad y riesgo, al quedar evidenciada que la intervención antrópica modifica diferencialmente el territorio de una cuenca hidrográfica.

El estudio de los factores de la vulnerabilidad, específicamente la **exposición y la susceptibilidad**, son de gran utilidad para la formulación de **lineamientos para la mitigación de riesgos**, pues brindan información necesaria para dimensionar acciones destinadas a incrementar la sostenibilidad de la ciudad, tales como transferencia de riesgos, revisión y readaptación de instrumentos de desarrollo y planificación urbana, incremento del nivel de información y educación comunitaria, diseño de planes de recuperación, etc.

CONCLUSIONES

Gracias por su atención.....!!!

Carlos Urdaneta Troconis
Departamento de Planificación Urbana
Universidad Simón Bolívar
carlosurdaneta@usb.ve

CONCLUSIONES

LA VULNERABILIDAD GENÉRICA URBANA ANTE DESASTRES. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL AL RIESGO EN LAS CIUDADES DESDE OTRA PERSPECTIVA

ANTONIO AGUILAR M.
antionidesastres@gmail.com

 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

La mitad de la humanidad, 3500 millones de personas, vive hoy en día en las ciudades, y se prevé que esta cifra aumentará a 5000 millones para el año 2030.

El 95% de la expansión de los terrenos urbanos en las próximas décadas tendrá lugar en países en desarrollo.

Actualmente, 883 millones de personas viven en barrios marginales .

Las ciudades del mundo ocupan el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono.

La rápida urbanización ejerce presión sobre los suministros de agua dulce, las aguas residuales, el entorno de vida y la salud pública.

Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES



Evolución del término *Vulnerabilidad*

-La palabra vulnerabilidad deriva del latín *vulnerabilis*, hallada en textos del 106 a.c.

isolatus urbes magis vulnerari: Las ciudades aisladas son más vulnerables

-En 1755 ocurre el terremoto de Lisboa, el cual promueve la reflexión sobre la naturaleza de los fenómenos que originan los desastres, distinguiendo la vulnerabilidad física de la social.

-1847, Friedrich Engel publicó en inglés, traducido del alemán: *The Condition of the Working Class in England*, impulsando el uso del término *vulnerabilidad* como desventaja, precariedad o carencia, enfoque usado actualmente en la medicina, la psicología y el derecho.

-Mitad del siglo 20. Enfoque de las ciencias sociales propone teorías sobre la vulnerabilidad social y los desastres en entornos urbanos, como respuesta a paradigma impuesto por las ciencias naturales y aplicadas (Quarentelli, 1988).

-1979, UNDRO – UNESCO generaron el : Disasters and Vulnerability Analysis, define la vulnerabilidad como el grado de pérdida de un elemento dado en riesgo, que resulta de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada y se expresa en una escala de 0 -sin daño-, a 1 -pérdida total, definiendo: $R = EX \times A \times V$ lo que permitió apuntalar las visiones fisicalista , desde las ciencias sociales, de la vulnerabilidad:

-Gustavo Wilchez Chaux (1993). Vulnerabilidad global, fragmentada (Desastre = Riesgo x Vulnerabilidad)

-Omar Darío Cardona (2001) define la vulnerabilidad como una expresión matemática.

Postura *fisicalista* frente al riesgo de desastres en las ciudades

Ciencias Ambientales

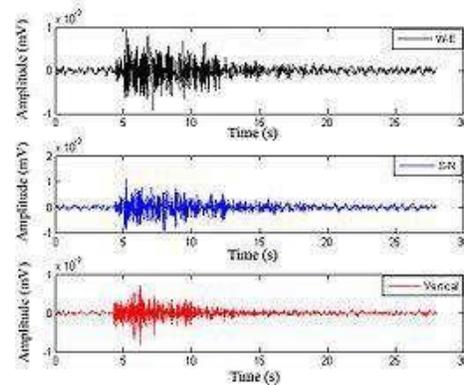
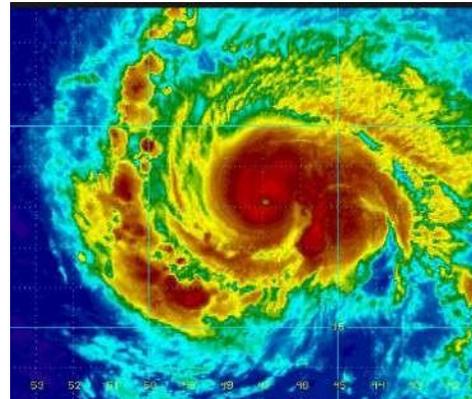
Ingeniería

Geociencias

Ciencias Sociales

Enfoque Fisicalista (Kenneth Hewitt, 1983)

Fenómeno



+

Ciudad

=

Desastre



Postura *fisicalista* frente al riesgo de desastres en las ciudades

Riesgo = Probabilidad de daños producto de la interacción entre Amenaza x Vulnerabilidad. %

Amenaza = Factor externo de riesgo. Rol activo, causante de daños modificaciones o crisis

Vulnerabilidad = Factor interno de riesgo. Rol pasivo, es que padecerá los efectos, modificaciones o crisis

$R = EX \times A \times V$ -> expresión A y V directamente proporcional al R (1980)

$$R = \frac{A \times V}{C}$$

Capacidades -> esta variable es inversamente proporcional a R
(Principios de los 90)

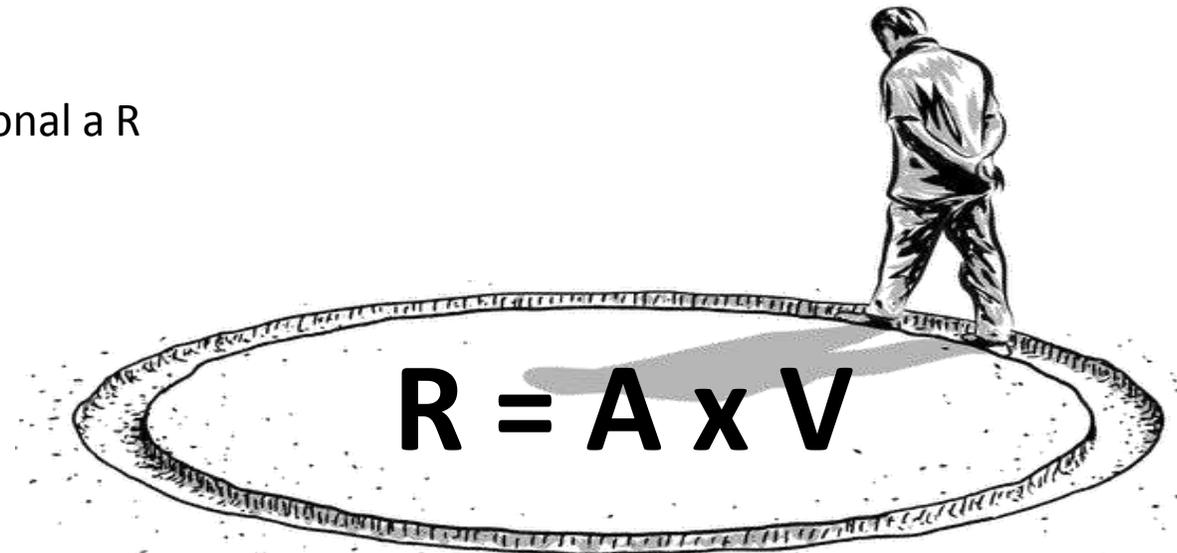
No hay problema en sub estudiar y sub estimar V, entonces

$$R = A$$

Concomitancia o mutuo condicionamiento entre A y V

Multiamenazas facilita la fragmentación de la vulnerabilidad para su análisis

Necesidad de expresar en números elementos cualitativos



MAPA RIESGO DE INCENDIO EN ESPAÑA



NIVEL DE DIFUSIÓN

ALTO RIESGO

MEDIO RIESGO

BAJO RIESGO

MAPA DE RIESGO SÍSMICO VENEZUELA



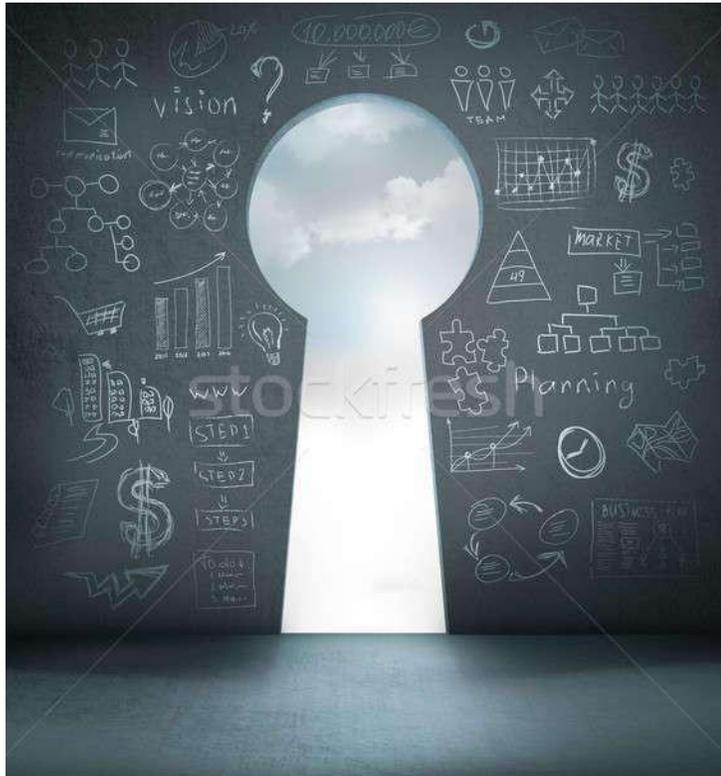
11:31 a. m. - 24 ago. 2018 - Twitter Web Client

Mapa de riesgo por incendios forestales de España. Fuente: Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales (2012). Publicado en www.teinteresa.es (Izquierda). Mapa de riesgo sísmico de Venezuela (2018), publicado en sus redes sociales por la Dirección Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres, el 24/08/2018 (Derecha)

Análisis del riesgo urbano desde los fenómenos que producen desastres (enfoque fisicalista)

Amenaza específica	Características potencialmente destructoras del fenómeno	Vulnerabilidad (urbana)	Riesgo de desastre se enfoca en
Sismo	(Mag. > 6 Mw), Prof. < 10 km, distancia al centro urbano < 30 km, sobre geología desfavorable	Ciudad que pueda sufrir los efectos de cualquiera de estos fenómenos. (por su cercanía, por la cantidad de infraestructura frágil expuesta, por la cantidad y tipo de población expuesta)	Número de edificaciones destruidas y otros daños
Lluvia	Lluvias muy intensas, por períodos de tiempo cortos e intermitentes (3 días o menos) / Lluvias constantes de baja a moderada intensidad, por períodos de tiempo más largos (semanas, meses)		Cantidad de sectores que puedan ser afectados por las inundaciones
Incendio	Fuentes de ignición, acelerantes, características del combustible, disposición del combustible, posibilidad de explosiones		Cantidad de sectores que favorezcan la propagación e intensidad del fuego
Otros fenómenos	(según el fenómeno)		(depende de la interacción fenómeno-daños en la ciudad)

Ver la vulnerabilidad urbana ante desastres por “el ojo de la cerradura”



¿Mucha gente implica de manera directa mayores niveles de vulnerabilidad urbana, que poca gente?

¿Son en realidad todas las mujeres más vulnerables a los desastres, solo por ser mujeres? ¿Una ciudad con una población de mayoría femenina es más vulnerable que otra “más equilibrada”?

De todos los grupos sociales que habitan las grandes ciudades, ¿son las personas con más carencias y restricciones económicas las que más les afectará un desastre, o las crisis post desastre?

¿Se puede establecer que unas personas están más expuestas que otras a los efectos de los desastres, solo por su ubicación en la ciudad?

¿La conciencia sobre el riesgo en el que habita un grupo social, esta relacionada directamente con sus capacidades para sobrevivir, responder y sobreponerse a los efectos de un desastre?

¿Será suficiente considerar únicamente niveles de vulnerabilidad estructural, sin tomar en cuenta la funcionalidad y los problemas por la restricción de uso de dichas edificaciones, en los análisis de vulnerabilidad urbana?

Análisis del riesgo urbano, desde lo urbano (desde lo vulnerable)

Lo vulnerable	Aspectos intrínsecos de la ciudad (vulnerable)	Riesgo de desastre se enfoca en	En caso de:
<p>La ciudad como ente dinámico, en constante evolución, en el que ocurren complejas interacciones entre personas, infraestructura y naturaleza, en un espacio geográfico y temporal determinado</p>	<p>Cuya dinámica es... Cuyo desarrollo es... Cuya distribución es... Cuya importancia es... Cuyo crecimiento es... Cuyas comunicaciones son...</p>	<p>-Capacidad de anticipar la ocurrencia del fenómeno</p>	Sismos
	<p>Cuyas personas son... Cuya economía es... Cuya educación es... Cuyas creencias son... Cuyas costumbres son... Cuyas instituciones son...</p>	<p>-Capacidad de resistencia y absorción del impacto de los fenómenos sobre los diferentes contextos urbanos</p>	Inundaciones
	<p>Cuyas industrias y comercios son... Cuya evolución histórica es... Cuyos servicios públicos son... Cuyas edificaciones e infraestructura son...</p>	<p>-Capacidad de manejo y autogestión de las crisis</p>	Incendios
	<p>Cuyo equilibrio ambiental es... Cuyos problemas actuales son... Cuyas fortalezas son...</p>	<p>-Capacidad de auto recuperación de los impactos negativos en los diferentes contextos urbanos</p>	Otros fenómenos

VULNERABILIDAD URBANA: INTRINSECA Y GENERICA

La vulnerabilidad urbana, aunque compleja, tiene facetas propias de su naturaleza intrínseca, que bien describen su vulnerabilidad no como algo ajeno a ella, sino como parte de ella.

En contraste con una visión segmentada de las amenazas múltiples, **esta visión integrada de la vulnerabilidad es la que denominamos genérica**, diferenciándose así de lo específico, fraccionado e individualizado del enfoque multiamenazas, pero que puede referirse genéricamente a todas las ciudades, entendiendo las particularidades que hace de cada ciudad única y distinta.



¿Esto existe para efectos de la planificación urbana?

¿Esto es ciudad o es ajeno a ella?

¿Por qué esta gente esta allí, y por que sigue allí?

¿Cómo se enfrenta esta realidad desde la vulnerabilidad urbana?

CONCLUSIONES

Los teóricos del riesgo, especialmente los de las ciencias exactas, han encontrado las piezas para armar el rompecabezas de la vulnerabilidad, tarea aparentemente fácil de realizar desde una perspectiva fragmentada del problema.

El problema es que, aunque admitamos que puedan tener todas las piezas de ese rompecabezas, nadie ha logrado armarlo, no se sabe cómo funciona, y mucho menos se puede establecer qué forma puede llegar a tener. En contraste con lo anterior, esta es una tarea difícil, porque requeriría una verdadera visión integral sobre lo que pudiera ser el conjunto de la vulnerabilidad, o peor aún: requiere el ejercicio de ver la vulnerabilidad desde la perspectiva del sistema o sujeto vulnerable.

Insistimos en la idea de ver el problema de la vulnerabilidad urbana, desde lo urbano, incluso si esta mirada exige revisar y cuestionar el origen fisicalista de la visión del riesgo.

¿Y si el Riesgo no es amenaza por vulnerabilidad?, tal vez el riesgo urbano pueda ser expresado más allá de una reducción o fórmula matemática.

CONCLUSIONES

Desde la perspectiva de la vulnerabilidad genérica urbana, es posible comenzar a acercarnos a un entendimiento genuinamente más *real* del riesgo en las ciudades, llenando el espacio vacío o sobreentendido de la vulnerabilidad en los análisis de riesgo urbano actuales, los cuales se reducen sesgadamente a números, que frecuentemente tienen que ver con demografía, ocupación de espacios, género o el grado de percepción o conocimiento sobre el riesgo.

Finalmente, un enfoque mucho más preciso de la visión vulnerable intrínseca de las ciudades, requiere de una investigación más exhaustiva, permitiendo en un futuro, sentar las bases para la generación de un modelo de estimación de la vulnerabilidad genérica urbana, desde lo teórico, y hacia lo instrumental, para estimar con mayor precisión y realismo, el riesgo de desastres en entornos urbanos, y poder generar políticas públicas efectivas para su reducción.

LISTADO DE AUTORES

- Águila, Idalberto* idalbertoaguila@gmail.com
- Aguilar M., Antonio* antoniodesastres@gmail.com
- Capecce, Sonia* Assunta.CAPECE@unicampania.it
- Chivaran, Camelia* camelia.chivaran@unicampania.it
- Collell S., María Eugenia* mecollell@gmail.com
- Del Castillo Loreto, Nelly* nellydcastillo@gmail.com
- Funes, José Miguel* arquitectofunes@hotmail.com
- Goncalves, Rosa* rosagonc3@gmail.com
- Hernández Santana, Beatriz* bhernandezsantana@gmail.com
- León, Eliana* eliana.leon@gmail.com
- Lorenzo, Ernesto* ernestolorenzor@gmail.com
- Marinilli, Angelo* angelomarinilli@gmail.com
- Pérez Gallego, Francisco Alfonso* franpergal@gmail.com
- Papadía, Ángela* apapadia@gmail.com
- Urdaneta Troconis, Carlos* carlosurdaneta@usb.ve

PATROCINANTES

Este evento incluyendo su publicación fue realizada gracias al aporte de:

Equipo Organizador:

Atelier casa,
Página web:
Correo electrónico:
Blog:
RPC Control,
Nanotec,
Siudad,
Carlos Myers Arquitectura,
Impronta,
Entrerayas.

Empresas colaboradoras:

Caracas city 450,
Trazando espacios,
CNEA UCV,
Caracas en 365,
Arquitour Chacao,
CEA.

Patrocinantes de medios:

Apetoi,
Arquitectura Venezuela,
Revista Etiqueta,
Marketing en Arquitectura,
Greetings from Caracas,
Plan Arquitectura,
Construya vivienda,
Ocean Drive,
Laguía de Caracas

Empresas Patrocinantes:

Arredo x-press,
Fundición Pacífico,
Prosein,
Multitek puertas y ventanas,
Diseño en Venezuela,



Casa GIO,
Vidrios Mundiales,
Tecno mundial.

Apoyo gremial:

Colegio de Ingenieros de Venezuela,
Colegio de Ingenieros del Área Metropolitana,
Cámara Venezolana de la Construcción.

Fecha de publicación julio de 2019

**INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN
(IDEC)**

Planta baja, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Ciudad Universitaria,
Los Chaguaramos, Caracas 1041-A. Venezuela.

Teléfonos +58 212 6052046, Fax +58 212 6052048

Página web: <http://idec.fau.ucv.ve/wordpress/>

Correo electrónico: investidec@gmail.com

Departamento de Investigación IDEC

Correo electrónico: investidec@gmail.com

Página web Jornadas 2019: <https://sites.google.com/view/jornadas-idec/>

IDEC

XXXVII JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
MEMORIAS



 IDEC Digital  @idecdigital // @investidec  @idecdigital.ucv  idec.fau.ucv@gmail.com

IMPRONTA



CIA | Carlos Myers
arquitectos

entrerayas
la revista de Arquitectura

ATELIERCASA



NANOTEC

