

R E V I S T A

HISTORIA Y CONSERVACIÓN
DEL PATRIMONIO EDIFICADO

FOTOGRAMETRÍA DIGITAL COMO HERRAMIENTA DE DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO

ENTREVISTA AL MTRO. JUAN ANTONIO GARCÍA UGALDE

FOTOGRAMETRÍA DIGITAL COMO HERRAMIENTA DE DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO

Digital photogrammetry as a work tool to keep record the cultural heritage built
Atenas Zoe Camila Murillo Muñoz

Fecha de envío: 12 de julio de 2018
Fecha de aceptación: 9 de agosto de 2018



Mtro. Juan Antón García Ugalde

Arquitecto por la Universidad de Guadalajara en 1998. Es egresado de la generación 2015 de la Maestría en Ciencias de la Arquitectura del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. En 2016 cursó el diplomado en Fotogrametría Digital y su Uso en Patrimonio impartido por la Universidad de Burgos en España.

Es profesor de tiempo parcial externo en la Maestría en Ciencias de la Arquitectura de la Universidad de Guadalajara y profesor de tiempo parcial en la Universidad del Valle de México y en la Universidad Cuauhtémoc campus Guadalajara.

Participó en el plan de mejoramiento e imagen urbana del centro histórico de Tapalpa, Jalisco, en 2003 como subdirector de proyectos en Obras Públicas Municipales. Ha elaborado proyectos para la conservación y documentación del patrimonio material mediante nuevas tecnologías y fotogrametría digital.

Palabras clave: Fotogrametría digital, herramienta de documentación y patrimonio edificado.

Keywords: *Digital photogrammetry, tool work and cultural heritage built.*

ENTREVISTA A MTRO. JUAN ANTONIO GARCÍA UGALDE

Cuando hablamos de fotogrametría digital, podemos pensar en los diversos *softwares* especializados que existen actualmente y de entre los cuales podemos encontrar desde los que ofrecen descarga gratuita hasta los que se adquieren pagando una licencia de uso por determinado tiempo. Para aplicar estas herramientas a la fotogrametría el uso de la cámara fotográfica es esencial, ya que a través de ella podemos deducir una proyección cónica de las imágenes que se trabajarán. Por esta razón, hemos considerado entrevistar al maestro Juan Antonio García Ugalde, especialista en el manejo de esta herramienta.

¿Nos podrías contextualizar sobre los inicios del uso de la fotogrametría análoga y su aplicación en la era digital de hoy?

Es muy importante destacar cómo las nuevas tecnologías aportan herramientas a los distintos quehaceres de la conservación patrimonial. La tecnología en imágenes ha avanzado enormemente y nos da la capacidad de aprovechar toda la información que podemos obtener de ellas. La fotogrametría empleada para levantamientos arquitectónicos inició a finales de 1800. Los pioneros de esta técnica imaginaron que una fotografía tenía la capacidad de aportar datos analíticos más allá de una descripción gráfica.

Convencidos de esto, sus investigaciones se centraron en el estudio de proyecciones, la correlación de puntos análogos entre pares de imágenes y la generación de algoritmos matemáticos estableciendo una metodología que permite hacer una restitución gráfica precisa y obteniendo planimetrías de edificios, útiles para realizar cualquier tipo de proyectos de conservación e intervención.

La diferencia del uso de la fotogrametría análoga de aquel entonces y la digital de hoy en día está en la gran capacidad de generación y procesamiento de datos gracias a herramientas como las cámaras digitales de alta resolución y equipos profesionales de cómputo que logran de forma rápida y eficiente levantamientos complejos de manera casi automática.



• • •

Así, con la llegada de la era digital, las imágenes encontraron un entorno de trabajo virtual sin las limitantes de los formatos análogos. Ahora el software especializado en fotogrametría es el encargado de procesar y generar modelos en 3D idénticos al original que de acuerdo con su complejidad, calidad y tipo de imágenes permiten trabajar planimetrías muy precisas y en poco tiempo.

Me gustaría que nos hables más sobre cómo la arquitectura como profesión ha respondido a las nuevas exigencias de la gran transformación tecnológica de la que nos hablaste hace un momento y que en los últimos años ha permitido situar la herramienta de la fotogrametría como una parte fundamental en los levantamientos arquitectónicos. Y que, además, en el caso de la conservación y la documentación del patrimonio cultural edificado es esencial. Cuéntanos, ¿qué involucra llevar a cabo el registro del estado actual de un elemento arquitectónico?

Sí. La fotogrametría ha revolucionado completamente la forma en la que se documenta y se registra el patrimonio arquitectónico, que según los avances y aplicaciones tecnológicas se convierte día a día en una herramienta muy poderosa. Las capacidades que ofrece sobrepasan las expectativas y prestaciones de los métodos convencionales de registro y documentación para este tipo de patrimonio. Los flujos de trabajo empleados en fotogrametría digital agilizan y mejoran la precisión tanto en la toma y captura de los datos en campo como en la generación de las planimetrías, ya que se hace una restitución con base en la imagen del estado actual del objeto de estudio.

En cuanto a lo que involucra, la fotogrametría digital reduce significativamente los tiempos de toma, captura, tareas y el manejo de datos en los levantamientos arquitectónicos en los que algunas veces se está sujeto a cometer errores, desde luego involuntarios, pero que son propios de los procedimientos convencionales al momento de hacer el levantamiento. Aparte, un edificio patrimonial por sus dimensiones y elementos arquitectónicos siempre tiene lugares de difícil acceso. Esto implica dificultad para tomar las mediciones y hasta un riesgo para el operador debido a que en algunos casos son construcciones de grandes alturas.

En resumen, con la fotogrametría digital se invierten menos recursos materiales y humanos en el levantamiento *in situ*. De cualquier manera, es necesario mencionar que la fotogrametría digital requiere más tiempo en el procesado de gabinete; aun con esto los resultados y productos gráficos son mejores que con otras metodologías.



Figura No. 7. Nube de puntos, modelo del Sagrario Metropolitano de Guadalajara, Jalisco [2018]
(Elaboración propia)

He podido apreciar el trabajo aplicando la fotogrametría digital, pero ¿qué podemos decir sobre la planimetría en arquitectura y ahora la fotogrametría digital?

Una de las cosas más importantes en un levantamiento arquitectónico es capturar lo más fiel posible la condición material de los edificios en su estado actual. La fotogrametría cumple más allá de esta condición integrando la información gráfica, como la geometría y texturas de los elementos arquitectónicos, con la información paramétrica, que nos proporciona medidas y dimensiones reales. Todo en un mismo producto gráfico. Por si fuera poco, tiene la capacidad de integrar esta información en un modelo 3D que podemos trabajar de acuerdo a distintos niveles de profundidad dependiendo de su finalidad, ya sea científica o bien como medio de divulgación para distintos públicos.

Dentro de tu experiencia ha resaltado este último proyecto con el Sagrario Metropolitano aquí en Guadalajara. ¿Cómo se inició este proyecto de documentación? ¿Podrías hablarnos de él, como una preliminar para la revista?

Actualmente estoy realizando el levantamiento fotogramétrico del Sagrario Metropolitano. Este proyecto surgió por la necesidad de hacer un levantamiento arquitectónico del inmueble porque ha sufrido deterioros, tales como grietas y algunos desprendimientos de materiales debido a las obras del tren ligero en Guadalajara. Este levantamiento tiene la finalidad de ser la base de un catálogo que exponga los daños y deterioros que presenta el inmueble, comprendiendo todas las afectaciones en su historia reciente, sobre todo en su magnífica cúpula. Cabe mencionar que un levantamiento de estas características solo es posible mediante la toma de fotografías aéreas con el uso de un dron. Estas imágenes también son ideales para inspeccionar los daños y deterioros en edificios de esta magnitud y complejidad.



Ortofoto del Sagrario Metropolitano de Guadalajara, Jalisco [2018]. (Elaboración propia)

PROCESO FOTOGRAMETRÍA:



Figura 1. Proceso fotogrametrico del modelo 3d, software Photoscan, Sagrario Metropolitano de Guadalajara, Jalisco [2018]. (Mtro. Juan Antonio García Ugalde)



Figura 2. Proceso de construcción del modelo fotogramétrico, Sagrario Metropolitano de Guadalajara Jalisco.[2018] (Mtro. Juan Antonio García Ugalde)

Figura 3. Nube de puntos, modelo del Sagrario Metropolitano de Guadalajara, Jalisco [2018] (Mtro. Juan Antonio García Ugalde)



Figura 4. Proceso de construcción del modelo fotogramétrico, Monumento a Pio IX, Jamay, Jalisco. [2018].(Mtro. Juan Antonio García Ugalde)

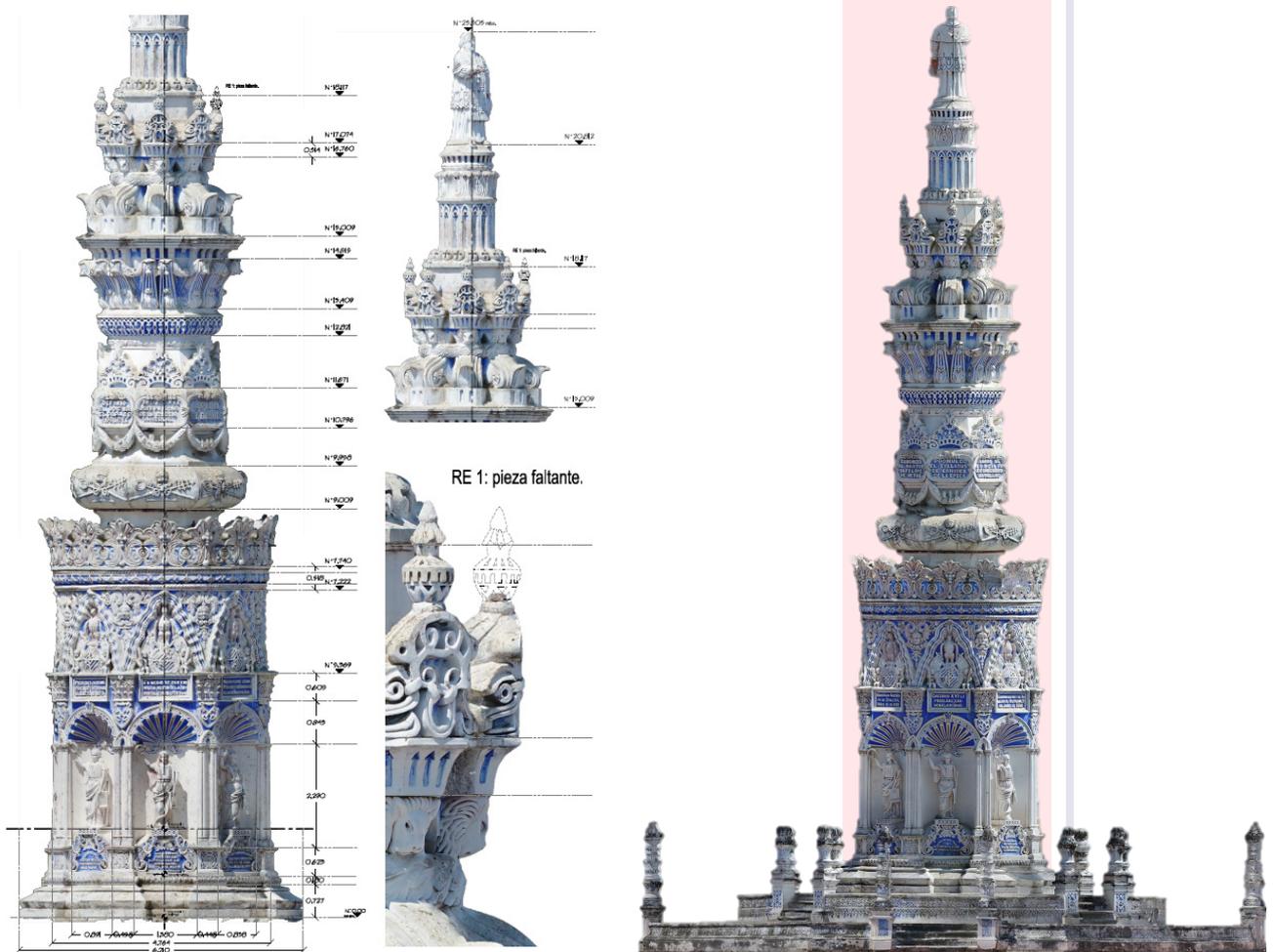


Figura 5. Ortofoto del Monumento a Pio IX, ubicado en el poblado de Jamay, Jalisco. [2018].(Mtro. Juan Antonio García Ugalde)

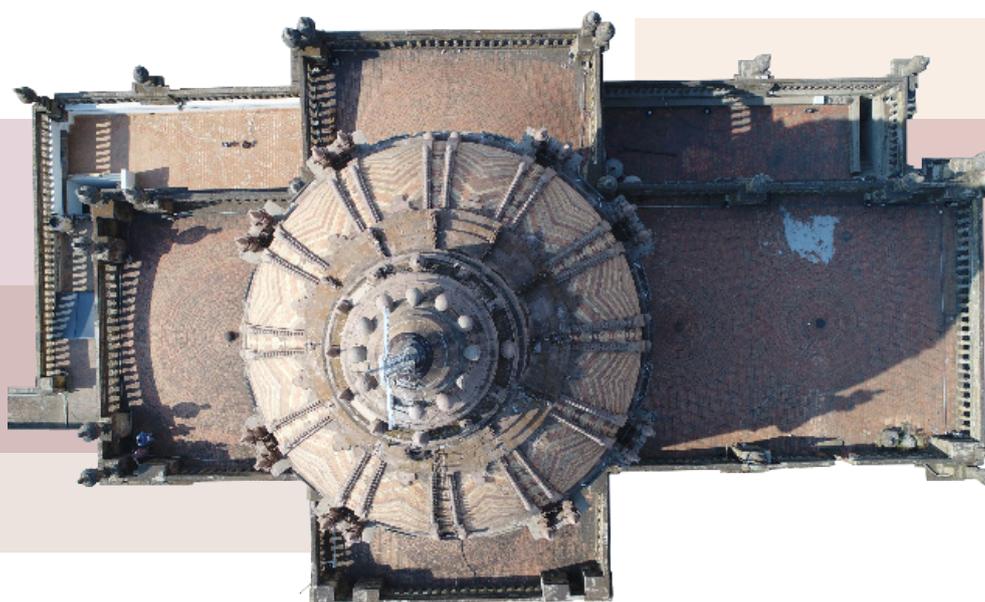
Este registro, junto al que se presentó con anterioridad del estado actual del monumento conmemorativo dedicado a Pío IX en Jamay como parte de un proyecto de conservación, pretende ser un nuevo estándar dentro de los requisitos que soliciten las autoridades competentes en la materia (INAH) para la autorización de proyectos que intervengan el patrimonio cultural edificado.

Es sorprendente, y sin duda esperamos conocer los resultados de este proyecto de conservación. Ahora, ¿cuáles han sido las bondades y las dificultades que encontraste durante esta labor?

Cada vez me encuentro con menos dificultades técnicas gracias a la experiencia que me deja la ejecución del levantamiento anterior y a los avances tecnológicos, como por ejemplo el uso de drones para la captura de imágenes aéreas. La experiencia de hacer los levantamientos te ayuda a establecer un marco referencial de las capacidades de la herramienta así como de sus limitantes, ya que la mayoría de ellas tienen que ver con situaciones físicas, meteorológicas

o bien del contexto en el que se encuentra ubicado el objeto de estudio. Así que he aprendido a hacer una lectura y análisis previo a los levantamientos dependiendo de cada sitio. No todos los edificios ni todas las condiciones se prestan para obtener resultados óptimos en un levantamiento de estas características, y cuando esto ocurre debemos saber cómo compensarlos.

Otra situación bastante importante que afecta a la fotogrametría es establecer perfectamente los objetivos y los niveles de detalle del levantamiento que se pretende, ya que esta información es directamente proporcional a la precisión deseada. Con esto quiero decir que si necesitamos realizar el levantamiento de algún elemento arquitectónico ubicado en una fachada, por ejemplo, es necesario hacerlo exclusivamente de él, y su precisión será incluso milimétrica. Pero si deseamos esta misma precisión en un levantamiento de la misma fachada sería un trabajo muy complejo, y la verdad ambos levantamientos tienen objetivos diferentes. Las personas creen que cuando haces un levantamiento de un edificio completo tienes acceso a los milímetros de separación entre las juntas de sus muros, y la verdad es que no puede ser así.



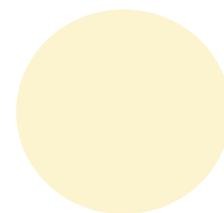
Sagrario Metropolitano de Guadalajara, Jalisco [2018].(Mtro. Juan Antonio García Ugalde)

Entendiendo lo que nos dices, ¿cuál sería la metodología adecuada para poder ejecutar un levantamiento fotogramétrico en un edificio de este tipo?

Básicamente existen dos etapas principales: la captura de imágenes en campo y el procesado de estas imágenes mediante un *software* especializado en gabinete. La correcta ejecución en la toma de imágenes es crucial en las aspiraciones para obtener excelentes resultados en la reconstrucción del modelo 3D. Los principios para trabajar estas imágenes pueden ser relativamente sencillos, pero dependiendo del objeto de estudio se complica su aplicación. Por eso, es muy importante la experiencia y el criterio de quien lo realiza.

El procesado de las imágenes hace necesario contar con el *software* especializado y equipos de cómputo bastante robustos en cuanto a sus características técnicas para soportar las tareas que se llevan a cabo. Los flujos de trabajo en esta segunda etapa son realizados de forma completamente automática por el *software*, lo que garantiza una mayor precisión en los trabajos. Una vez obtenido el modelo tridimensional, este adquiere su textura directamente de las imágenes sobre las cuales se trabajó la fotogrametría, de tal suerte que una vez aplicada sobre el modelo, tenemos una imagen fotográfica realista y actual del objeto.

Posteriormente, tanto el modelo como las texturas pueden exportarse a otras aplicaciones, principalmente para su restitución gráfica o bien para manipular el modelo tridimensional con otros fines, tales como animaciones o reconstrucciones virtuales.



En algún momento, ¿fue impensable el desarrollo de la documentación que implica un proyecto de ejecución de un edificio? Por poner un ejemplo, en un edificio de gran tamaño.

No, desde el punto de vista técnico. Mientras se cuente con la disponibilidad de los equipos adecuados, la tarea, por más grande que sea, puede ser procesada, pero en ocasiones se dificulta acceder a esa tecnología por sus elevados costos. Contando con el equipo adecuado, el resto consiste en adaptar la metodología para realizar el levantamiento fotogramétrico en edificios. Por supuesto que entre mayores dimensiones posean, se requerirá de un mayor número de levantamientos. El procesado de la información será por partes, y después se integra un conjunto a través de los llamados puntos de control. Incluso en trabajos a gran escala se precisa el manejo de aparatos topográficos que hacen lecturas más precisas en cuanto a la geografía del lugar y que sirven de guía a las partes de los modelos generados a partir de fotogrametría.

Cuando se eleva el nivel de dificultad, ya sea por la altura o por el tamaño del conjunto, siempre tenemos que estar muy atentos a las variables y hacer ajustes para no perder en ningún momento la calidad del registro y la documentación.

Para cerrar esta entrevista, Juan Antonio, ¿podrías hablarnos sobre los alcances que puede llegar a tener un proyecto basado en la fotogrametría digital y sus productos gráficos?

Claro que sí. El desarrollo de la documentación y el registro basado en fotogrametría permiten, como ya lo mencionamos, obtener un modelo tridimensional. Esto nos da la posibilidad de experimentar junto con otras técnicas innovadoras, como la anástilosis, reconstrucciones hipotéticas en 3D basadas en datos científicos e incluso la realidad virtual.

La reconstrucción del modelo arquitectónico en este entorno permite una gran interactividad entre objeto y sujeto, adquiriendo un flujo y manejo de información sin precedentes, cuestiones que día con día forman parte de nuestra cotidianidad. El 3D es una forma de representación de la información que permite trabajar con grandes volúmenes de datos, ya que los gráficos, texturas, volúmenes y dimensiones están integrados en un solo modelo, bien sea bidimensional o tridimensional. Toda esta información puede ser consultada y enriquecida por uno o varios especialistas, siendo muy valiosa su capacidad de ser compartida gracias al formato digital. La herramienta de nuestro tiempo.



DIRECTOR

Ernesto Flores Gallo
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

CONSEJO EDITORIAL

Gloria Aslida Thomas Gutiérrez
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

José Alfredo Alcántar Gutiérrez
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

David Zárate Weber
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Estrellita García Fernández
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Enrique Solana Suárez
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

Luis Ignacio Gómez Arriola
Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)
Centro Regional de Occidente, México

COORDINADOR EDITORIAL

Daniel Rodríguez Medina
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara

EDITOR RESPONSABLE

Gloria Aslida Thomas Gutiérrez
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

EDITORIA ADJUNTA

Atenas Zoe Camila Murillo Muñoz
Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

SECRETARIA TÉCNICA

Gloria Gabriela Alemán Aceves
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

EDITOR TÉCNICO

Abel de Jesús Carrasco González
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

EDITORES DE SECCIÓN

Marcela Sofía Anaya Wittman
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Alejandra Robles Delgado Romero
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Mónica Gómez Zepeda
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Juan Antonio García Ugalde
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

ASISTENTE EDITORIAL

Oswaldo Gabriel Esquivel Gomez
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

EQUIPO DE DISEÑO Y CUIDADO DE INTERIORES

Atenas Zoe Camila Murillo Muñoz
Universidad Virtual de la Universidad de Guadalajara
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Gloria Gabriela Alemán Aceves
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Abel de Jesús Carrasco González
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

COMUNICACIÓN

Uriel Aceves Jiménez
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Omar Arturo Huerta Barba
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Sergio Arnoil García Carrillo
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

CORRECTOR DE ESTILO

Punto y Aparte
Asesoría en redacción y ortografía



COMITÉ EDITORIAL

Ana Portalés Mañanós
Universidad Politécnica de Valencia, España

María Teresa Palomares Figueres
Universidad Politécnica de Valencia, España

Marisol Ordaz Tamayo
Universidad Autónoma de Yucatán, México

Luis Alberto Torres Garibay
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
México

Eugenia María Azevedo Salomao
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
México

José Refugio De La Torre Curiel
Centro Universitario de Ciencias Sociales e Historia
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Juan López García
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Marcela Sofía Anaya Wittman
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Adriana Ruíz Razura
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México

Vol. 1 No. 1
Enero - Junio 2019
ISSN EN TRÁMITE

Para mayor información y envío de
artículos dirijase a:

Mtra. Gloria Aslida Thomas Gutiérrez
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México
E-mail revista_hcpe@cuaad.udg.mx

Atenas Zoe Camila Murillo
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Benemerita Universidad de Guadalajara, México E-
mail zoe.murillo@cuaad.udg.mx





UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Sede Huentitán

Calzada Independencia Norte No. 5075, Huentitán El Bajo, S.H., C.P. 44250
Guadalajara, Jalisco, México

Telefono: +52 (33) 1202 - 3000 Ext. 38542
Correo: revista_hcpe@cuaad.udg.mx