

---

## RESUMEN.

Hoy una de las preocupaciones de los países y las empresas se centra en el aumento de la competitividad como forma de inserción en la economía global. En la base de la competencia se asienta el concepto de productividad y muy estrechamente ligado a éste, el de formación.

El vertiginoso avance de las comunicaciones y las tecnologías someten a las empresas a una constante adaptación a las mismas, tornando al conocimiento en un activo clave que deben poseer las empresas para poder ser competitivas.

El conocimiento juega un rol cada vez más importante en el desarrollo de países y sus sociedades; las economías no están basadas únicamente en la acumulación de capital, hace falta un sólido cimiento de información, aprendizaje y adaptación. Por medio del conocimiento se logra el desarrollo de la capacidad inventiva, obtenida mediante la inversión en investigación y desarrollo.

La investigación se traduce en nuevos productos y nuevas técnicas de producción, mejora continua de la calidad que permite optimizar recursos y reducir costes, con la consiguiente ganancia de competitividad.

La aplicación de nuevas técnicas que reduzcan los costes de producción redundará en una mayor productividad. No se trata de dar una poción mágica que resuelva todos nuestros problemas de empresa, sino de facilitar la búsqueda de las soluciones.

La catalogación del patrimonio arquitectónico implica nuevos retos de conservación<sup>1</sup>.

El problema de la conservación no es nuevo, pero en el siglo XX se producen grandes avances en los métodos de investigación no destructivos.

La Carta de Atenas de 1931 definió las primeras bases de la conservación de los monumentos. Entre alguna de sus recomendaciones destacar aquella que invita a mantener la utilidad de los monumentos para que se asegure la continuidad de su vida, con destinos que respeten su carácter histórico y/o artístico como ocurre en la Lonja de Valencia.

La Guerra Civil Española serviría de punto de partida para redactar un convenio en el año 1954 sobre la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado. El Convenio de la Haya de 1954 que indica: "*Los daños* ocasionados a los bienes culturales pertenecientes a cualquier pueblo constituyen un menoscabo al patrimonio cultural de toda la humanidad puesto que cada pueblo aporta su contribución a la cultura mundial", es por ello por lo que la protección del bien debe ser internacional. La tendencia actual es la de concentrar los esfuerzos para la protección del patrimonio arquitectónico ante las catástrofes naturales. El patrimonio arquitectónico está en peligro, amenazado por la ignorancia y el paso de la moda, el deterioro de todo tipo y la negligencia.

La planificación urbanística puede ser destructiva cuando las autoridades ceden fácilmente a las presiones económicas y a las demandas del tráfico motorizado. El patrimonio arquitectónico europeo

---

<sup>1</sup> BUSTAMANTE, ROSA. (1999) Teoría e historia de la rehabilitación Edita Munilla-Ierria. Tomo1 pg 321-406.

es la propiedad común de nuestro continente y cada generación tiene sólo una vida para interesarse por este patrimonio y es responsable de transmitirlo a las futuras generaciones<sup>2</sup>.

El 5 de Diciembre de 1996, la UNESCO declara a la Lonja de la Seda de Valencia PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD y la define textualmente como: “ejemplo totalmente excepcional de un edificio secular en estilo gótico tardío, que ilustra de manera espléndida el poder y la riqueza de una de las grandes ciudades mercantiles del mediterráneo, considerado uno de los más brillantes ejemplos del gótico civil europeo”.

Un ejemplo claro que justifica la necesidad de utilizar los últimos avances tecnológicos en la conservación del patrimonio se manifiesta claramente en las siguientes páginas en donde presento una selección de recortes de los periódicos de mayor difusión en Valencia que escriben sobre la puerta principal de la Lonja de Valencia.

Creo que la divulgación de una noticia en estos medios de comunicación local es señal inequívoca de la importancia del monumento para el conjunto de los valencianos especialmente.

Además, indica que el espíritu original de quienes la construyeron con tanto esmero, delicadeza y talento sigue muy presente entre nosotros en la actualidad.



Imagen 1 LOGOTIPO DE LA UNESCO. Fuente [www.unesco.es](http://www.unesco.es)

---

<sup>2</sup> AA.VV. (1975). Carta europea del patrimonio arquitectónico. Amsterdam. Comité de Ministros del Consejo de Europa.

El origen de esta tesis y su desarrollo está orientado en una de las líneas de investigación que en la Memoria del IX Congreso APEGA propone en el apartado de Investigaciones profesionales (conexiones del dibujo con otros campos) en su primer apéndice:

EXPRESIÓN GRÁFICA Y PATRIMONIO:

NUEVOS MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO.

Esta Tesis se centra en torno a la utilización del ESCÁNER LÁSER 3D, la ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA y otros métodos tradicionales, como nuevos métodos de Levantamiento Gráfico y de precisión en el ámbito de la Arquitectura, a escala real y en el espacio tridimensional. La fiabilidad y rapidez de sus resultados justificará su utilización ante la elevada exactitud que se le exige en los trabajos de levantamiento en edificios de gran valor arquitectónico.

Esta tesis doctoral pretende reunir los campos del Dibujo, de la Topografía, de la Informática y de las Matemáticas.

Elegir la Lonja de Valencia tiene su sentido por su interés Universal, al ser el único edificio existente en Valencia considerado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

El escáner láser 3D representa actualmente la última tecnología disponible en el Levantamiento Arquitectónico en TRES DIMENSIONES. El estudio gráfico se ha concretado en las jambas de la puerta principal de acceso al edificio. Un elemento particular y ejemplar del mismo que nos permite hacerlo extensible al resto de la construcción por la complejidad manifiesta de su geometría y por la exactitud visual que manifiesta en el conjunto del edificio de la Lonja, lo que ha permitido hacer de su puerta Principal de acceso el objeto de análisis buscado.



Imagen 2 FACHADA PRINCIPAL DE LA LONJA DE VALENCIA. Fuente propia.



Imagen 3 PORTADA PRINCIPAL. JAMBA DE ESTUDIO.  
Fuente propia

Se recoge también el testigo de la Tesis Doctoral del Dr D. Jesús Manuel Ramírez Blanco, de la Universitat Politècnica de Valencia, titulada: La Lonja de Valencia y su conjunto monumental. Origen y desarrollo constructivo. Evolución de sus estructuras. Sinopsis de las intervenciones más relevantes / siglos XV al XX. Así como también la tesis del Dr. D. José Antonio Barrera Vera, de la Universidad de Sevilla, de Octubre de 2006, que se toma como referencia inicial al constituir la base teórica para la elección de este equipo de medida y al adoptar una de las líneas de investigación que se proponen en ella, coincidente con la anteriormente mencionada.

El objetivo principal de esta investigación se centrará en analizar las posibilidades prácticas en uno de los campos de mayor trascendencia:

LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN O REPOSICIÓN EXACTA DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO REQUERIDO POR SU INTERÉS HISTÓRICO.

Otro objetivo derivado de este, estudiará y determinará el grado de exactitud y precisión a la que se llega con la utilización de nuevas tecnologías.

Un tercer objetivo que se plantea inicialmente es el de comparar varias formas de levantamiento gráfico a escala real y en el espacio tridimensional.

Se aspira a plasmar en un título un nuevo método de levantamiento arquitectónico instrumentalizado por la más alta innovación tecnológica del momento; El escáner Láser 3D.

Aplicarlo a la Expresión Gráfica Arquitectónica y Patrimonio supone todo un esfuerzo que se ha concretado en el siguiente título:

## EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO ARQUITECTÓNICO DE PRECISIÓN. LA JAMBA DE LA PORTADA DE ACCESO PRINCIPAL A LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA

Desde el Teodolito hasta el Escáner Láser 3D, todos los equipos topográficos pretenden lo mismo: SITUAR UN PUNTO EN EL LUGAR QUE OCUPA EN EL ESPACIO MEDIANTE SUS COORDENADAS X, Y, Z.

Esto se hace punto a punto de forma manual con los Teodolitos, de forma automática con las Estaciones Totales o a gran escala desde 4.000 puntos por segundo como lo hace el Escáner Láser 3D de la marca Leyca utilizado inicialmente en el trabajo de campo hasta los 976.000 puntos por segundo del escáner láser 3d de la marca TOPCON llamado FARO, utilizado en el levantamiento del mes de marzo de 2015. La última tecnología, que salió hace aproximadamente ocho años al mercado y que ha evolucionado su aplicación al campo del urbanismo y de las infraestructuras viarias, ofreciendo una nueva visión a escala real del entorno urbano.

EL ESCÁNER LÁSER 3D mide la realidad física tridimensional y la convierte en un archivo informático que posteriormente es manipulado con un software específico para conseguir los datos numéricos o gráficos geométricos que se requieran. A este proceso se le denomina digitalización 3D.

PARA GESTIONAR LOS DATOS OBTENIDOS DESDE EL ESCÁNER LÁSER 3D PRIMERO LO HEMOS TENIDO QUE MEDIR.

Partiendo de esta consideración, hemos vertebrado la presente investigación con la siguiente sucesión de contenidos:

Recorrer el entorno urbano y social más inmediato del monumento desde su construcción hasta la actualidad; para conocer en qué condiciones se encontraba la ciudad en su posición social dentro del



Imagen 4 TOMA DE DATOS CON EL PERFILÓMETRO SOBRE LA JAMBA. Fuente propia



País. Descender hasta el edificio para conocer la finalidad de su construcción y analizar las formas de trabajo de su autor.

Utilizar desde las herramientas más simples como los peines de arqueólogo hasta los instrumentos más modernos en tecnología instrumental y estudiar su evolución para poder apreciar su capacidad.

Analizar el grado de exactitud de las medidas que nos proporcionan los nuevos instrumentos utilizados en el levantamiento gráfico arquitectónico: el Escáner Láser 3D y la Estación Total, a partir de los instrumentos más elementales: la cinta métrica metálica, el pie de rey y el peine de arqueólogo milimétrico.

Comparar la geometría obtenida con la teórica para estudiar su métrica, su composición, su simetría, su proporción y su envolvente original.

Comparar los resultados y el protocolo del levantamiento realizado con otros de relevancia internacional.

Encontrar otras tesis doctorales relacionadas con esta.

Obtener unas conclusiones parciales y generales de todo el conjunto, ofreciendo las posibilidades de utilización de los resultados:

Para poder capturar formas complejas lo que se hace es medir en pocos segundos, cientos de miles de puntos obtenidos por la reflexión de las ondas sobre la superficie del objeto, consiguiendo describir de forma fidedigna la forma de su superficie.



Imagen 5 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO CON EL PERFILÓMETRO

Fuente propia

La información así adquirida puede tener multitud de aplicaciones. La más evidente es la "visualización interactiva" en la que el objeto medido puede ser visto desde todos los ángulos de forma interactiva utilizando un PC.

La diferencia con otras técnicas de visualización, como puede ser la fotografía digital de 360°, se encuentra en que la información obtenida mediante digitalizado 3D son medidas reales de longitud y posición, y por tanto pueden ser susceptibles de utilización en infinidad de usos alternativos.

La Expresión Gráfica Arquitectónica como disciplina plena, tiene carácter autónomo, por encima de su valor instrumental, por lo que la investigación tiene gran trascendencia en su orden interno. Así pues, sus cursos de doctorado deben ser entendidos como puente entre la labor investigadora del Departamento con sus respectivos grupos de investigación y una estructura que gobierne las posibles líneas de investigación.

Uno de los trabajos más habituales de un técnico es el levantamiento como labor previa a otra posterior de intervención, de formación o de investigación, derivada por la necesidad de dominar las geometrías del objeto de análisis<sup>3</sup>.

Cualquier intervención restauradora o rehabilitadora sobre el patrimonio arquitectónico requiere de un levantamiento que de fe y documente con rigurosidad su estado actual.

El levantamiento propuesto en esta tesis pretende reflejar la morfología del conjunto y la de sus partes. Hemos eludido los defectos de algunas piezas optando por la regularización de los elementos que intervienen en el monumento. Las mediciones han sido realizadas utilizando el sistema métrico



Imagen 6 UTILIZACIÓN DEL PIÉ DE REY SOBRE LA JAMBA.  
Fuente propia.

---

<sup>3</sup> GOITIA, AITOR. (1999). Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Edita Munilla-Iería. Tomo2 pg 161-163.



decimal, si bien se ha tenido presente su relación con el sistema métrico de la época históricamente vigente en valencia como veremos y justificaremos en el tema de la métrica utilizada.

Los dibujos elaborados para la definición de la portada responden a la proyección ortogonal según la tradicional representación en planta, alzado y sección, junto a la representación tridimensional. He utilizado como soporte informático de delineación los programas gráficos AutoCAD y 3Dstudio max, y el milímetro como unidad genérica de trabajo y precisión.

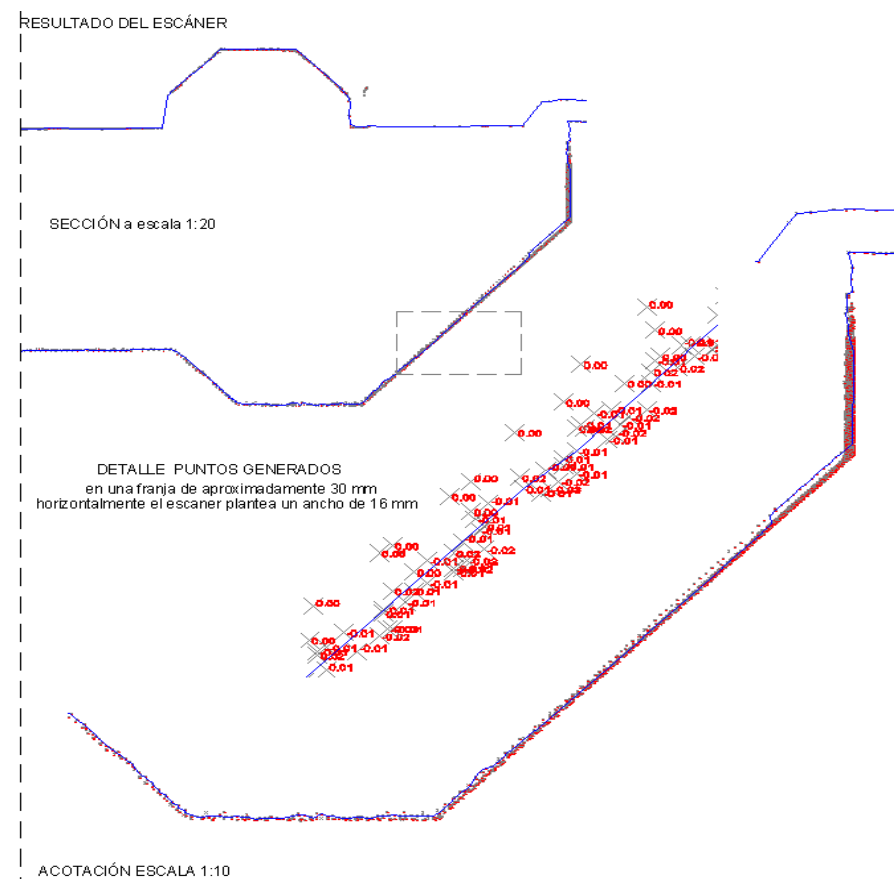


Imagen 7 EJEMPLO LEVANTAMIENTO RESULTADO DEL ESCANER 3D  
Fuente propia.