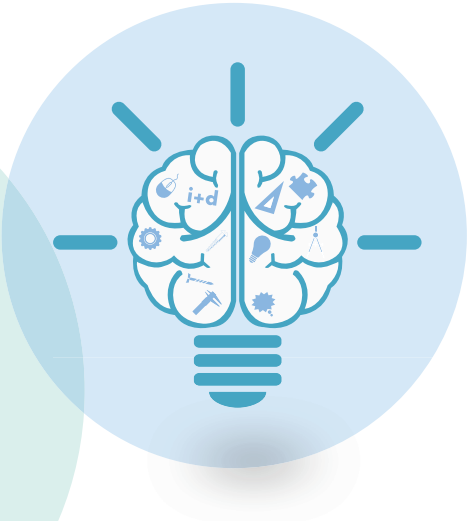


Libro de Actas de la

Jornada Ingegraf 2014

Learn design by doing

Aprendiendo de la experiencia

ORGANIZAN

INGEGRAF
ASOCIACIÓN DE PROFESORES DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

JORNADA DE INGENIERÍA GRÁFICA
VALENCIA- 19 de septiembre de 2014

ACTAS DE LA JORNADA

Learn Design by doing
Aprendiendo de la experiencia
Jornada Ingegraf
Universitat Politècnica de València

INGEGRAF

Edita: Intertécnica Ediciones
ISBN: 978-84-941666-2-4
Depósito Legal: V1474-2015
Imprime: Diazotec S.L.
Diseño de portada: en un clip

CONTENIDOS

Comité Organizador ….....1

Comité Científico ….....1

INDICE DE COMUNICACIONES ….....…….. 3

COMITÉ ORGANIZADOR:

Presidente:	D. Guillermo Peris-Fajarnés
Vocales:	Dña. Beatriz Defez García
	D. Ismael Lengua Lengua

COMITÉ CIENTÍFICO:

Presidente:	D. Felix Sanz Adán
Vocales:	D. Fernando Brusola Simón
	D. David Corbella Ribes
	Dña. Beatriz Defez García
	D. Ismael Lengua Lengua
	Dña. Paz Morer Camo
	D. Guillermo Peris-Fajarnés
	Dña. Irene Sentana Gadea
	D. Pedro Ubieto Artur

ÍNDICE DE COMUNICACIONES

1.- "Accesibilidad en los recursos on-line"
Ismael Lengua, Larisa Dunai, Guillermo Peris-Fajarnés, V. Santiago-Praderas, Beatriz Defez
(Universitat Politècnica de València) pág. 7

2.- "Análisis de zonas consolidadas de la ciudad mediante herramientas SGI"
Aranzazu Fernández Vázquez, Ramón Miralbés Buil
(Universidad de Zaragoza) pág. 11

3.- "Aprendizaje práctico de ingeniería gráfica mecánica mediante modelado y simulación"
Valentín Gómez-Jáuregui, Cristina Manchado, César Otero
(Universidad de Cantabria) pág. 17

4.- "Caracterización geométrica de viñedos emparrados mediante el uso de datos lidar aerotransportado"
Jacinto Santamaría Peña, Manuel Valbuena Rabadán, Félix Sanz Adán, David Arancón Pérez
(Universidad de la Rioja) pág. 21

5.- "El aprendizaje basado en rúbrica en la asignatura Expresión Gráfica II "
Ramón Miralbés Buil, José Luís Santolaya Saenz, Carlos Romero Piqueras
(Universidad de Zaragoza) pág. 27

6.- "Enseñanza de geometría descriptiva mediante el espacio virtual 3D"
Javier García Mateo, Fernando Lara Ortega, Lara García Calvo
(Universidad de Burgos) pág. 33

7.- "Estudio gráfico y analítico de la modificación de la geometría alveolar de los ladrillos cerámicos huecos"
David Corbella Ribes
(Universidad Politécnica de Madrid) pág. 47

8- "Evaluación de proyectos de ingeniería con realimentación para actuaciones de mejora continua"
Pedro Ubieto Artur, Cristina Royo Sánchez, José Luis Santolaya Sáenz, César García Hernández
(Universidad de Zaragoza) pág. 53

9.- "Herramientas on-line en expresión gráfica"
Cristina Manchado, Valentín Gómez-Jauregui, César Otero
(Universidad de Cantabria) pág. 61

10.- "Metodología de ejemplificación como apoyo a la docencia y estímulo de autoaprendizaje en el grado en ingeniería en diseño industrial y desarrollo de productos"
Anna María Biedermann, Ana Serrano Tierz, José Luis Santolaya
(Universidad de Zaragoza) pág. 65

11.- "Modelización 3D de grabados prehistóricos: Cámaras compactas de bajo coste como alternativa a los escáneres láser"
Francisco Iván Rodríguez López, Mercedes Farjas Abadia,
Eduardo Galán Domingo, Ruth Maicas Ramos
(Universidad Politécnica de Madrid) pág. 71

12.- "Motivating Knowledge Workers: The Challenge for the 2050s"
Paz Morer Camo, Itziar Gonzalez Zuazo
(Universidad de Navarra) pág. 75

13.- "Representación Digital de piezas arqueológicas: modelado 3D, réplicas y métrica"
Pablo Roces Coto, Dra. Mercedes Farjas Abadía, Dr. Sabah Jasim
(Universidad de Madrid) pág. 79

14.- "Simulink 3D animation toolbox para visualización de elementos de geometría descriptiva"
Jaime Cifuentes Rodríguez, Ramón Ángel Fernández, Miguel Carriegos
(Universida de León) pág. 93

ACCESIBILIDAD EN LOS RECURSOS ON-LINE

Ismael Lengua*, Larisa Dunai, Guillermo Peris-Fajarnés, V. Santiago-Praderas, Beatriz Defez

Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas

Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia

*ilengua@dig.upv.es

1. RESUMEN

Las personas con baja visión tiene especial dificultad para manejarse en un entorno diario y especialmente con los dispositivos electrónicos, facilitar el acceso a los contenidos y especialmente a recursos y herramientas electrónicas que faciliten el acceso a la tecnología, es una labor que hemos estado realizando en el Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas de la Universitat Politècnica de València en colaboración con asociaciones y fundaciones de ayuda a personas invidentes y con Baja Visión. Este artículo pretende recopilar toda esta experiencia que hemos tenido en diferentes proyectos, creando contenidos y acceso a recursos en Internet accesibles a personas invidentes y con Baja Visión.

Figura 1 . Accesibilidad mediante voz sintética

Figura 2. Web diseñada por CITG para Fundación Oftalmológica del Mediterráneo (FOM) Unidad de Baja Visión. Nivel de accesibilidadAAA

2. DESARROLLO

En el proyecto realizado para la FUNDACIÓN OFTALMOLÓGICA DEL MEDITERRÁNEO (FOM) UNIDAD DE BAJA VISIÓN, se realizó un estudio previo de las necesidades no sólo de las personas invidentes, sino de las personas con baja visión que es un colectivo que tiene unas dificultades muy particulares en función de la tipología de baja visión que pueda padecer. Concretamente hay personas con baja visión que pueden llegar a leer una pantalla de ordenador pero que precisan que esta tenga un alto nivel de contrate en determinados colores, por ejemplo una letra negra sobre fondo amarillo (Figura 3). Para este tipo de patología se creó un menú específico donde en el usuario puede seleccionar el color de fondo de la pantalla así como el color de la letra combinado con el tamaño. También se incluyó la posibilidad que todo el texto pudiera ser leído mediante voz sintética para las personas que tuvieran dificultad con textos largos (Figura 1). Todo ello cumpliendo con la normativa "Nivel Triple-A de Conformidad con las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web 1.0 (WCAG 1.0)" (Figura 2).

Figura 3. Accesibilidad mediante alto contraste para baja visión

3. CONCLUSIONES

Los proyectos de recursos ON-LINE que se realizan en la actualidad, muy pocos tienen en cuenta al colectivo de personas con baja visión e invidentes. Hay que tener en cuenta que normativa "Nivel Doble-A de Conformidad con las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web 1.0 (WCAG 1.0)" o incluso en Nivel AAA, no son de obligado cumplimiento en la actualidad, para la mayoría sitios Web. En el Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas de la Universitat Politècnica de València, hemos realizado proyectos con máximo nivel de accesibilidad Nivel AAA para el acceso a los recursos de Internet de las personas con deficiencia visual como el proyecto de la FUNDACIÓN OFTALMOLÓGICA DEL MEDITERRÁNEO (FOM) UNIDAD DE BAJA VISIÓN. La accesibilidad debe ser un derecho para todos y muy especialmente para el colectivo como el de invidentes o de baja visión, el coste de la creación de una sito web accesible no es mayor que el de un sitio Web normal simplemente hay que cumplir las normas WAI de accesibilidad de estructura de la página HTML para que sea accesible.

ANÁLISIS DE ZONAS CONSOLIDADAS DE LA CIUDAD MEDIANTE HERRAMIENTAS SIG

Aranzazu Fernández Vázquez*, Ramón Miralbés Buil

Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, Edificio Torres Quevedo, C/ María de Luna nº 3, 50018, Zaragoza, Zaragoza

*aranfer@unizar.es

1. INTRODUCCIÓN

La mejora de la ciudad consolidada es una necesidad común a todos los países desarrollados, especialmente europeos, debido a la aparición de procesos de envejecimiento, obsolescencia y degradación. En muchos barrios de estas ciudades existe una elevada densidad de edificación y población, mientras que el espacio libre público disponible es escaso y no está preparado ni adaptado a esta situación.

Por ello se ha comenzado a legislar para promover actuaciones sobre la ciudad, como recientemente en España con la nueva Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbana. Pero en muchos casos se prevén únicamente medidas dirigidas a la renovación del parque edificado, y no actuaciones sobre el espacio libre existente entre las edificaciones, que es el que disfruta el usuario de la ciudad, y que presenta graves carencias.

2. ESPACIOS LIBRES EN LA CIUDAD CONSOLIDADA

El análisis del espacio libre se plantea con el objetivo fundamental de aumentar la calidad de vida en las ciudades, para recuperar la ciudad como espacio de vida. Y uno de los factores que más han condicionado la configuración del espacio público en los barrios tradicionales ha sido

la consideración del automóvil como elemento primordial, lo que ha dado como resultado calles poco adaptadas o preparadas para su uso por el peatón.

Partiendo de esta premisa, se ha realizado un análisis de parte de un barrio tradicional de la ciudad de Zaragoza, el Barrio de las Delicias, en el que se ha estudiado, entre otros aspectos, el espacio libre de circulación, analizando sus dimensiones, configuración, flujos y uso.

Dado que actuamos en una ciudad consolidada, con barrios habitados y viales en uso, se ha estudiado su configuración y funcionamiento real como primer paso antes de desarrollar, en una fase posterior, modelos que corrijan los fallos detectados. Para ello se aplican metodologías de ingeniería inversa, que permiten profundizar en el estudio del funcionamiento del espacio libre existente hasta llegar a entender su comportamiento, y a partir de ahí modificar y mejorar este.

3. ANÁLISIS MEDIANTE HERRAMIENTA SIG

La herramienta empleada para el análisis ha sido un SIG (Sistema de Información Geográfica), que presenta la ventaja de que espacializa los resultados obtenidos en el trabajo de campo, permitiendo la discriminación y segmentación espacial de la información para generar una gran variedad de mapas en función de diferentes hipótesis.

Esto posibilita una caracterización muy detallada de los espacios en función de los filtros que se introduzcan sobre los datos de campo, que se recogen en tablas que se incorporan al SIG.

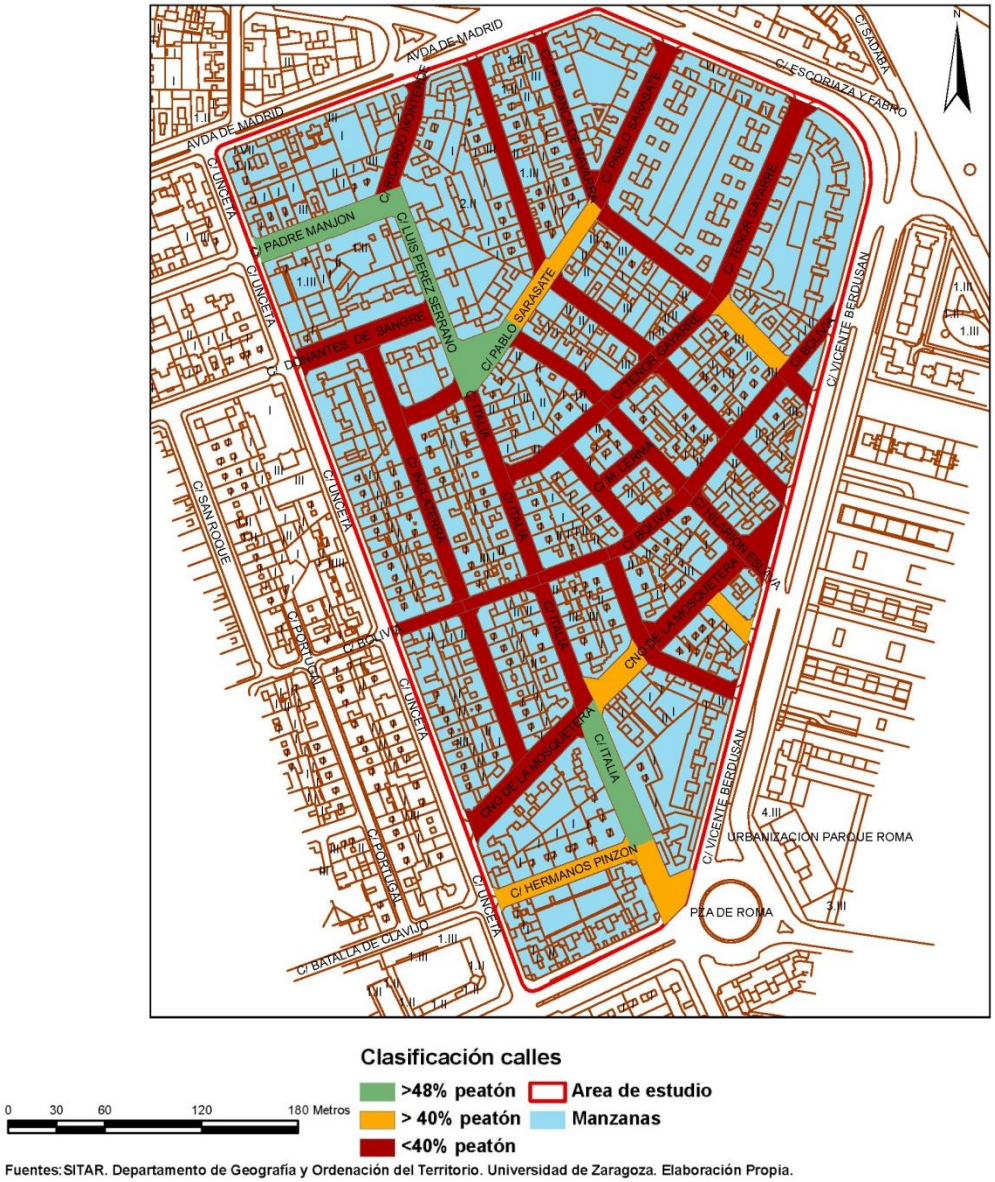


Figura 1. Mapa de clasificación de los viales según superficie destinada al peatón

Un ejemplo de la aplicación de esta herramienta se muestra en la Figura 1, en la que se representan los viales estudiados en función de la superficie que en cada uno de ellos se destina al automóvil y al peatón. O la Figura 2, en la que se representa en cada calle varios problemas detectados. Son solo algunas muestras de las posibilidades de análisis y representación que permiten estas herramientas.

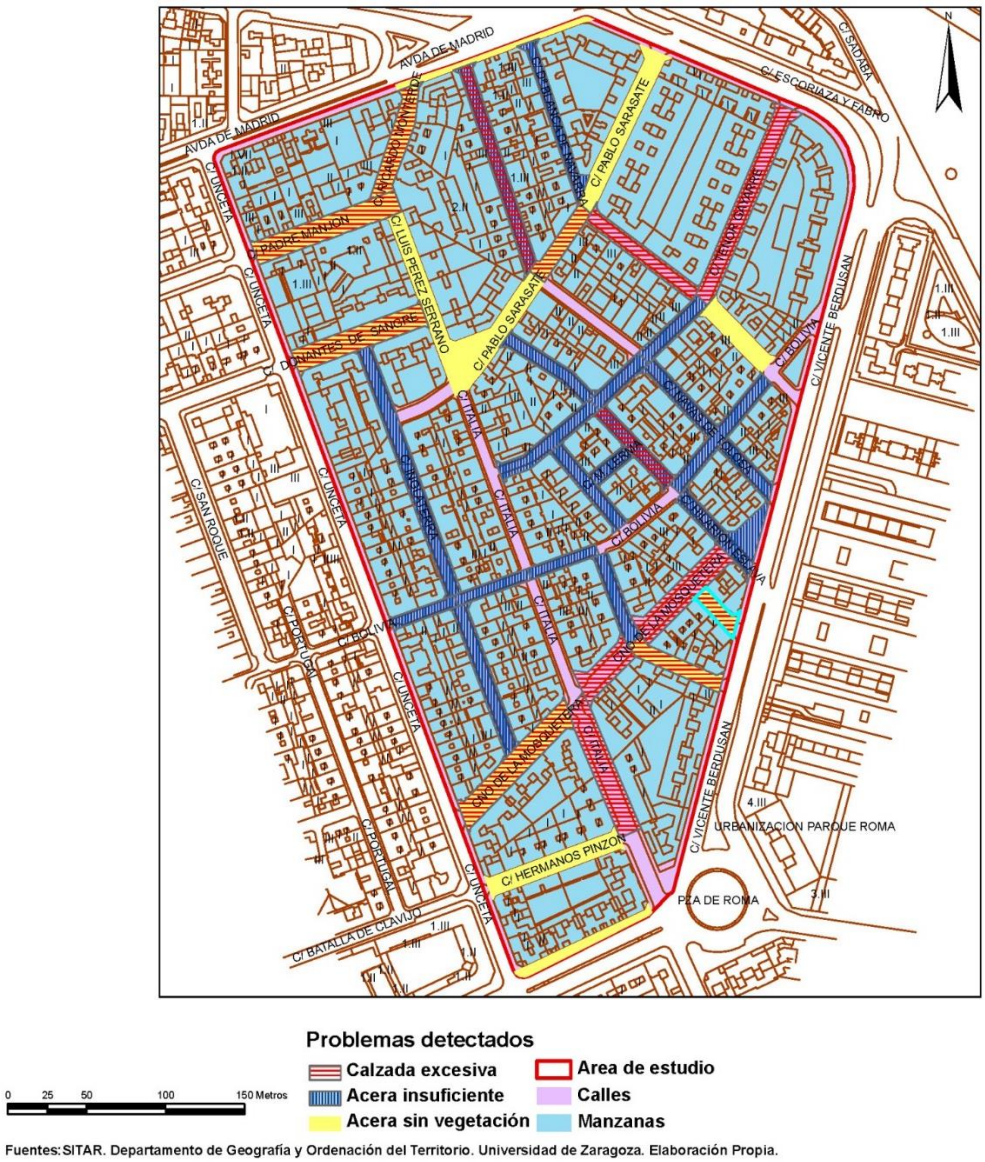


Figura 2. Mapa de caracterización de problemas de los viales

4. CONCLUSIONES

La utilización de una herramienta SIG para el análisis y evaluación del espacio urbano es relativamente reciente, dada la mayor tradición que presentan otras herramientas en la práctica del urbanismo.

Pero la experiencia realizada demuestra que las herramientas SIG permiten incorporar datos obtenidos del trabajo de campo de forma muy eficiente, así como generar una gran variedad de mapas que reflejen los problemas detectados.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EUROPEAN COMISION, "*Making our cities attractive and sustainable*". Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2.010. ISBN: 978-92-7916298-5.

- EUROPEAN ENVIROMENT AGENCY, "*Ensuring quality of life in Europe´s cities and towns*". Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, 2.009. ISBN: 978-92-9167-994-2

- GEHL, JAN Y LARS GEMZØE, "*Nuevos espacios urbanos*". Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2.002. ISBN: 84-252-1910-8.

- HERRERO TEJEDOR, *Tomás Ramón et al*. *Estudio de Accesibilidad a las zonas verdes urbanas mediante Sistemas de Información Geográfica. Comunicación del XVIII Congreso internacional de Ingeniería Gráfica 2.006*. Fecha de consulta: 01-08-2011. Fecha de revisión: 18/08/2014. [http://oa.upm.es/13529/2/INVE_MEM_2006_113242.pdf]

- RUANO, MIGUEL, "*Ecourbanismo. Entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*". Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1.999. ISBN: 84-252-1723-7

- URBAN TASK FORCE. "*Towards a Strong Urban Renaissance. An independent report by members of the Urban Task Force chaired by Lord Rogers of Riverside*". Fecha de consulta: 10-10-2011. Fecha de revisión: 20/08/2014.

[http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Material_de_Apoio/Apoio_dos_Seminarios/Urban_Task_Force_Report.pdf].

- ZARAGOZA VIVIENDA. *Estudio sociourbanístico del Barrio de las Delicias*. Fecha de consulta: 18-08-2011. Fecha de revisión: 18/08/2014.

[http://www.zaragozavivienda.es/files/file/Estudio_Barrio_de_Las_Delicias.pdf]

APRENDIZAJE PRÁCTICO DE INGENIERÍA GRÁFICA MECÁNICA MEDIANTE MODELADO Y SIMULACIÓN

Valentín Gómez-Jáuregui*, Cristina Manchado, César Otero

Grupo EGICAD, Dpto. Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica, Universidad de Cantabria, Avda. Castros s/n, 39005, Santander, Cantabria

*valen.gomez.jauregui@unican.es

1. INTRODUCCIÓN

"Escucho y olvido; veo y recuerdo; hago y entiendo". Esta frase, atribuida a Confucio, resume perfectamente la esencia de la metodología docente denominada “Learning by doing”, tan proclamada en los últimos tiempos. Una de las ventajas que ofrece el “aprendizaje experimental” es que se incita al alumno a enfrentarse a problemas concretos que aparecen durante la fase de ejecución; las dificultades propias de una tarea de desarrollo o construcción requieren de un proceso de i) análisis – ii) diagnóstico - iii) tratamiento del problema; dicho proceso de superación de dificultades, bien sea autónomo, bien sea guiado, será el que permita un aprendizaje más enriquecedor, duradero y permanente.

2. OBJETIVOS

El presente comunicado tiene por objeto exponer de forma sucinta la metodología docente basada en el aprendizaje experimental empleada en la asignatura de Ingeniería Gráfica, obligatoria de 2º curso en de Grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Cantabria. Durante el desarrollo de dicha materia se pretende que la adquisición de conocimientos y aptitudes relacionadas con este campo de la representación gráfica tenga una componente

eminentemente práctica, alejada de las clases magistrales y del estudio pormenorizado de reglas y normas de diseño, modelado y delineación.

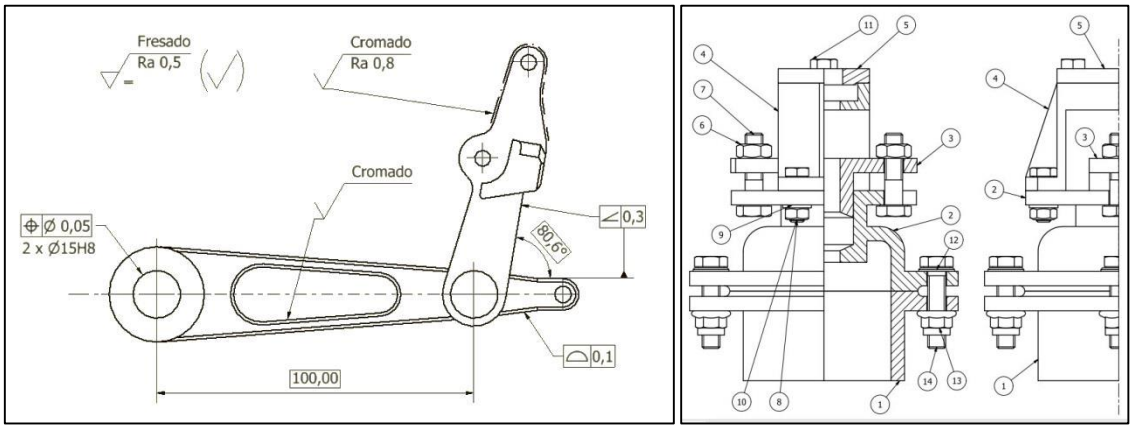


Figura 1. (Izquierda) Ejemplo de plano con tolerancias geométricas y acabados superficiales (Derecha) Ejemplo de plano con conexiones desmontables, por pernos

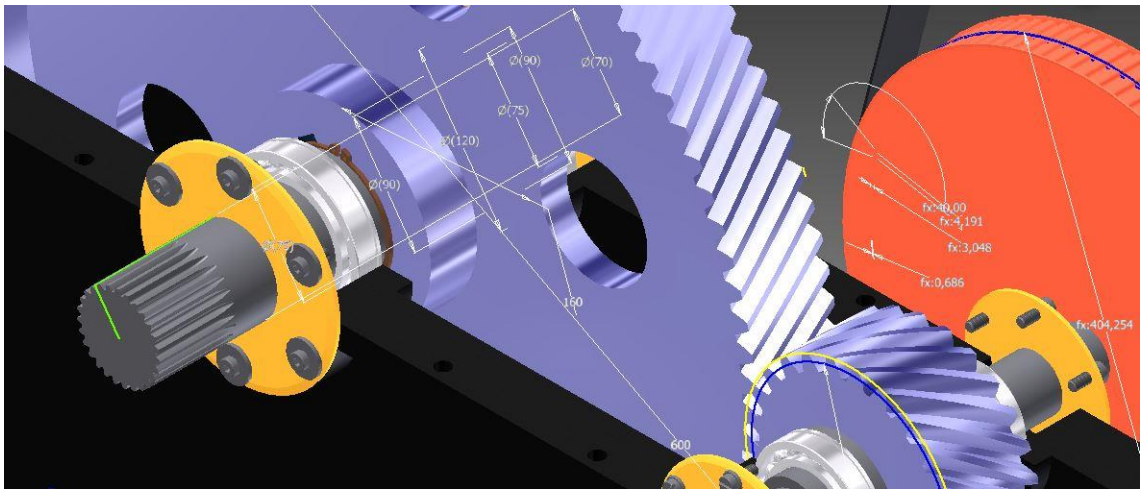


Figura 3. Ejemplo de modelo 3D de un sistema reductor de velocidad

Uno de los objetivos prioritarios es la aplicación práctica de los aspectos tecnológicos, de funcionalidad, forma y diseño de los conjuntos mecánicos y sus elementos: en general, en lo concerniente al sector industrial mecánico; en particular, a procesos de fabricación y sus efectos (tolerancias, acabados, análisis funcional, etc., ver Figura 1) a los sistemas de transmisión de movimientos (ejes, árboles, chavetas, rodamientos, uniones estriadas, engranajes, correas, cadenas, levas, muelles, etc., ver Figura 3) o a los sistemas de restricción de los mismos (uniones fijas -como soldaduras- y uniones desmontables -como elementos roscados o pasadores, ver Figura 2).

3. METODOLOGÍA

Para conseguir que dicha componente experimental tenga carácter vehicular en la asignatura, cerca del 70% de los créditos presenciales de la misma están enfocados a prácticas; las de laboratorio suponen la mitad de las horas presenciales de la asignatura, acompañadas por tareas de aula y tutorías individualizadas. Por su parte, el trabajo autónomo o grupal es esencialmente aplicado, mediante tareas semanales de diseño o construcción de sistemas mecánicos por medio de herramientas informáticas.

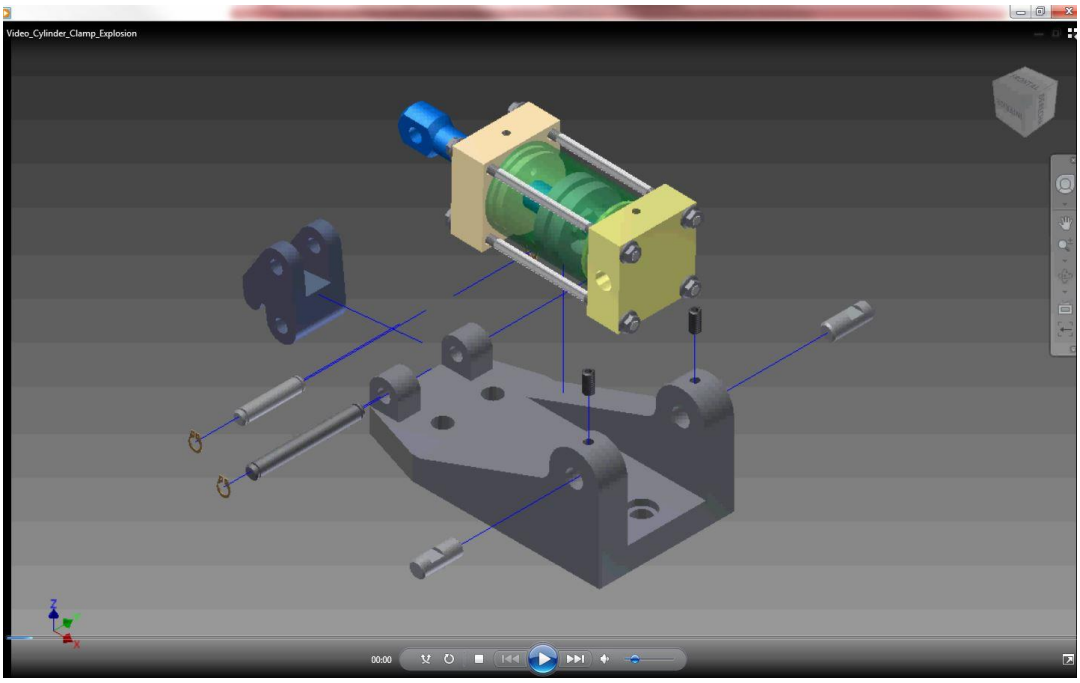


Figura 4. Vídeo con explosión de piezas de un conjunto modelado en 3D para su montaje

4. CONCLUSIONES

Hemos descubierto que, mediante la realización de ejercicios de modelado y simulación de conjuntos mecánicos, principalmente con el programa Inventor Professional de Autodesk, los alumnos son capaces de asimilar de forma más duradera y afianzada las nociones teóricas necesarias e imprescindibles para comprender la esencia de los sistemas y elementos analizados en las clases teóricas. De este modo, el alumno no se queda en la labor de identificar y representar según norma las diferentes piezas normalizadas de un mecanismo, por ejemplo, sino que pone en juego su capacidad para elegir el más adecuado, ensamblarlo, calcularlo,

redefinirlo, editarlo si fuera necesario y simular su funcionamiento o montaje (movimiento o restricción) mediante entornos de trabajo adecuados para ello (Figura 4).

Aunque la asignatura esté enmarcada en el grado de Ingeniería Mecánica y no en, por ejemplo, Ingeniería en Tecnologías Industriales, durante el curso se hace una introducción al CAGD (nociones fundamentales referentes a curvas y superficies, splines, NURBS, etc.), así como se realizan ejercicios prácticos de modelado de superficies complejas mediante CATIA, aplicados a diseño de piezas para la automoción (Figura 5).

Se ha constatado como valor especialmente positivo la propuesta de actividades voluntarias, como competiciones o campeonatos de diseño, modelado y simulación de conjuntos propuestos por los propios alumnos.

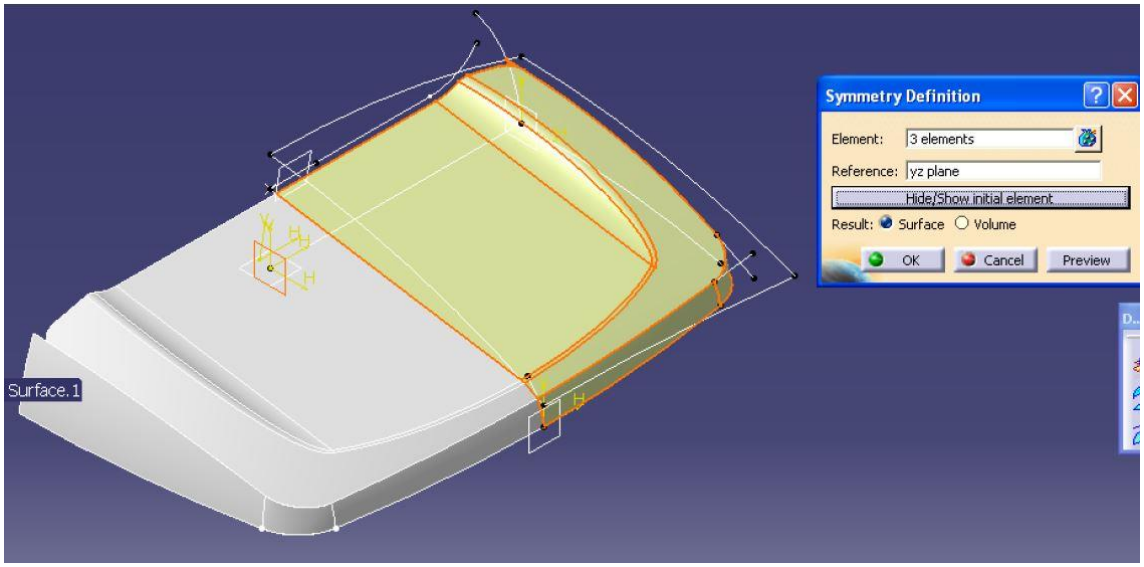


Figura 5. Modelado de superficies complejas: matriz del capó de un coche mediante Catia v5

CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE VIÑEDOS EMPARRADOS MEDIANTE EL USO DE DATOS LIDAR AEROTRANSPORTADO

Jacinto Santamaría Peña[1*], Manuel Valbuena Rabadán[2],

Félix Sanz Adán[1], David Arancón Pérez[1]

1) Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, C/Luis de Ulloa, 20, 26004-Logroño, La Rioja

2) Departamento de Educación, I.E.S. Murgía (Gobierno Vasco), C/ Domingo de Sautu, 69, 1130-Murgía, Álava

*jacinto.santamaria@unirioja.es

1. RESUMEN

Las nubes de puntos LIDAR obtenidas desde plataformas aéreas permiten el estudio pormenorizado de multitud de elementos ubicados sobre el terreno. En zonas vitícolas, el estudio geométrico de precisión de los viñedos emparrados es importante para una adecuada gestión de las explotaciones. Conocer la geometría de las líneas de plantación, la frondosidad de la vegetación, la disposición de espacio en las calles o la simple caracterización morfológica de la plantación son algunas de las características que pueden ser analizadas utilizando las nubes de puntos LIDAR.

La densidad de puntos de dichos vuelos, es un parámetro muy a tener en cuenta, ya que de ella depende el alcance del uso de dichos datos LIDAR. Para el estudio geométrico de los viñedos emparrados, parece necesario que dicha densidad sea superior a 3 puntos/m2, ya que de lo contrario las cepas quedan escasamente definidas y los parámetros morfológicos extraídos son poco fiables.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre dos viñedos emparrados utilizando nubes de puntos LIDAR con densidades:

a) 3 puntos/m2, obtenida en 2008

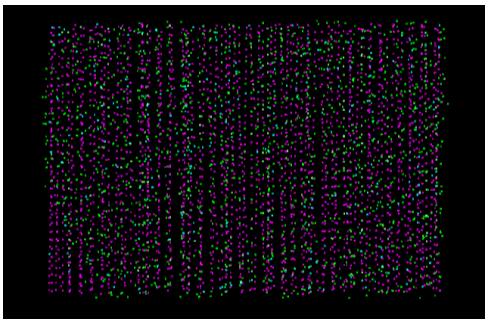


Fig. 1: puntos suelo+vegetación.

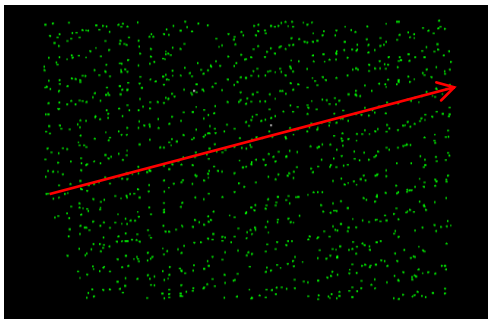


Fig. 2: puntos vegetación.

b) 0,5 puntos/m2, obtenida en 2012.

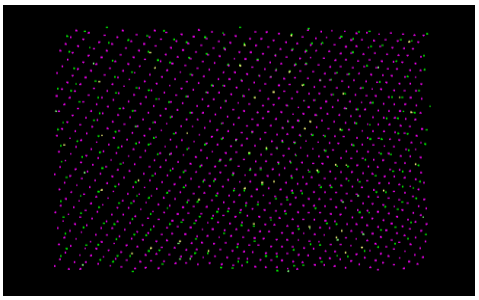


Fig. 3: puntos suelo+vegetación.

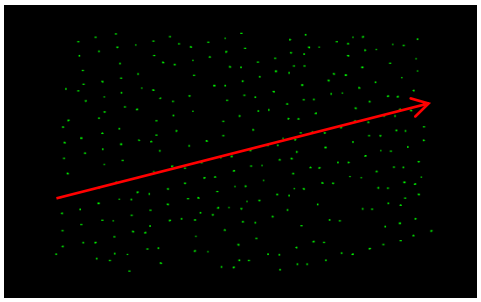


Fig. 4: puntos vegetación.

Los vuelos LIDAR fueron realizados y son propiedad del Gobierno Vasco, y los ficheros *.las correspondientes están disponibles en la web http://www.geo.euskadi.net/.

Fig. 5: Viñedo emparrado en la Comunidad Autónoma del Pís Vasco. Marco de plantación 1,10 m x 2,80m

Fig. 6: Viñedo emparrado en la Comunidad Autónoma de La Rioja. Marco de plantación 1,20 m x 2,60 m

Las nubes de puntos LIDAR clasificadas permiten discriminar fácilmente los puntos suelo y los puntos de vegetación, por lo que se pueden obtener fácilmente modelos digitales del terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS). La diferencia entre ambos, nos ofrece la posibilidad de obtener el llamado Modelo Digital de altura de vegetación (MDHV), que nos presenta una realidad virtual de la masa vegetal del viñedo en el momento en que se realiza el vuelo.

Los algoritmos matemáticos para la normalización de las nubes de puntos y otras herramientas gráficas aplicadas han sido los proporcionados por el software FUSION/LDV (*Software for LIDAR Data Analysis and Visualization*) de Forest Services-USDA y el software FUGROVIEWER de Fugro Geostatial.

Fig. 7: Software FUSION/LDV

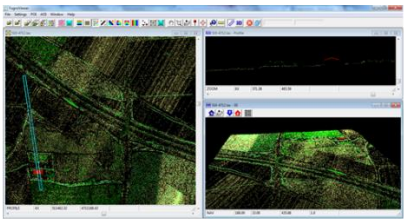


Fig. 8: Software FUGROVIEWER

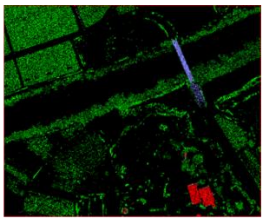


Fig. 9: Puntos LIDAR Zona de estudio

3. RESULTADOS

Los resultados demuestran que las nubes de puntos LIDAR con densidad de puntos inferior a 3 puntos/m2, son insuficientes para poder caracterizar mínimamente un viñedo emparrado. Tan sólo servirían para posicionar o delinear líneas de plantación y establecer distancias entre líneas.

Sin embargo, densidades de 3 Puntos/m2 o superiores, permiten generar modelos digitales de la copa de las cepas con cierta precisión y afrontar estudios más complejos como calcular el volumen de masa vegetal, las superficies de máxima exposición de los emparrados en función de la orientación o estudiar el efecto del sistema de conducción o de la poda en el desarrollo y la geometría del viñedo.

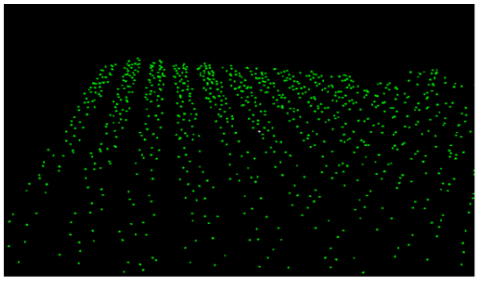


Fig. 10: definición de líneas de cepas con vuelo de 3 puntos/m2. Se diferencia perfectamente la geometría de las calles y de las cepas.

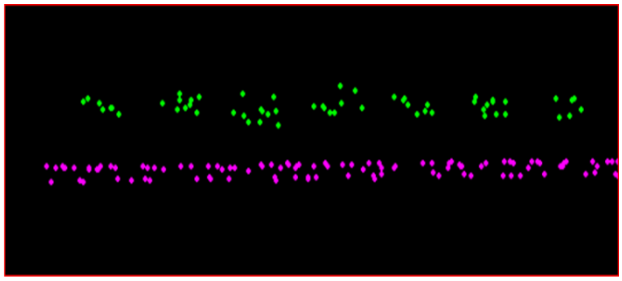


Fig. 11: Sección transversal sobre datos LIDAR en viñedo emparrado, visualizando rebotes en cepas y en suelo.

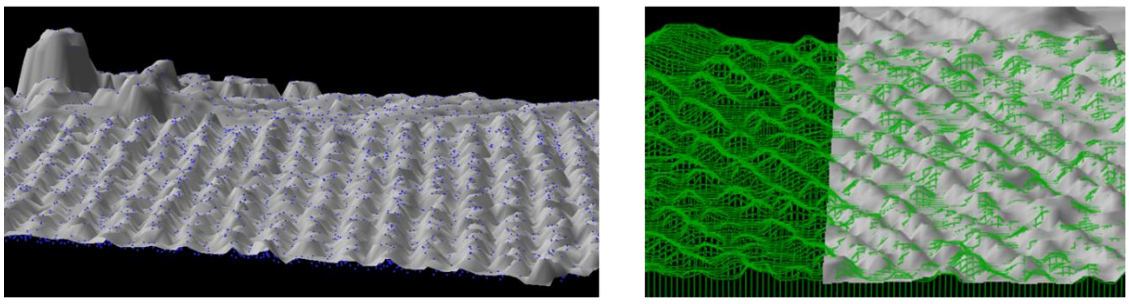


Fig. 12: modelo digital mallado de viñedo emparrada, obtenido directamente de la nube de puntos LIDAR en vuelo con densidad 3 puntos/m2.

De la nube de puntos LIDAR se pueden extraer las formas de copa individuales y caracterizar geométricamente cualquier viñedo.

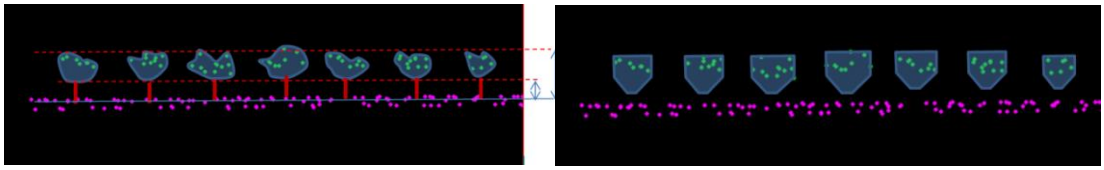


Fig. 13: sección tipo de cepas con 3 m de corte. H = 1,82 m. h = 0,64 m

Marco= 2,60m x 1,20m

4. CONCLUSIONES

Los puntos LIDAR procedentes de vuelos son un material muy útil para la caracterización geométrica y agronómica de los viñedos emparrados.

En general, vuelos con densidad igual o superiores a 3 puntos/m2 son suficientes para abordar este tipo de estudios, ya que proporcionan suficientes rebotes en la vegetación para obtener modelos digitales de vegetación de precisión.

Este tipo de estudios pueden ser de gran utilidad para afrontar otros trabajos de investigación en el área de mecanización del viñedo, de tecnología de los tratamientos fitosanitarios y de las técnicas de cultivo en general.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam J. Mathewsa and Jennifer L. R. Jensena. "*An airborne LiDAR-based methodology for vineyard parcel detection and delineation*". International Journal of Remote Sensing, Volume 33, Issue 16, 2012

- Adam J. Mathews and Jennifer L. R. Jensen. "*Visualizing and Quantifying Vineyard Canopy LAI Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Collected High Density Structure from Motion Point Cloud*." Remote Sensing 2013, 5(5), 2164-2183; doi:10.3390/rs5052164

- Jordi Llorens, Emilio Gil, Jordi Llop and Meritxell Queraltó. "*Georeferenced LiDAR 3D Vine Plantation Map Generation"*. Sensors 2011, 11(6), 6237-6256; doi:10.3390/s110606237

- Manuel Angel Valbuena (Autor); Jacinto Santamaría (Director). "*Determinación de variables forestales de masa y de árboles individuales mediante delineación de copas a partir de datos LIDAR aerotransportado"*. Tesis Doctoral. Universidad de La Rioja, 2014.

EL APRENDIZAJE BASADO EN RÚBRICA EN LA ASIGNATURA EXPRESIÓN GRÁFICA II

Ramón Miralbés Buil*, José Luís Santolaya Saenz, Carlos Romero Piqueras

Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, Ed. Torres Quevedo, C/María de Luna s/n, 50017, Zaragoza, Zaragoza

*miralbes@unizar.es

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura expresión gráfica II del grado en Ingeniería de Diseño y Desarrollo del Producto en la que se imparten contenidos relacionados con el Dibujo Industrial está enfocada en parte al aprendizaje en base a proyectos y trabajos que suponen un porcentaje final de la asignatura del 60%. Es por ello que, para la correcta evaluación de determinados contenidos de la asignatura resulta imprescindible la elaboración de una rúbrica que facilite la labor del profesor en base a diversos ítems; con ello se busca mejorar el proceso de evaluación del trabajo del estudiante, en especial en lo relacionado a los proyecto de módulo.

Los proyectos de módulo son un tipo de actividades que se imparten en el grado de Ingeniería de Diseño y Desarrollo de Producto en los que se desarrolla un proyecto de diseño cercano a la actividad profesional del estudiante, adaptado a sus capacidades y a sus conocimientos en función del curso académico. Estos proyectos se desarrollan en grupos de cuatro o cinco alumnos e involucran a las diversas asignaturas de un determinado cuatrimestre de forma que se integren los conocimientos adquiridos en estas asignaturas y en las previas en un determinado proyecto y que supongan un porcentaje de la evaluación de cada asignatura (entre un 10 y un 20%). La asignatura Expresión Gráfica II comparte el trabajo de módulo (1er cuatrimestre de 2º curso) con las asignaturas Diseño Asistido por Ordenador, Mecánica y Taller de Diseño II; los diversos proyectos de módulo realizados en diversos cursos han sido: diseño de

un vehículo de tracción humana, diseño de una trona infantil, diseño de un elemento de jardinería y diseño de un elemento de mobiliario con elevador integrado. Para la asignatura Expresión Gráfica II, se evaluaba principalmente los aspectos relacionados con la representación técnica gráfica desarrollados a partir de modelo 3D y el bocetaje de conjuntos y piezas, así como la comprensión de conjuntos complejos, de relaciones dimensionales entre piezas y la aplicación de tolerancias y calidades superficiales.

Por ello se planteaban dos actividades de aprendizaje propias de la asignatura: desmontaje y bocetaje de un conjunto previo existente y desarrollo de toda la información técnica gráfica del producto final desarrollado.

Tras la experiencia de los primeros años, se detectaron deficiencias en el proceso de evaluación de las actividades que generaban en el alumno la sensación de una evaluación subjetiva por parte del profesor y poca transparencia y para el profesor una dificultad de concretar la nota de los alumnos debido a la disparidad tanto en la variedad como en la complejidad de los trabajos. Es por ello que se decidió utilizar un sistema basado en rúbricas que permitiera al alumno conocer el modo de evaluación del profesor y el peso ponderativo de cada aspecto del trabajo.

2. METODOLOGÍA UTILIZADA

Se basa en la publicación a principio de curso del ejercicio a desarrollar en el que se establecen las principales características del mismo. Por ejemplo para el curso 2014-2015 se propone el diseño de un vehículo de tracción humana acuático y resulta imprescindible acotar el proyecto para que no resulte ambiguo y tenga un grado de dificultad adecuado. Por ello se establecen entre otros los siguientes requerimientos:

- Debe tener tracción humana no directa y dirección no directa
- Debe ser capaz de cambiar tanto la dirección como el sentido del movimiento
- Debe tener una flotabilidad y estabilidad suficiente para un ámbito de aguas tranquilas
- Debe contar con, al menos dos mecanismos diferentes con una complejidad suficiente
- Debe ser novedoso y/o aportar una mejora sustancial en el diseño
- Debe ser técnicamente viable (incluyendo montaje, rigidez y resistencia de la estructura y los mecanismos, aspectos básicos de fabricación y selección de materiales, etc.)
- Debe estar totalmente definido.

Es imprescindible este aspecto para evitar trabajos excesivamente simples y para encauzar a los alumnos en una determinada dirección para acotar el problema y la complejidad mínima exigida.

Además se les entregan los criterios de evaluación de forma que el alumno pueda valorar los aspectos fundamentales del diseño que debe tratar y evaluar su trabajo y comprender su calificación.

En lo referente a la asignatura Expresión Gráfica II se realizan en el trabajo de módulo dos actividades que se pasan a detallar:

2.1. PARTE 1: DESMONTAJE Y BOCETAJE DE UN DISEÑO EXISTENTE

Esta actividad se realiza durante las fases previas del proyecto en las que el alumno realizar labores de búsqueda de información y del estado del arte. Por ello, en la misma línea se le pide que, a partir de un diseño existente (validado por el profesor para evitar diseños muy sencillos) deben realizarse las labores de obtención de planos, desmontaje (si es físico), obtención de medidas y, a partir de ello realizar el bocetaje completo de todas las piezas (acotado pero sin calidades, tolerancias ni soldadura; no explicadas aun) que lo conforman no comerciales, la lista de elementos y el plano de conjunto con el marcado de piezas.

En este caso la rúbrica utilizada es la siguiente:

	NO APTO	APTO (5-6)	DESTACADO (6-8)	EXCELENTE (8-10)
DIFICULTAD DEL CONJUNTO ANALIZADO. (20%)	El diseño no presenta ninguna dificultad para resolverlo con el conocimiento existente	Tiene un bajo nivel de dificultad	Presenta cierta complejidad	Requiere que el alumno estudie conceptos más avanzados de la asignatura
COMPRENSIÓN DE LA RELACIÓN DE LAS DIVERSAS COTAS ENTRE ELEMENTOS Y CON ELEMENTOS NORMALIZADOS. (20%)	Las cotas entre elementos no son coherentes entre si; es imposible cualquier montaje y el funcionamiento	El montaje no es totalmente posible pero si parcialmente	El montaje es posible pero el funcionamiento presenta deficiencias	El montaje es posible y el funcionamiento es adecuado. Las diversas piezas están debidamente restringidas entre si.
GRADO DE DETALLE DEL CONJUNTO ANALIZADO (20%)	El grado de detalle alcanzado es muy pobre	Existe cierto grado de detalle pero no profundiza lo suficiente	El grado de detalle es lo suficientemente profundo	Está totalmente definido teniendo en cuenta todos los aspectos incluidos cotas para montaje, métodos de lubricación, etc.
LIMPIEZA Y PRESENTACIÓN DEL CROQUIZADO (10%)	La limpieza es muy deficiente (croquis demasiado pequeños, sucios, líneas poco rectas/curvas, la relación comparativa de aspecto entre zonas de la pieza no es adecuada, etc..)	Limpieza aceptable del croquizado	Croquizado con un buen nivel de limpieza	Limpieza del croquizado excelente
ACOTACIÓN DE LAS PIEZAS SELECCIONADAS (20%)	Falta un gran número de cotas para definir cada pieza	Falta un número de cotas reducido pero necesario para la funcionalidad de la pieza	Falta un número de cotas reducido pero no necesario para la funcionalidad de la pieza	Están todas las cotas y las piezas están totalmente definidas.
DESIGNACIÓN DE PIEZAS EN LA LISTA DE ELEMENTOS (10%)	La designación de piezas es muy pobre tanto en nombre como en material, norma y medidas. La mayoría de piezas no están totalmente definidas	La designación no está totalmente correcta en todas las piezas pero si en la mayoría	La designación es totalmente correcta pero difiere ligeramente a la explicada en clase de teoría	La designación es totalmente correcta según la explicada en clase de teoría

Tabla 1: Rúbrica de la parte 1 de la asigantura

2.2. PARTE 2: OBTENCIÓN DE PLANOS DEL DISEÑO REALIZADO

Esta parte se encuadra dentro de la parte final de la asignatura. Tras diseñar y desarrollar uu modelo próprio, debe analizarse y rediseñarse em términos mecánicos y modelarse en 3D en la asignatura DAO. El paso final es la obtención de todos los planos que definen el proyecto: plano de conjunto y de subconjuntos con marcado, listas de elementos, y planos individuales (incluyendo toda la información necesaria: calidades, tolerancias, soldaduras, otras anotaciones en función del proceso de fabricación, etc.)

En este caso la rúbrica utilizada es la siguiente:

	NO APTO	APTO (5-6)	DESTACADO (6-8)	EXCELENTE (8-10)
DIFICULTAD DEL CONJUNTO DISEÑADO. (15%)	El diseño no presenta ninguna dificultad para resolverlo con el conocimiento existente	Tiene un bajo nivel de dificultad	Presenta cierta complejidad	Requiere que el alumno estudie conceptos más avanzados de la asignatura
COMPRENSIÓN DE LA RELACIÓN DE LAS DIVERSAS COTAS ENTRE ELEMENTOS Y CON ELEMENTOS NORMALIZADOS. (15%)	Las cotas entre elementos no son coherentes entre si; es imposible cualquier montaje y el funcionamiento	El montaje no es totalmente posible pero si parcialmente	El montaje es posible pero el funcionamiento presenta deficiencias	El montaje es posible y el funcionamiento es adecuado. Las diversas piezas están debidamente restringidas entre si.
GRADO DE DETALLE DEL CONJUNTO ANALIZADO (20%)	El grado de detalle alcanzado es muy pobre	Existe cierto grado de detalle pero no profundiza lo suficiente	El grado de detalle es lo suficientemente profundo	Está totalmente definido teniendo en cuenta todos los aspectos incluidos cotas para montaje, métodos de lubricación, etc.
NORMALIZACIÓN (10%)	Los aspectos relacionados con normalización no se han tenido prácticamente en cuenta: escalas, tamaños de cota, adecuación del formato a la pieza, disposición de las vistas, colores, etc.	Los aspectos de normalización se han tenido parcialmente en cuenta	Los aspectos de normalización se han tenido en cuenta casi en su totalidad	Se han tenido en cuenta todos los aspectos de normalización
ACOTACIÓN DE LAS PIEZAS SELECCIONADAS (15%)	Falta un gran número de cotas para definir cada pieza	Falta un número de cotas reducido pero necesario para la funcionalidad de la pieza	Falta un número de cotas reducido pero no necesario para la funcionalidad de la pieza	Están todas las cotas y las piezas están totalmente definidas.
DESIGNACIÓN DE PIEZAS EN LA LISTA DE ELEMENTOS (10%)	La designación de piezas es muy pobre tanto en nombre como en material, norma y medidas. La mayoría de piezas no están totalmente definidas	La designación no está totalmente correcta en todas las piezas pero si en la mayoría	La designación es totalmente correcta pero difiere ligeramente a la explicada en clase de teoría	La designación es totalmente correcta según la explicada en clase de teoría
CALIDADES, TOLERANCIAS Y SOLDADURAS(15%)	No se han reflejado en el trabajo o su aplicación ha sido muy deficiente	Se han reflejado prácticamente en su totalidad pero su aplicación no ha sido del todo adecuada y su justificación tampoco	Se han reflejado prácticamente en su totalidad pero su aplicación no ha sido del todo adecuada o su justificación	Tanto la justificación como la aplicación de estos conceptos ha sido adecuada

Tabla 2: Rúbrica de la parte 2 de la asignatura

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La principal conclusión obtenida a partir de los comentarios y las encuestas de los alumnos ha sido la clarificación que supone la rúbrica para comprender el proceso de evaluación del profesor, los aspectos evaluables y, en última instancia su nota final.

Como nota positiva se debe destacar que se ha simplificado la labor del profesor, tras el primer año de impartición y testado de la rúbrica que permite mejorar la forma de evaluar los trabajos y plantear de forma más objetiva los aspectos más importantes del trabajo.

Como punto negativo se debe resaltar que, analizando la evolución de los resultados, antes y después de la implantación de la rúbrica, se ha producido un efecto de concentración de las notas en la franja de aprobado a notable, siendo muy complicada la obtención de una calificación sobresaliente y la de suspenso.

Es por ello que se va a replantear para el próximo curso la mejora de la rúbrica a través de una re-evaluación de los pesos ponderados de cada parte y de las notas de cada columna de la tabla.

Por otro lado se han detectado que, aplicando los criterios utilizados, algunos trabajos deficientes aprobaban ya que, en algunos apartados de la evaluación obtenían una nota elevada y compensaban otras partes. Por ello se propone para el próximo curso que sólo pueda obtenerse una calificación inferior a 5 en un apartado y que, en caso contrario quede suspendido el trabajo.

ENSEÑANZA DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA MEDIANTE EL ESPACIO VIRTUAL 3D

Javier García Mateo[1*], Fernando Lara Ortega[2], Lara García Calvo[3]

1) Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos.

2) Facultad de Humanidades y Educación Universidad de Burgos

3) E.T.S.A. Universidad Politécnica. Madrid

*jgmateo@ubu.es

1. RESUMEN

La geometría descriptiva es una disciplina básica en la formación de ingenieros y arquitectos, así como de cualquier profesional que tenga que interpretar planos, nos proporciona herramientas para representar y medir cualquier objeto espacial, y resolver gráficamente problemas tridimensionales.

Por otro lado, un curso de geometría descriptiva, aumenta la capacidad espacial de los estudiantes universitarios en un porcentaje superior al 20%, por lo que hasta ahora, es claramente la herramienta más potente para desarrollar esta habilidad.

En la universidad española, con los diferentes cambios de planes de estudio, se ha ido reduciendo progresivamente la carga docente dedicada a las asignaturas básicas, y entre ellas, también las asignaturas gráficas.

El presente artículo muestra un estudio realizado en la Universidad de Burgos que nos revela que sustituyendo las operaciones tradicionales de geometría descriptiva, por la utilización directa de las tres dimensiones en un modelo virtual con CAD 3D, podemos optimizar mejor el tiempo disponible además de desarrollar las habilidades espaciales considerablemente.

2. ANTECEDENTES

2.1. REDUCCIÓN DE CARGA LECTIVA

Con los diferentes planes de estudios que se han ido sucediendo en nuestro país, la carga lectiva en las asignaturas gráficas, denominadas en un principio "Dibujo" y "Geometría Descriptiva" o "Sistemas de Representación", se ha visto reducida progresivamente

Concretamente, la evolución de las asignaturas gráficas en la Universidad de Burgos, dentro del ámbito de la Ingeniería civil ha sido la siguiente:

Asignatura	curso	sem.	créd.	h./w.
Dibujo Técnico	1º	1+2	15	5
Sistemas de Representación	2º	1+2	15	5

Tabla 1: Plan 1972

Asignatura	curso	sem.	créd.	h./w.
Técnicas de Representación	1º	1	6	5
Geometría Aplicada	2º	1	7,5	5
CAD 2D (optativo)	1º	2	4,5	3
CAD 3D (optativo)	3º	1	4,5	3

Tabla 2: Plan 1998

Asignatura	curso	sem.	créd.	h./w.
Técnicas de Representación	1º	1	6	4
Geometría Descriptiva	2º	1	6	4

Tabla 3: Plan 2010

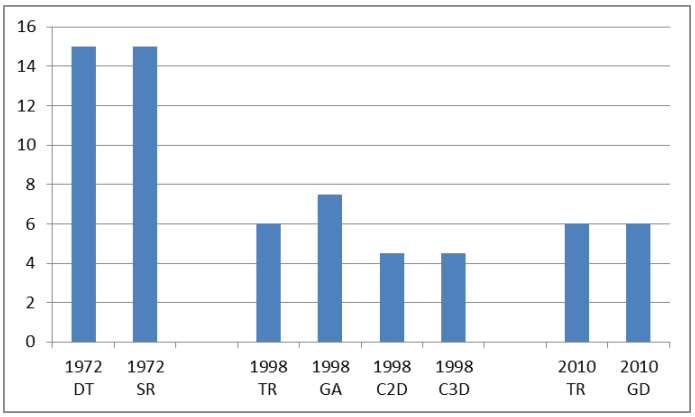


Fig. 1 Evolución Asignaturas Gráficas

Antes del plan 72, la carga de las asignaturas gráficas era aún mayor, en la figura 1 observamos que la carga docente actual es del 40%, respecto al plan 1972 y de aproximadamente el 50% respecto al plan de 1998. Algo similar ha sucedido en toda la Universidad española. Sería fundamental estudiar bien las causas de esta evolución.

Por otro lado, si bien los profesores de estas materias estamos convencidos de la necesidad de un adecuado dominio del espacio y la resolución de problemas en el mismo, así como la realización e interpretación de los planos para un correcto desarrollo profesional, damos también casi por sentado, que en los futuros planes, la carga no aumentará.

Por tanto, deberíamos aplicarnos ese conocido principio de derecho que nos indica los tres importantes hitos: primero, hay que tener la razón; segundo, convencer a los demás y tercero y más importante, que te reconozcan esa razón. Para ello, los docentes de Expresión Gráfica debemos reflexionar sobre qué debemos enseñar, cómo debemos hacerlo y cómo comunicamos esa necesidad a nuestro entorno.

2.2. REQUERIMIENTO DE ALTAS CAPACIDADES

La “geometría descriptiva” requiere mucho esfuerzo y dedicación por parte del estudiante, debido a que exige un pensamiento espacial estructurado, y la formación previa de los estudiantes, no es, a menudo la adecuada para comenzar unos estudios de ingeniería.

Se trata de una rama matemática en la que trata el espacio de forma gráfica. El estudiante debe imaginar en su mente objetos tridimensionales a partir de dos proyecciones ortogonales. También puede resolver problemas espaciales con el conocimiento de este lenguaje gráfico, utilizando operaciones gráficas en vez de numéricas

El primer autor de este artículo, es profesor además de la asignatura Topografía, y siendo el mismo profesor, el nivel de aprobados es muy desigual. Tradicionalmente la geometría descriptiva ha sido una de las asignaturas más complejas de las carreras técnicas, ya que requiere la resolución exacta de problemas espaciales, en ocasiones novedosos para el estudiante.

2.3. COMPETENCIA FUNDAMENTAL

Actualmente, con el proceso de Bolonia (RD 1393/2007), la enseñanza se diseña por las competencias que debe adquirir el estudiante, en nuestro caso, la competencia específica de titulación (CE5) para Expresión Gráfica es la siguiente:

"**Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador**"

Dicha competencia es idéntica para todas las ingenierías y arquitectura de España, debe desarrollarse junto con otras competencias generales de grado, específicas de titulación, instrumentales, personales, sistemáticas, transversales y académicas generales.

3. GEOMETRÍA DESCRIPTIVA Y CAD 3D

3.1. INCLUSIÓN DE PROGRAMAS CAD EN LAS ASIGNATURAS GRÁFICAS

Como se acaba de presentar, en pocos años, se ha reducido drásticamente la carga docente de las asignaturas gráficas, por otro lado es evidente la necesaria incorporación del CAD a los contenidos de las mismas.

Concretamente, en la UBU, decidimos no restar tiempo de las clases ordinarias y comenzamos, en el año 1992 a impartir CAD 2D en horas adicionales a las clases regladas, de forma voluntaria y gratuita para los estudiantes.

Posteriormente, a partir del plan 1998, los estudiantes elegían en su mayoría la asignatura optativa CAD 2D, y en menor medida la de CAD 3D.

En el plan actual, que comenzó el curso 2010-11 se enseñó la Geometría Descriptiva tradicional con unas pocas clases de CAD sin conectarse los contenidos de ambas. Como el tiempo disponible en la asignatura no lo hacía viable, se decidió integrar simultáneamente CAD 3D y Geometría Descriptiva y hacer una experimentación con dos grupos. El grupo experimental con este nuevo modo de aprendizaje.

3.2. INTEGRACIÓN METODOLÓGICA DE CAD3D Y G. D.

En el plan actual, que comenzó el curso 2010-11, se suprimieron, como hemos visto las asignaturas optativas de CAD, que normalmente tenían un gran éxito entre nuestros estudiantes. Por otro lado, según los descriptores oficiales, tal como hemos visto en la competencia fundamental, es necesario incluir el CAD en los contenidos.

Como el tiempo disponible en la asignatura no hacía viable la enseñanza de la Geometría Descriptiva tradicional y además el CAD, se decidió integrar simultáneamente CAD 3D y Geometría Descriptiva y hacer una experimentación con dos grupos. El grupo experimental con

este nuevo modo de aprendizaje, y el grupo tradicional con enseñanza tradicional y unas pocas clases de CAD. Dicha experimentación comenzó en el curso 2011-2012.

Elegimos el programa AutoCAD porque nuestros estudiantes ya habían trabajado con él durante el primer semestre (en la asignatura "técnicas de representación"), y porque es uno de los programas más utilizados a nivel profesional, es preciso y el trabajo en 3D no es todavía muy automático por lo que es idóneo para su uso académico.

3.3. CONTENIDOS Y EJEMPLOS

El temario es el tradicional, semejante al de otras universidades y lo estructuramos en 12 temas, a los cada uno de ellos le dedicamos aproximadamente una semana.

En el primero vemos los fundamentos de los sistemas de representación, los conceptos de pendiente y módulo, la pertenencia, intersección, paralelismo, perpendicularidad y distancia entre elementos simples (punto, recta y plano). En el tema 2 vemos las tres operaciones diédricas y sus aplicaciones. En el 3 los ángulos entre rectas, planos y recta con plano. El tema 4 lo empleamos en el estudio de la superficie prismática y piramidal, sus desarrollos, transformadas, secciones planas intersección con recta etc. En el 5 vemos los poliedros regulares de forma semejante. Los temas 6, 7 y 8 los dedicamos a cilindro, cono y otras superficies. En el 9 estudiamos la intersección entre superficies. En el 10 cubiertas con superficies curvas, ya que las planas fueron vistas también en la intersección de planos de la primera semana. En el tema 11 estudiamos el terreno con explanaciones, perfiles longitudinales, transversales, y cubicación de volúmenes. Para terminar en el tema 12 con las sombras cilíndricas y cónicas.

Para ello se utilizan unas 25 horas de clases teóricas y otras 25 prácticas, y se proporcionan al estudiante en la plataforma virtual unas normas básicas de CAD 3D y 107 ejercicios resueltos y explicados, de los que presentamos aquí tres a modo de ejemplo. Se trata de ejercicios tradicionales de geometría descriptiva.

3.3.1. TEMA 5, PROBLEMA 7

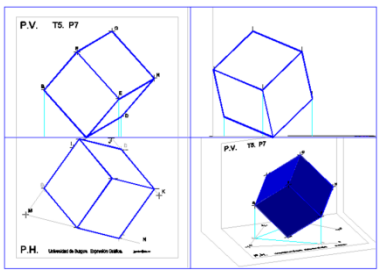


Fig. 2 Tema 5, P7 CAD3D

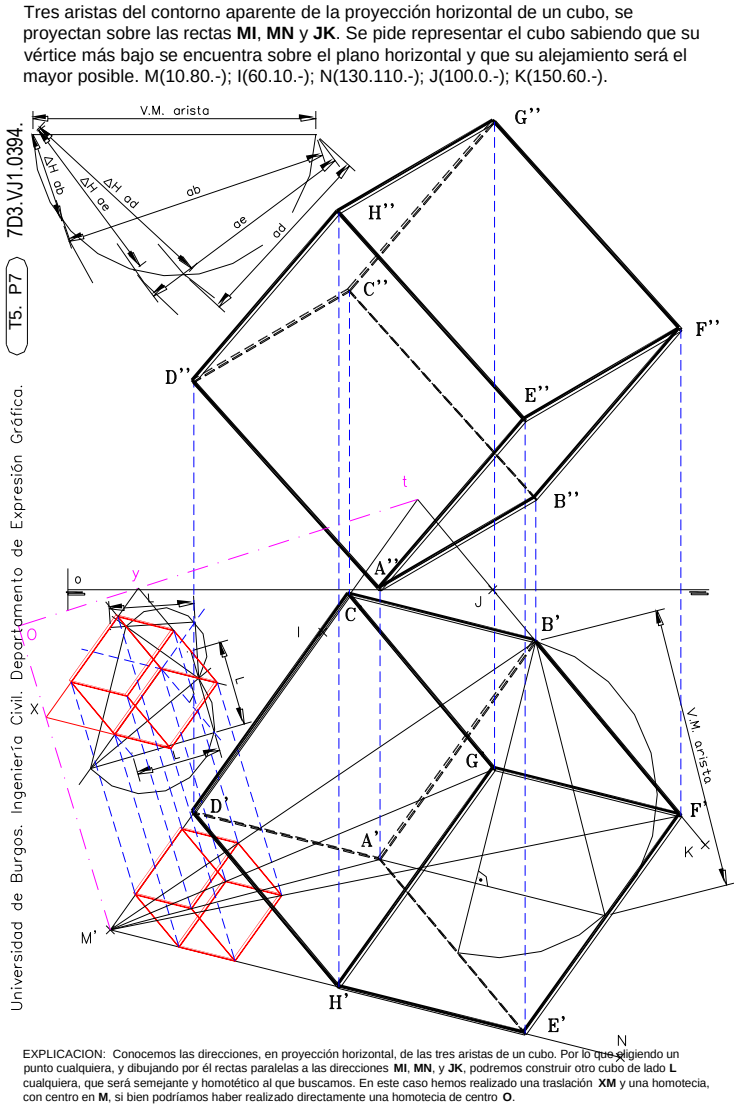


Fig. 3 Tema 5, P7 Tradicional

En este ejercicio, para cuya resolución hay que comprender el sistema axonométrico, la operatividad es ligeramente más sencilla al trabajar directamente en el espacio virtual 3D, pero es un claro ejemplo de que se necesitan conocimientos de la geometría tradicional.

3.3.2 TEMA 6 PROBLEMA 8

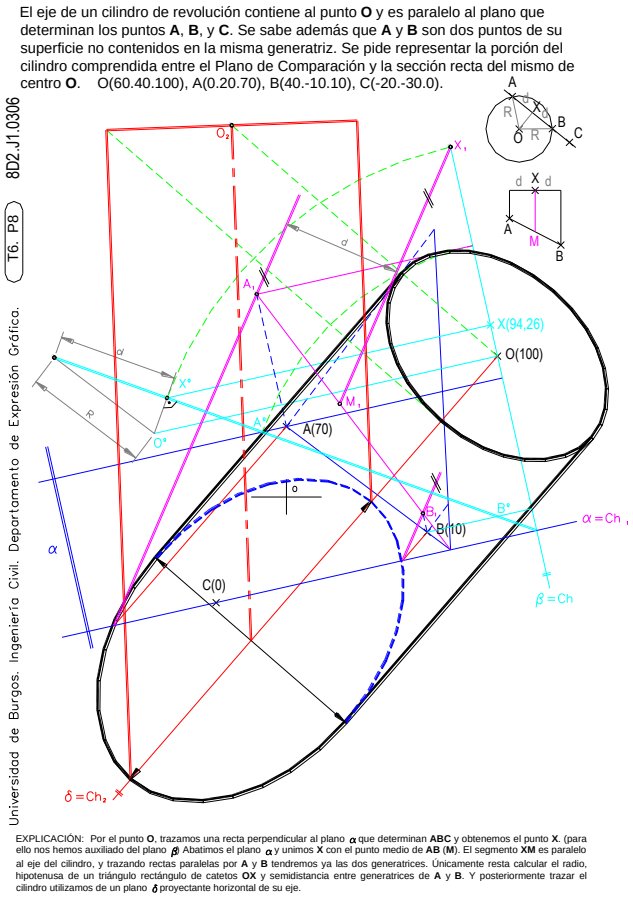


Fig. 4 Tema 6, P8 Tradicional

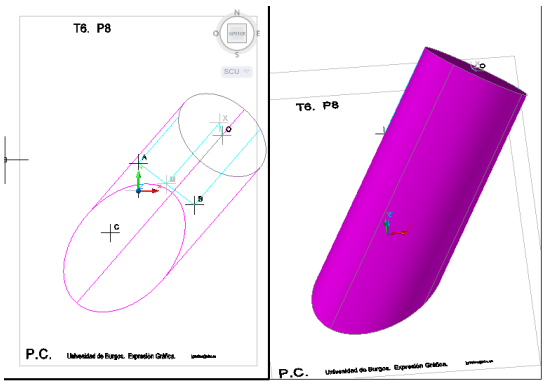
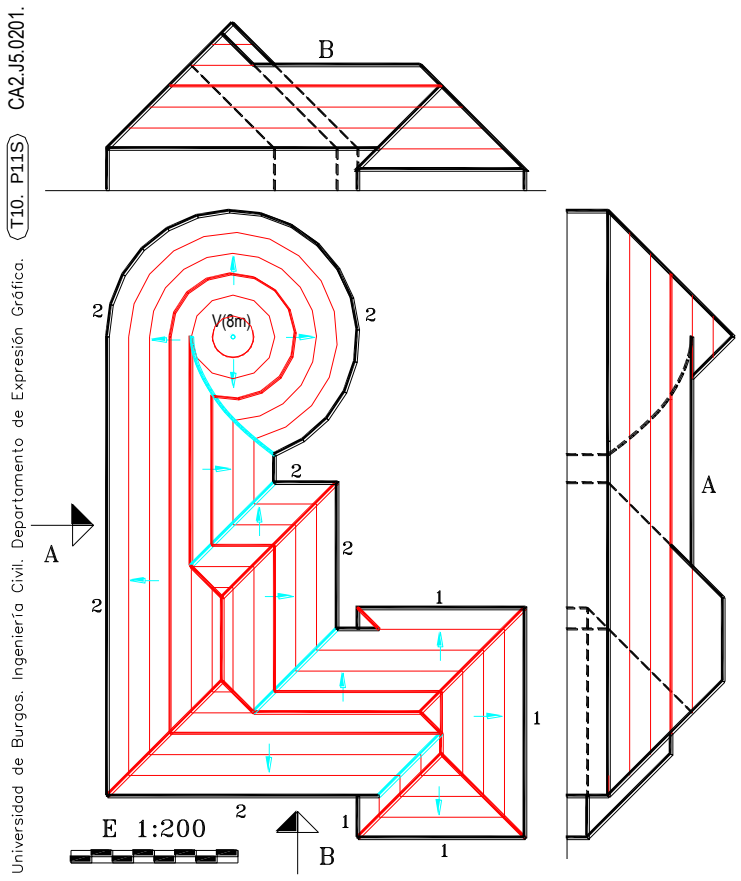


Fig. 5 Tema 6, P8 CAD3D

En este ejercicio, la resolución con un programa que trabaja directamente en el espacio tiene la ventaja de la representación exacta y la facilidad de realizar las secciones planas. Sin embargo, es también un claro ejemplo de que es necesario un pensamiento geométrico espacial que no resuelve automáticamente un programa informático-gráfico.

3.3.3. TEMA 10 PROBLEMA 11

La figura que se acompaña representa a escala 1:200 la planta del contorno de una cubierta compuesta por dos cuerpos que coronan a las cotas 1 y 2. Se pide resolver la cubierta, sabiendo que todos sus faldones forman 45 grados con el plano de comparación. Se pide también obtener los alzados A y B indicados.
Nota. La parte circular es la directriz de un cono recto de revolución de vértice V



EXPLICACIÓN: La pendiente de los faldones y de la superficie cónica es la misma, por lo que la intersección es una parábola. Realizamos la intersección en planta y alzados conforme se ve en la intersección conforme a la teoría de intersección de planos.

Fig. 6 Tema 10, P11 Tradicional

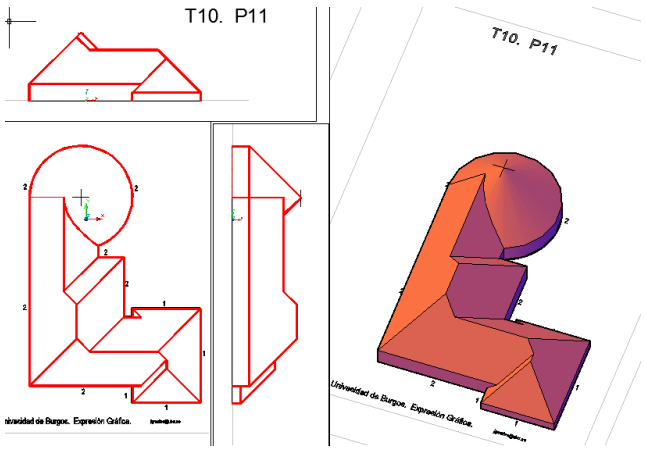


Fig. 7 Tema 10, P11 CAD3D

En el tema de resolución de cubiertas, posiblemente sea más sencillo el método tradicional, a base de horizontales de plano, si se trata de faldones rectos o líneas de nivel si son otras superficies. No obstante, resolver una cubierta utilizando sólidos, con determinación de barridos, operaciones booleanas etc. Exige, en nuestra opinión, un esfuerzo considerable y por tanto un trabajo excelente para el aumento de la visión espacial.

4. EXPERIMENTACIÓN. VISIÓN ESPACIAL

4.1. MUESTRA

El grupo con el que se realizó la experimentación se limitó a la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos. La población estudiada fué el grupo de 101 estudiantes de la asignatura "geometría descriptiva" de primer curso del grado en Ingeniería en Tecnologías de Caminos durante el curso 2011-2012.

La metodología utilizada fue la de impartir las clases de teoría de forma conjunta a todos los estudiantes, de este modo se cumple con la competencia básica de la asignatura para los alumnos del grupo experimental. En las clases de prácticas se dividen en dos subgrupos, uno de los cuales resuelve los problemas del modo tradicional (grupo de control o de tablero), y otro resuelve esos mismos ejercicios con el programa CAD de tres dimensiones (grupo experimental o de CAD).

A principio de curso, se realizó un pretest y al final un postest consistente en los test MCT Mental Cutting Test, DAT Differential Aptitude Test y MRT Mental Rotation Test, para comprobar la ganancia de visión espacial.

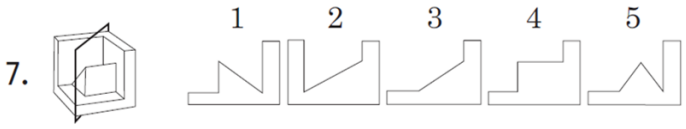


Fig. 8 Ejemplo de MCT

Se comprobó la equivalencia entre ambos grupos con cuatro variables, los tres pretest citados y la nota del expediente académico. Se utilizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov, con la corrección de Lilliefors, y la de Shapiro-Wilk demostrando que existe normalidad para los dos grupos al tener un valor de significación mayor de 0,05 en todos los casos. Lo que nos indicó que los grupos eran equivalentes.

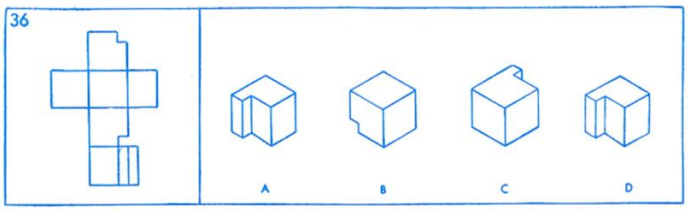


Fig. 9 Ejemplo de DAT

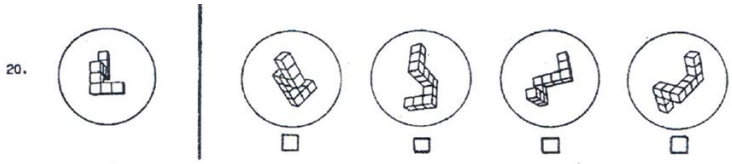


Fig. 10 Ejemplo de MRT

La evaluación consistió en cuatro pruebas (20% de la nota cada una) de dos ejercicios de dificultad semejante a los realizados en las prácticas. Se hicieron los mismos exámenes para ambos grupos y de forma simultánea. Un 20% de la nota se obtuvo por la participación en clase o bien, en algunos casos, a través de un trabajo consistente en una maqueta, discusión de planos de un proyecto técnico o estudio y solución de un problema geométrico real.

4.2. RESULTADOS VISIÓN ESPACIAL

Los resultados más destacados de la experimentación fueron los siguientes:

- Todos los alumnos tuvieron ganancia de visión espacial, de forma significativa.

Estadísticos de muestras relacionadas

Grupo			Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Gr. Control	Par 1	MCT_postest	72,64	44	16,457	2,481
		MCT_pretest	65,27	44	18,132	2,733
	Par 2	DAT_postest	84,431	44	12,2940	1,8534
		DAT_pretest	60,833	44	11,0174	1,6609
	Par 3	MRT_postest	78,580	44	17,3071	2,6091
		MRT_pretest	64,943	44	22,3183	3,3646
	Par 4	Postest	78,545	44	13,0731	1,9708
		Pretest	63,684	44	13,9997	2,1105
Gr. Experimental	Par 1	MCT_postest	75,89	35	16,705	2,824
		MCT_pretest	64,57	35	18,990	3,210
	Par 2	DAT_postest	84,020	34	13,8906	2,3822
		DAT_pretest	61,814	34	13,8009	2,3668
	Par 3	MRT_postest	79,044	34	18,0069	3,0882
		MRT_pretest	70,662	34	20,5816	3,5297
	Par 4	Postest	79,771	35	13,8896	2,3478
		Pretest	65,789	35	14,2499	2,4087

Tabla 4: Estadísticos descriptivos de pretest y postest para los 3 valores y el promedio

Prueba de muestras relacionadas referidas a pares de puntuaciones

	Diferencias relacionadas							
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		T	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
MCT_postest - MCT_pretest	9,114	13,219	1,487	6,153	12,075	6,128	78	,000
DAT_postest - DAT_pretest	22,9910	8,1272	,9202	21,1586	24,8234	24,984	77	,000
MRT_postest - MRT_pretest	11,3462	13,7917	1,5616	8,2366	14,4557	7,266	77	,000
Postest - Pretest	14,4722	7,4568	,8390	12,8019	16,1424	17,250	78	,000

Tabla 5: Prueba T para muestras relacionadas

El promedio de ganancia para el test MCT 9,11 puntos (14%), el test DAT 22,99 puntos (37,5%), el MRT 11.35 puntos (16,8%). Y general 14.47 puntos (22,4%).

La ganancia de visión espacial es semejante en los dos grupos, ligeramente mayor la del grupo de control, si promediamos los tres test, pero la ganancia es heterogénea.

- Los alumnos del grupo experimental (CAD) tuvieron mejores calificaciones en los exámenes.

Grupo		Eval.Cont.	Nota 1ª conv.
Gr. Control	Media	7,5288	4,8962
	N	51	50
	Desv. típ.	1,97973	1,72872
Gr. Experimental	Media	7,8736	5,8560
	N	38	38
	Desv. típ.	1,76201	1,92965
Total	Media	7,6760	5,3107
	N	89	88
	Desv. típ.	1,88724	1,86958

Tabla 6: Calificación de la primera convocatoria, y de la evaluación continua (20%)

Se comprobó que los estudiantes, en general, tienen mayor facilidad para trabajar directamente con el espacio virtual 3D que con las construcciones de las operaciones diédricas para realizar las construcciones necesarias en solucionar un ejercicio. También tuvieron ventaja en la intersección de superficies, ya que el propio programa ayuda cuando no se es capaz de imaginar en un papel en blanco la solución.

5. CONCLUSIONES

5.1. GANANCIA DE VISIÓN ESPACIAL CON GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

La experimentación nos ha mostrado que trabajando con geometría descriptiva, resolviendo ejercicios tradicionales, la inteligencia espacial aumenta en más del 20%. Debe aclararse además que los problemas realizados por los estudiantes, son de una complejidad intelectual mayor que los que miden la inteligencia espacial. Además, a los estudiantes no se les ha entrenado específicamente este tipo de ejercicios, lo que sin duda hubiese aumentado aún más la ganancia.

5.2. MAYOR EFECTIVIDAD EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON CAD QUE CON LAS HERRAMIENTAS TRADICIONALES.

Las calificaciones obtenidas, aún con exámenes que requieren conocimientos de geometría descriptiva tradicional, son superiores significativamente en los estudiantes del grupo experimental (CAD). Los estudiantes, en el siglo XXI prefieren, en general, utilizar los métodos que nos ofrece la tecnología, y que suponen un aprendizaje más rápido y una mayor exactitud.

5.3. NECESIDAD DE DOMINIO DEL LENGUAJE GRÁFICO

Está admitida la necesidad de una buena capacidad espacial en el desarrollo de una gran parte de las profesiones, entre ellas la de ingeniero.

La representación diédrica constituye un lenguaje universal

La geometría descriptiva entendida del modo tradicional, sin duda ha sido superada, al poder trabajar directamente con los modelos tridimensionales actuales. En nuestra opinión, con este u otro nombre, utilizando las nuevas herramientas aparecen, la geometría descriptiva tiene, como expresó STACHEL aún una larga vida. Sus dos objetivos fundamentales que son aprender a solucionar problemas (buscando el punto de vista más idóneo) y mejorar nuestra capacidad espacial siguen vigentes.

En el estudio hemos comprobado que solucionar problemas clásicos de geometría descriptiva con un modelo virtual de tres dimensiones ayuda a aumentar de forma significativa la capacidad espacial.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bennett G.K., Seashore H.G., Wesman A.G.: "*Deferential Aptitude Tests, Forms S and T. The Psychological Corporation"*, New York (1973)

- Bokan N.., Sykilovic T., Vukmirovic Srdjan., "*On Modeling of competencies in a descriptive geometry course".* Pollack periodica. International Journal for Engineering and Information Sciences. 7 173-183 (2012).

- CEEB "*Special Aptitude Test in Spatial Relations Developed by the College Entrance Examination Board"*, USA (1939)

- García J, Lara F, García L. "*Descriptive Geometry 2.0. Proceedings of Joint Conference on Mechanical, Desing Engineering & Advanced Manufacturing"*, Toulouse, France, 2014

- Leopold C., "*Geometry education for developing spatial visualization abilities of engineering students".* The Journal of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics, 1539-45. (2005)

- Meagy-Kondor R., "*Spatial ability, descriptive geometry and dynamic geometry systems"*. Annales Mathematicae et Informaticae, 37(1), 199-210. (2010)

- Melgosa C., Ramos B., Baños E., "*Designing an interactive web manager applied to the development of spatial abilities*". International Conference on Innovative Methods in Product Design. Italy (2011)

- Migliari R., "*Descriptive Geometry: From its Past to its Future"*. Nexus Netw J 14 555–571 Kim Williams Books, Turin (2012)

- Sorby S. A., "*Educational Research in Developing 3-DSpati al Skills for Engineering Students. International"* Journal of Science Education 31(3), 459-480.Michigan (2009).

- Stachel, H. "*Descriptive geometry in today's engineering curriculum"*. Transactions of Famena, 29(2), 35-44. (2005).

- Suzuki K., "*Activities of the Japan society for graphic science-research and education"*. J. Geometry Graphics 6, no. 2, 221–229. (2003).

- Vandenberg S.G., Kuse A.R.: "*Mental Rotations, a Group Test of Three-dimensional Spatial Visualization*". Perceptual and Motor Skils 47, 599-604(1978)

ESTUDIO GRÁFICO Y ANALÍTICO DE LA MODIFICACIÓN DE LA GEOMETRÍA ALVEOLAR DE LOS LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS

David Corbella Ribes*, Francisco Fernández Hernández,

Francisco Hernández Olivares y Pedro Armisén

Universidad Politécnica de Madrid

Tfno. 0034913367694 // Fax 0034913367677

*david.corbella@upm.es

1. INTRODUCCIÓN

El Dibujo Técnico permite identificar gráficamente problemas de la vida real, desarrollar propuestas de soluciones que deben analizarse desde diferentes puntos de vista, tanto para planificar como desarrollar el proyecto, proporcionando la información necesaria para tomar decisiones sobre los objetos y procesos tecnológicos.

A partir del conocimiento de Dibujo Técnico y las herramientas CAD en este trabajo se ha desarrollado el análisis gráfico de los ladrillos cerámicos de hueco horizontal. Una nueva geometría de las celdas formadas por hexágonos no regulares multiplica, por más de cuatro, el recorrido entre las caras exteriores del ladrillo a través de los tabiquillos del interior. Un solo ladrillo de celdas hexagonales alcanza el efecto de un grosor equivalente a más de cuatro ladrillos convencionales.

Este estudio de los nuevos diseños de los ladrillos cerámicos ha sido galardonado con uno de los premios y mención de honor concedidos a los diez mejores trabajos de investigación de la

International Conference related to research on Mechanical, Design Engineering & Advanced Manufacturing. Toulouse, 18,19,20, junio 2014. Todo ello es el fundamento de la ampliación de la patente, titularidad de la UPM, denominada "*Mejoras relativas al ladrillo cerámico de huecos horizontales hexagonales*".

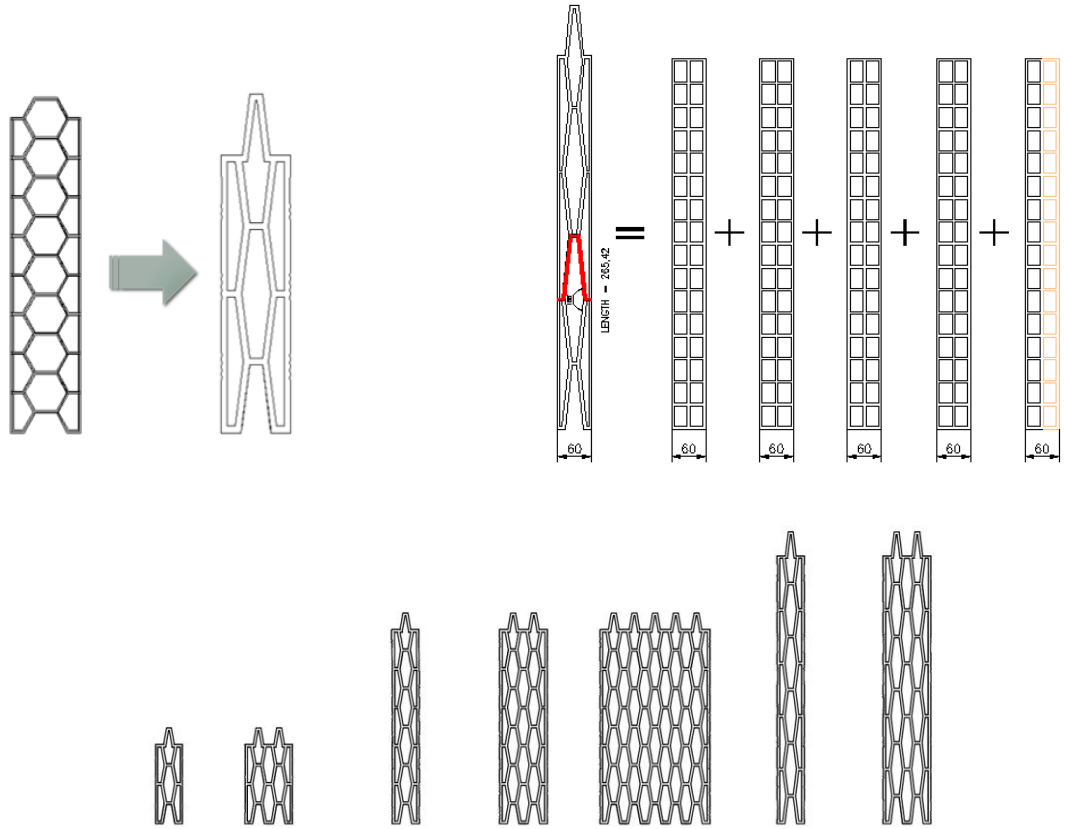


Figura 1. Nuevos diseños de ladrillos cerámicos de hueco horizontal

Arquitectos, ingenieros de construcción y fabricantes de ladrillos dicen: *"La cerámica es el material de construcción con mejores propiedades de aislamiento térmico. Un aislamiento adecuado es la mejor solución para minimizar el consumo de energía en calefacción y refrigeración. El uso de materiales cerámicos, por tanto consigue el ahorro de dinero al reducir el consumo de energía".* European Ceramic Technology Supliers (ECTS).

Por la misma razón cabe preguntar: ¿pueden los ladrillos cerámicos tener propiedades de aislamiento acústico?. De igual manera que anchos mayores de los bloques de ladrillo cerámico disipan la transmisión de la temperatura también disiparán la transmisión sonora.

El espesor del material es importante para determinar la máxima absorción acústica. La energía sonora penetra el material sólo hasta determinado ancho, a partir del cual no aumentará la absorción o disipación del sonido, Manual Isover [C2][1]. Ladrillos de mayores dimensiones y bloques de cerámica vienen a sustituir a los ladrillos de cerámica convencionales de celdas horizontales en paralelo a la superficie de apoyo. Esa es la mejor solución para el problema de la falta de amortiguación termo-acústica.

Una solución ingeniosa y alternativa a los ladrillos de grandes dimensiones que satisface los requisitos de aislamiento acústico de paredes se puede lograr con un nuevo diseño de la geometría interna de ladrillo manteniendo las dimensiones exteriores de ladrillo convencional. Una patente española[2], ofrece una modificación geométrica innovadora de las celdas de arcilla cocida, destinado a la fabricación de ladrillos cerámicos, de acuerdo con una geometría de celdas hexagonales [P1].

2. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

El aislamiento acústico no sólo depende de la masa, sino también de la geometría de la pieza, el porcentaje de huecos o agujeros, la "pérdida" (pérdida del factor interno), y la velocidad de propagación de las ondas longitudinales (CL), que está relacionada con (E) el módulo de Young (en función del tipo de arcilla, aditivos, secado y cocción). Sin embargo, sin entrar en estudios

[1] [C2] CRISTALERÍA ESPAÑOLA, ISOVER Isolation Manual, Madrid: Author. Vol 1-182, 1987.

[2][P1]Patente ES2265234. Ladrillo Hueco Hexagonal. Titularidad de la Universidad Politécnica Madrid cuyos inventores son tres profesores titulares: Corbella Ribes, David; Fernández Martínez, Francisco y Hernandez Olivares, Francisco.
[CF1] CORBELLA D., FERNÁNDEZ F., HERNÁNDEZ F., DEL RÍO M., Ladrillo Hueco Hexagonal, I Jornada Nacional de Investigación en Edificación I+D+I, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica -Universidad Politécnica de Madrid. Proceedings of the conference, Madrid. May 10 th -11 th. 2007.
[C1] CORBELLA D., Ladrillo Fonoresistente, II Jornada Nacional de Investigación en Edificación I+D+I, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica-Universidad Politécnica de Madrid. Proceedings of the conference. Madrid, July 3er, 2008.

complejos, es suficiente observar que la intensidad de la señal de sonido disminuye exponencialmente con el camino o recorrido realizado de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I = I_0 \exp(-\beta x)$$

I_0 es la intensidad de la fuente emisora, **β** es el coeficiente de absorción y **x** es la trayectoria de la onda. A partir de esta expresión, se puede deducir fácilmente el siguiente resultado: para el mismo material y el mismo espesor de pared, la intensidad observada, **I**, disminuye cuando se incrementa la trayectoria realizada por el sonido. [CF1]

Bajo este enfoque, nuestras investigaciones [C1] permiten documentar las características morfológicas de las celdas de los ladrillos cerámicos y hacer otras recomendaciones a los fabricantes.

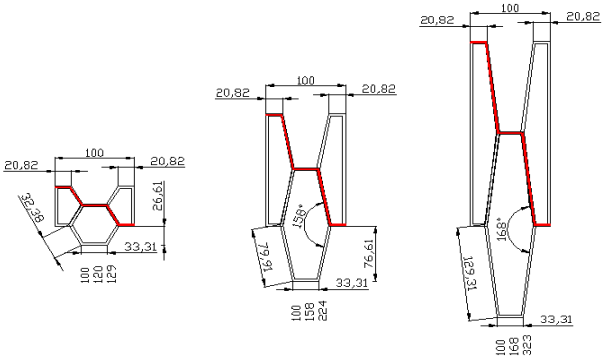


Figura 2. Estudio de las deformaciones de los huecos hexagonales

De izquierda a derecha, presentamos un sencillo análisis gráfico que demuestra que la deformación de las celdas hexagonales proporciona mayores longitudes y aumenta el aislamiento. La deformación se plantea a partir de la variación angular de los lados adyacentes de la celda, por ejemplo: de 120 ° a 158 ° y 168 °, sin modificar la distancia entre las caras de ladrillo cerámico convencional, aumenta considerablemente la longitud de los puentes de transmisión entre las dos caras opuestas del ladrillo aumentando un par de ángulos opuestos de las celdas hexagonales.

La misma orientación de la celda hexagonal, una diagonal permanece perpendicular a las superficies exteriores de ladrillo y si también se aplica una deformación de modificar el ángulo de las caras de las celdas hexagonales. Cambiando en el ángulo de 120 °, por ejemplo un ángulo de 168 °, el camino sería 442,37%. En este caso, la ruta de acceso entre las caras de un ladrillo

cerámico de 60 mm de ancho alcanzaría una anchura equivalente de 265,42 mm. Esto es igual a un camino de 4,5 ladrillos convencionales.

Valores de referencia: Las ventajas constructivas que presentan los ladrillos cerámicos de gran formato (LGF) frente a las soluciones tradicionales, tomadas directamente de la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida, Hispalyt, [H1] Por tratarse de un elemento cerámico presenta buenas propiedades termo-acústicas, de resistencia al fuego y resistencia a cargas suspendidas e impactos. Los LGF-LD comerciales desnudos se obtienen una atenuación de 33 dBA (CTE DB-HR) y con los ladriyesos LGF-LD con espesor de revestimiento de yeso entre 5 y 10 mm se obtienen atenuaciones superiores a los 50 dBA.

3. CONCLUSIONES

Si los fabricantes deciden utilizar los nuevos diseños de ladrillos cerámicos desarrollados por nuestra investigación, sería necesario revisar al alza los valores de amortiguación acústica indicados, tanto para los ladrillos con y sin revestimiento, multiplicados más de CUATRO veces superior.

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA CON REALIMENTACIÓN PARA ACTUACIONES DE MEJORA CONTINUA

Pedro Ubieto Artur*, Cristina Royo Sánchez, José Luis Santolaya Sáenz, César García Hernández

Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza. María de Luna, 3. 50018 Zaragoza

*pubieto@unizar.es

1. RESUMEN

En este trabajo se presenta una aplicación desarrollada de manera específica para llevar a cabo la evaluación de los proyectos industriales realizados por los alumnos de 4º curso de los grados en Ingeniería. La herramienta ha sido diseñada para que el alumno pueda acceder a la plantilla que contiene la valoración de los apartados que forman parte del proyecto que está desarrollando con su grupo, a las correcciones realizadas a sus proyectos y, también, al resultado de las evaluaciones realizadas previamente a todos los grupos. Esto permite a los alumnos conocer los errores habituales y les sirve como base para redactar el plan de gestión de la calidad para la elaboración de sus proyectos. Las plantillas empleadas se corresponden con una estructura basada en Normas (UNE 157001), pero es posible emplear cualquier plantilla.

2. INTRODUCCIÓN

La evaluación del aprendizaje tiene un papel preferente dentro de la acción educativa y por tanto, la evaluación de los trabajos y proyectos desarrollados por los alumnos ha de ser planificada y realizada con especial atención. Dentro de los posibles instrumentos de evaluación, uno de los que más se ha extendido son las rúbricas, ya que éstas reúnen una serie de

características muy apreciadas en el proceso evaluador. Las rúbricas permiten indicar el nivel de detalle del logro de la competencia evaluada con unos criterios previamente definidos; su uso está asociado a un instrumento útil y clarificador en el proceso de evaluación y los alumnos son conocedores de los indicadores que deben trabajar de manera explícita desde el inicio de la actividad.

Una vez analizados los programas disponibles para la realización de las rúbricas (Moodle, Blackboard, etc.) se pudo comprobar que no se adaptaban de forma eficaz a la evaluación de proyectos industriales. Por esta razón se ha desarrollado un sistema propio en la nube y se ha aplicado dentro del proceso evaluador de los trabajos realizados por los alumnos de Oficina Técnica y Oficina de Proyectos que se imparten en el último curso de los grados en ingeniería.

La gran diferencia del sistema desarrollado con el resto de aplicaciones estudiadas se basa en la cantidad de información gestionada. Presentamos a continuación un resumen orientativo de la cantidad de registros tratados, tomando como referencia los tres proyectos analizados el primer curso de su aplicación:

Número de apartados evaluables de cada proyecto (los apartados del proyecto, generalmente, equivalente a las preguntas de una rúbrica): 53, 37 y 117. Esta última plantilla incluye la corrección de los cuatro entregables previos a la presentación definitiva del proyecto. Cada apartado evaluable tiene asociada una calificación más la ponderación de ese punto dentro del nivel superior que el profesor decide al generar cada plantilla.

Número de registros asociados a cada rúbrica, esto es, el número de líneas de texto que el profesor lee al corregir cada proyecto: 551, 387 y 1421. Cada registro puede ser únicamente texto que ve el profesor y/o el alumno, una calificación de una pregunta o la modificación de la calificación de una pregunta.

Por último, cada proyecto lleva asociada una serie de registros de calificación que, generalmente, suelen ser la calificación de cada apartado más los modificadores de esa calificación. Esto es variable, pero rondan en torno a los siguientes valores: 60, 45 y 150. La calificación de cada proyecto es la suma ponderada, según lo indicado en la plantilla, de cada uno de estos datos.

3. ENTORNO DE LA APLICACIÓN

El sistema se ha implementado en un servidor XAMP, con todas las ventajas que ello supone.

Se ha desarrollado un panel de control para el profesorado que le permite gestionar toda la información referida al sistema. Puede crear y editar plantillas, con sus rúbricas asociadas, crear las correcciones de los proyectos vinculadas a las plantillas, ir leyendo el contenido de la norma a la vez que se corrige el apartado correspondiente, etc.

3.1. EDITOR DE LA PLANTILLA DE CORRECCIÓN

Cada línea se corresponde con un documento, apartado o subapartado del proyecto, lo que sería equivalente a las preguntas de la rúbrica (en esta caso, la plantilla solo tiene tres niveles).

Tal y como se observa en la **Figura 1.**, además de indicar el orden en que aparece, el nivel y el texto, también se indica la ponderación de la calificación obtenida en cada uno de ellos. La calificación de un apartado se obtiene con la suma ponderada de sus subapartados, si los tiene.

No hay límite de niveles. Las columnas 4 y 5 aparecen de color verde siempre que la suma de los porcentajes un nivel es del 100% del nivel superior. En las columnas 6 y 7 se encuentran los botones que permiten modificar la entrada, editar el texto explicativo que acompaña al apartado y acceder al editor de rúbricas. La última columna permite borrar el registro y aparece de color rojo avisando de que ya han realizado correcciones con este apartado.

Al final de la página (no se observa en la figura) se encuentra el control que permite añadir registros a la plantilla, aunque es mejor importarlos directamente desde una hoja de cálculo.

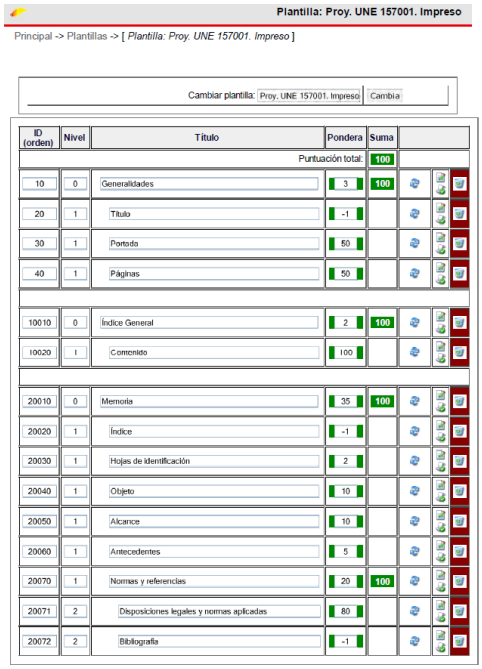


Figura 1. Editor de plantilla de corrección

3.2. CABECERA DE LACORRECCIÓN DEL PROYECTO

En la Figura 2 se puede ver la parte principal de la cabecera de la corrección de un proyecto.

En la parte superior se puede añadir la información necesaria a la corrección, especificando para quién estará visible. La parte inferior presenta el índice de todos los aparados del proyecto susceptible de ser corregidos, con el correspondiente hipervínculo a la página de edición. También se puede ver la puntuación obtenida en cada apartado, además de llevar el control de los apartados pendientes de corregir.

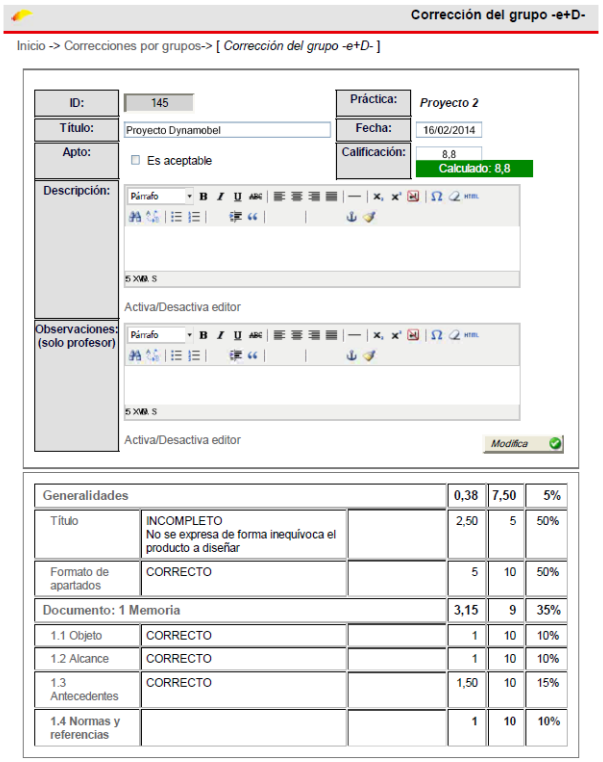


Figura 2. Cabecera de la corrección del proyecto

3.3. HOJA DE CORRECCIÓN DE UN APARTADO

En la Figura 3 se puede ver la hoja de corrección de un apartado (el de Resultados Finales, concretamente).

Al puntuar cada apartado se pasa, de forma automática, a la página de corrección del apartado siguiente.

Al final de la hoja vuelve a aparecer el índice del proyecto. No se representa en la figura para ahorrar espacio.

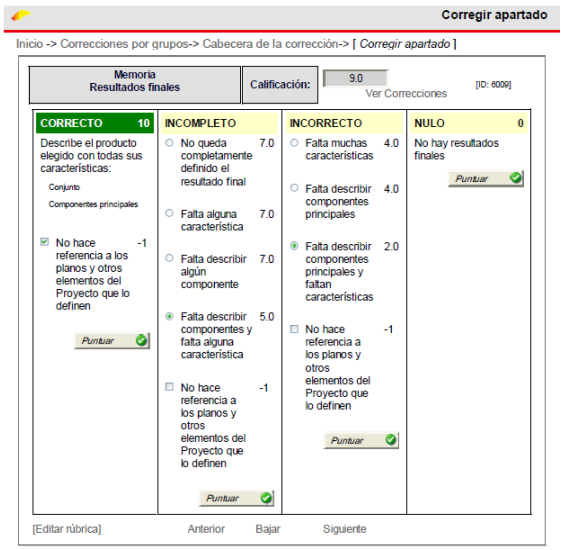


Figura 3. Corrección de Apartado

3.4. EDITOR DE RÚBRICA

En la Figura 4. se presenta la ventana de edición de la rúbrica del apartado anterior. Por medio de una serie de códigos se configura la respuesta del programa.

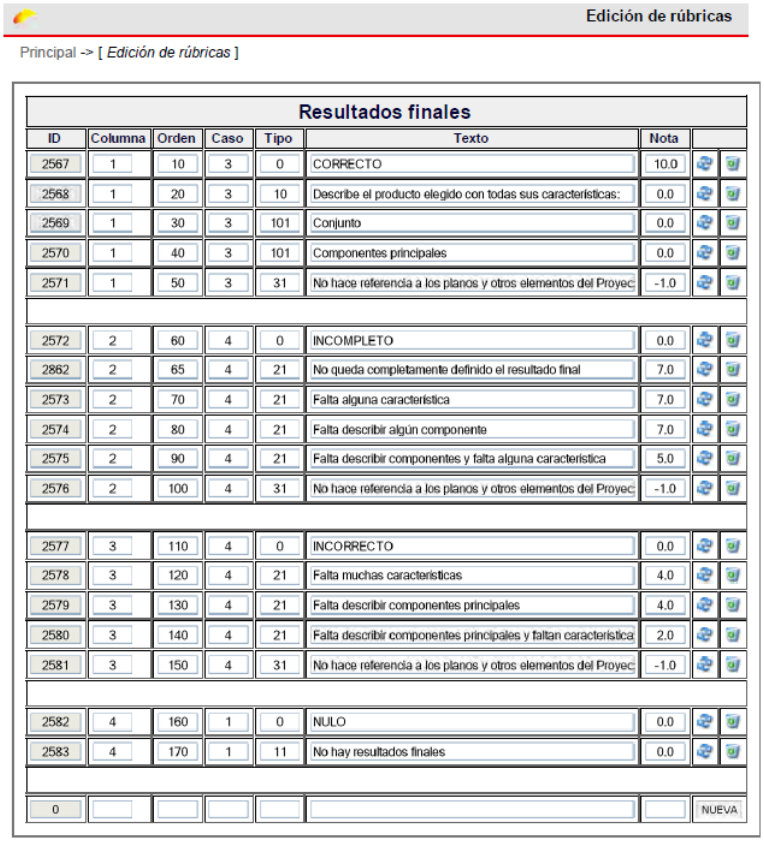


Figura 4. Editor de rúbrica

4. RESULTADOS OBTENIDOS

El desarrollo de esta herramienta y su aplicación en la actividad docente ha supuesto una importante mejora en el proceso de evaluación de los proyectos realizados por los alumnos.

Esto se ha debido principalmente a que permite una evaluación completa y detallada de todos los apartados que forman parte de un proyecto, asegura una objetividad constante y favorece la armonización de los resultados obtenidos por los distintos profesores que imparten la asignatura. Además, el proceso de aprendizaje se favorece ya que al acceder a la aplicación el alumno dispone de los resúmenes de las evaluaciones realizadas.

Teniendo en cuenta que el sistema lleva un registro del acceso de los alumnos a las correcciones previas, si comparamos los resultados de la asignatura 25821 (Oficina Técnica del Grado en

Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto) de los cursos 2012/13 y 2013/14 podemos destacar lo siguiente:

En el curso 2012/2013, al menos un alumno de cada grupo accedió al resumen de las correcciones de todos los apartados del proyecto antes de la entrega de su primer proyecto. Únicamente 2 de 16 grupos redactaron de forma incorrecta el plan de gestión de calidad y la nota media de los proyectos fue de 7,6

En el curso 2013/2014, únicamente un alumno accedió a estos resúmenes. En ese caso, 10 de los 15 proyectos redactaron el plan de gestión de calidad de forma incorrecta y la nota media bajó a un 6,4

Para comprobar la objetividad del sistema de corrección, se realizó la siguiente prueba: los dos profesores responsables de la asignatura de Oficina Técnica, corrigieron los mismos cinco proyectos cada uno, para comparar la calificación final de los mismos. En ningún, caso la diferencia de puntuación de cada proyecto se acercó al 5% de la nota final.

Otro punto fuerte del sistema lo comprobamos al realizar las revisiones de los proyectos con los alumnos. Atendiendo a las reclamaciones que hicieron a las correcciones, la calificación final nunca varió más de una décima de punto.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Se logra desglosar el proceso de evaluación global en apartados simples y completamente detallados, lo que mejora la objetividad en el proceso evaluador.

Hay mayor claridad y menor grado de incertidumbre a la hora de afrontar la evaluación, algo muy complicado al tratarse de trabajos de gran complejidad.

Ha mejorado la redacción del plan de gestión de calidad de la elaboración de cada proyecto, ya que el alumno puede acceder a la corrección detallada de sus proyectos, y al resumen de las correcciones realizadas en proyectos anteriores, lo que les permite ver los errores frecuentes. Esto favorece el proceso de mejora continua de los trabajos desarrollados.

El diseño abierto del sistema permite emplearlo en otras asignaturas, así como en trabajos de módulo. Si bien, las plantillas empleadas se corresponden con la estructura de la norma UNE 157001, ya que el sistema se utiliza en las asignaturas de Oficina Técnica y en Oficina de Proyectos, es posible emplear cualquier plantilla, con un número ilimitado de apartados y con

un número ilimitado de niveles dentro de cada apartado. Una vez introducida la plantilla en el sistema, se puede fijar la puntuación y la ponderación de cada apartado según las necesidades concretas de cada caso.

HERRAMIENTAS ON-LINE EN EXPRESIÓN GRÁFICA

Cristina Manchado*, Valentín Gómez-Jáuregui, César Otero

Grupo EGICAD, Dpto. Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica, Universidad de Cantabria, Avda. Castros s/n, 39005, Santander, Cantabria

*cristina.manchado@unican.es

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es describir las distintas herramientas utilizadas para el aprendizaje en la asignatura básica de Representación Gráfica del Grado de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cantabria, surgidas a partir del cambio al nuevo marco de enseñanza del Espacio Europeo de Educación Superior. Parte de los objetivos de la asignatura consisten en medir, ordenar, relacionar y representar de forma normalizada diseños básicos de cuerpos de propósito general, y la nueva planificación de la materia, orientada a la adquisición de esos conocimientos, interrelaciona las clases teóricas con clases prácticas y de laboratorio, basando gran parte de su desarrollo en el uso de plataformas de aprendizaje online y en herramientas de diseño asistido por ordenador.

2. METODOLOGÍA Y ELEMENTOS DE APRENDIZAJE

El desarrollo práctico del curso se apoya en la plataforma de aprendizaje virtual Blackboard, inicialmente en su versión 8.0, y en su versión 9.1 durante los últimos dos años, que ofrece un soporte de trabajo flexible, intuitivo, y con múltiples herramientas, accesibles a través de dispositivos diversos. Utilizando esta herramienta, el alumno adopta un papel mucho más activo, contribuyendo de forma significativa a su propio conocimiento y favoreciendo el aprendizaje. Esta plataforma, combinada con el uso de herramientas CAD para la resolución de ejercicios y problemas ha modificado de forma notable el desarrollo de la asignatura.

En los siguientes apartados se describen las aportaciones y modificaciones principales respecto a un programa clásico de dibujo técnico.

2.1. APRENDIZAJE AUTÓNOMO

Los alumnos realizan aprendizaje autónomo mediante vídeos online. Se ha generado una gran cantidad de material visual, permitiendo un aprendizaje más eficaz ajustado al ritmo de cada alumno. Todo ese material se encuentra además complementado con documentación escrita, que describe de forma pormenorizada el proceso de resolución del problema contenido en cada video, así como los fundamentos teóricos en los que se sustenta. Estos elementos permiten al alumno un aprendizaje activo en la clase de laboratorio, a la vez que se adecúa al ritmo de estudio individual. El profesor adopta en este espacio un rol mucho más interactivo, actuando como facilitador del aprendizaje y guiando a cada alumno de modo individualizado en el proceso de construcción del conocimiento. Todo el material generado queda además accesible al alumno en todo momento en la plataforma de aprendizaje, para que pueda acceder a él de forma remota.

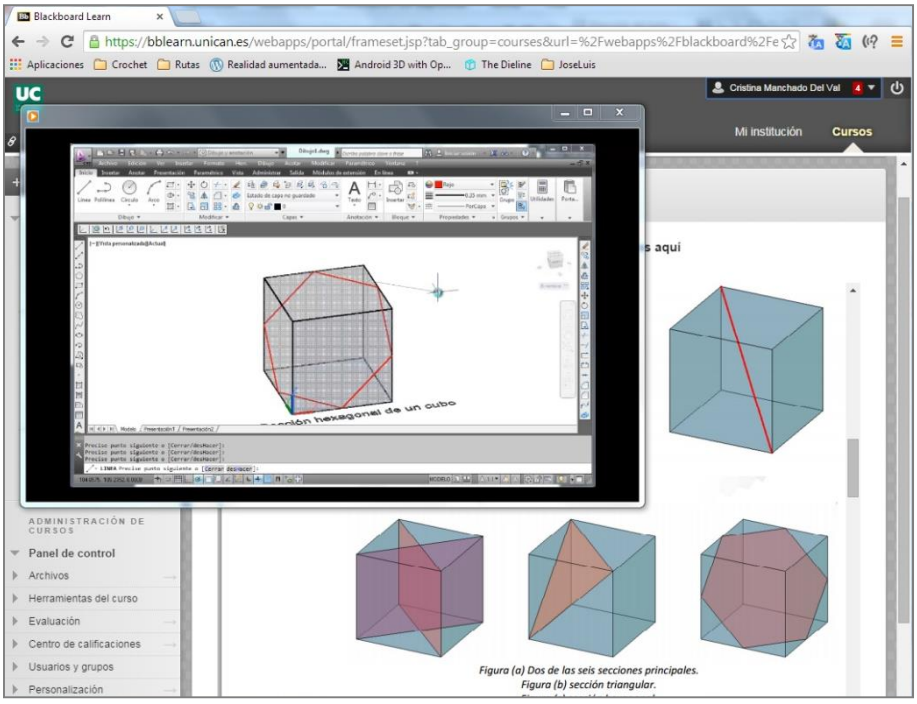


Figura 1: vídeo on-line y documento descriptor sobre plataforma blackboard

2.2. UTILIZACIÓN DE SOFTWARE ASISTIDO POR ORDENADOR

La resolución de los problemas geométricos mencionados en el apartado anterior se realiza utilizando software de diseño asistido por ordenador, de modo que se sustituye la representación diédrica en los Sistemas de Representación por el uso de AutoCAD. El alumno será capaz de resolver problemas geométricos, visualizar cuerpos, y realizar e interpretar planos utilizando esta herramienta.

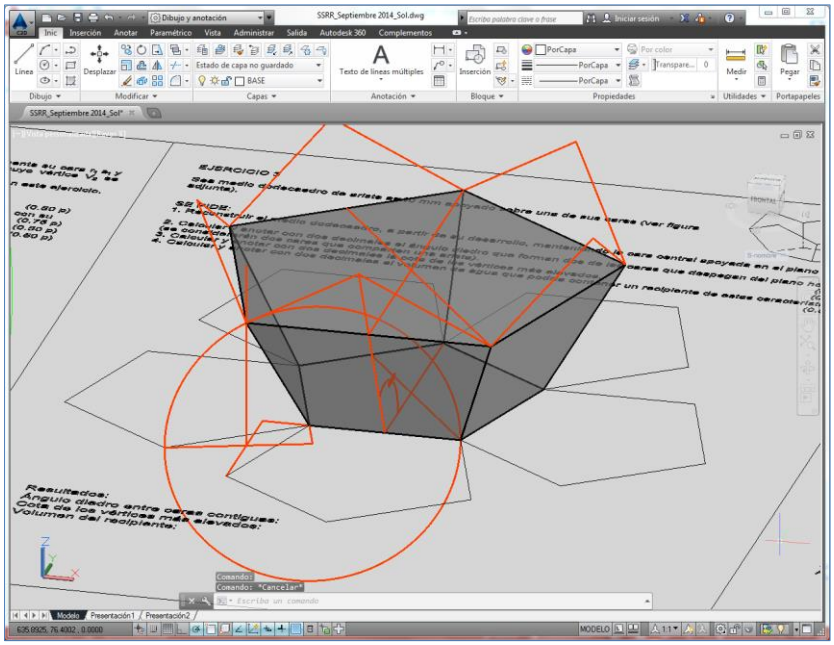


Figura 2: Ejercicio de Sistemas de Representación sobre plataforma CAD

Continuando con esta línea, los problemas correspondientes a representación de piezas y normalización se resuelven utilizando el programa de diseño mecánico Autodesk Inventor de forma complementaria al trabajo de croquización y diseño que se realiza en el aula.

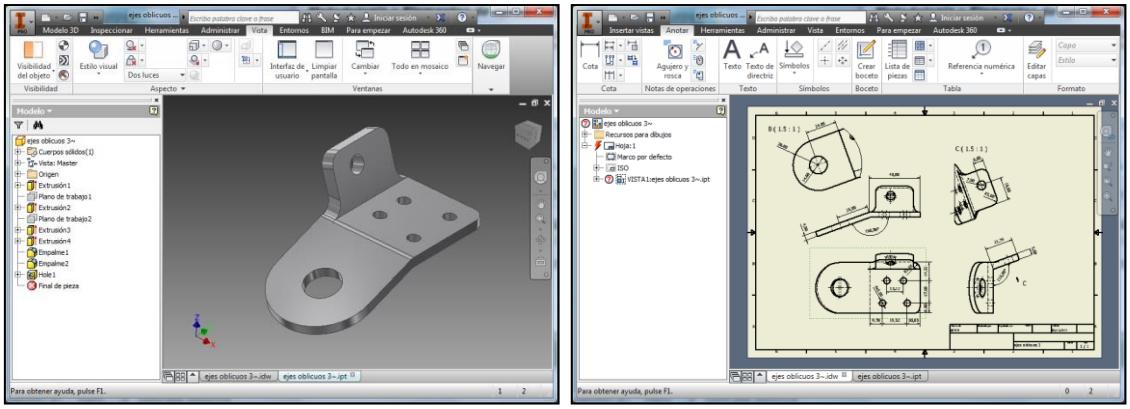


Figura 3: Diseño de piezas y representación de planos normalizados utilizando Inventor.

2.3. UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

Todos los trabajos realizados durante las prácticas de laboratorio, así como otros que se van planteando de forma periódica a lo largo del desarrollo del curso, son entregados por los alumnos a través de la propia plataforma Blackboard, siguiendo un proceso totalmente automático:

- Los alumnos son avisados con antelación de la proximidad de una entrega de trabajos a través de la herramienta *Anuncios* disponible en la plataforma. Esta herramienta ha sido previamente configurada y automatiza el envío de mensajes a todos los alumnos con la información de entrega.
- A la vez que es enviado el anuncio anterior, se abre un proceso de evaluación a través de la herramienta de *Evaluación – Actividad*. Esta herramienta permite al alumno subir todos los ficheros e información requerida a la plataforma y se encarga de la gestión de entregas.
- Además, los plazos de entrega se reflejan en la herramienta de *Calendario*, eliminando cualquier duda o problema respecto a plazos de entrega y admisión o no de ficheros.

2.4. UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN

La resolución de dudas y problemas utilizando las herramientas disponibles en la plataforma se realizan mediante los mensajes privados y la generación de tableros de discusión. Esta última herramienta permite a los alumnos el planteamiento de dudas y problemas de forma pública, que pueden ser respondidos bien por uno de los profesores, o por cualquiera de sus compañeros.

3. CONCLUSIÓN

La utilización de la plataforma on-line Blackboard ha optimizado de forma notable el proceso de aprendizaje del alumno y la consecución de objetivos de la asignatura, así como la posibilidad de realizar seguimientos de manera individualizada de una forma mucho más eficaz y sencilla, ya que la gestión de accesos del alumno a la plataforma y de entrega de material de evaluación está totalmente automatizada.

METODOLOGÍA DE EJEMPLIFICACIÓN COMO APOYO A LA DOCENCIA Y ESTIMULO DE AUTOAPRENDIZAJE EN EL GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL y DESARROLLO DE PRODUCTO

Anna Maria Biedermann[1*], Ana Serrano Tierz[2], José Luis Santolaya[2]

1) Dpto. de Ingeniería de Diseño y Fabricación. EINA. Universidad de Zaragoza.
Miembro de OAAEP financiado por el Gobierno de Aragón con fondos FSE
2) Dpto. de Ingeniería de Diseño y Fabricación. EINA. Universidad de Zaragoza.

*anna@unizar.es

1. RESUMEN

El espacio web http://www.egrafica.unizar.es/pm/ creado dentro del marco de un Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza en el curso 2011-2012 y ampliado en los siguientes cursos, muestra los Trabajos de Módulo más representativos que han sido realizados por alumnos de 1º y 2º del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. El acceso a la web está abierto para los alumnos, con el propósito de servir de ayuda a la hora de obtener una visión clara de cuales han sido los objetivos y los niveles de desarrollo de los proyectos a alcanzar en las asignaturas implicadas en los Trabajos de Módulo. También está abierto al público general permitiendo dar una mayor difusión de los contenidos y competencias alcanzadas por los estudiantes del Grado en los trabajos de módulo. La evaluación realizada tras tres años desde la publicación de la página revela que es una herramienta útil tanto para profesores en su labor docente como para los alumnos en el proceso de auto aprendizaje.

2. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de los alumnos basado en propuestas de trabajos colaborativos e interdisciplinares, como son los Trabajos de Módulo que se vienen realizando en el grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto (Miralbés et al., 2010; Miralbés et al., 2011; Miralbés, Auria, Tardío, y López, 2011), han supuesto un modelo de éxito tanto en la formación de los estudiantes como en la metodología docente empleada (Serrano, Hernández, Pérez, Biel, 2013). La necesidad de proporcionar nuevas metodologías de apoyo al aprendizaje y ofrecer actividades que estimulen la motivación de los alumnos matriculados en el Grado, han sido la motivación para el diseño de este espacio web: http://www.egrafica.unizar.es/pm/ (Biedermann, Serrano, Biel).

Los objetivos a alcanzar en este proyecto han sido los siguientes:

• Proporcionar información visual adicional al inicio del trabajo de módulo.

• Ofrecer motivaciones adicionales.

• Ayudar a establecer un nivel sobre el alcance de los trabajos de módulo proporcionando un elemento de referencia tanto para alumnos como para profesores.

• Disponer de un apoyo gráfico a la "Guía Docente" que resulte clarificador para las personas que estén interesadas en el Grado.

• Difundir y compartir la buena práctica docente, animar a otros profesores a participar o continuar con los trabajos de coordinación entre las asignaturas.

• Contribuir a la imagen actual y más competitiva del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

El objetivo a largo plazo de este proyecto es disponer de un complemento a la "guía docente" práctica y accesible de las asignaturas implicadas en el marco de trabajos de módulo que se desarrollan en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

3. METODOLOGIA

La realización del espacio web ha sido posible gracias a la colaboración de todo el profesorado que participa en los proyectos de módulo en el 1º y 2º curso del Grado. Cada año han sido los profesores responsables las asignaturas implicadas, quienes han seleccionado los trabajos que han sido completados de forma más satisfactoria.

Con la intención de obtener una mayor unidad a la hora de presentar los trabajos fue diseñada una portada que inicia cada presentación incluyendo los datos de la materia específica y los autores del trabajo.

A posteriori los trabajos han sido publicados en la web en el apartado correspondiente al año académico, curso, semestre y materia que presenta el trabajo. De esta manera se logra presentar de forma gráfica los resultados de los trabajos de módulo realizados en el primer y segundo curso para que los alumnos del próximo curso académico puedan disponer de un catálogo virtual que sirva como ejemplificación gráfica que apoye la compresión de las guías docentes.

Con la intención de ofrecer datos cuantificables sobre la valoración de la web, en el curso académico 2013-2014, se ha introducido un sistema de evaluación de la misma mediante la realización de encuestas a estudiantes y profesorado del Grado aplicando una escala Likert 1-7. Así se han encuestado a 15 profesores que participan en los trabajos de módulo de 11 asignaturas y 78 alumnos matriculados en el 2 curso del Grado. La encuesta ha sido dividida en los siguientes apartados: Datos generales del encuestado, grado de acuerdo con los objetivos que se pretenden alcanzar con la página, las asignaturas de las cuales se han consultado los trabajos publicados, las competencias adquiridas y las ideas de mejora.

4. RESULTADOS

La mayoría de los alumnos está de acuerdo con la afirmación de que la página web puede servir de ayuda a los futuros estudiantes del Grado a hacerse una idea de los contenidos que tratarán en estos estudios y que la publicación del proyecto es un reconocimiento al nivel del trabajo y esfuerzo del grupo. En general, el grado de acuerdo de los alumnos con los objetivos que se presentan es muy alto (Ver fig.1).

Desde el punto de vista de las competencias que adquiere el alumno a través de la página, se puede afirmar que la evaluación sobre el desarrollo de estas es positiva. La capacidad de aumentar la preocupación por la calidad y la mejora es la competencia mejor valorada (Ver fig.2).

En el caso de los profesores más de la mitad de los profesores han recomendado la página a sus alumnos. El objetivo que más destacan los profesores es que mostrar estos trabajos ofrece un ejemplo de las competencias que adquieren los estudiantes.

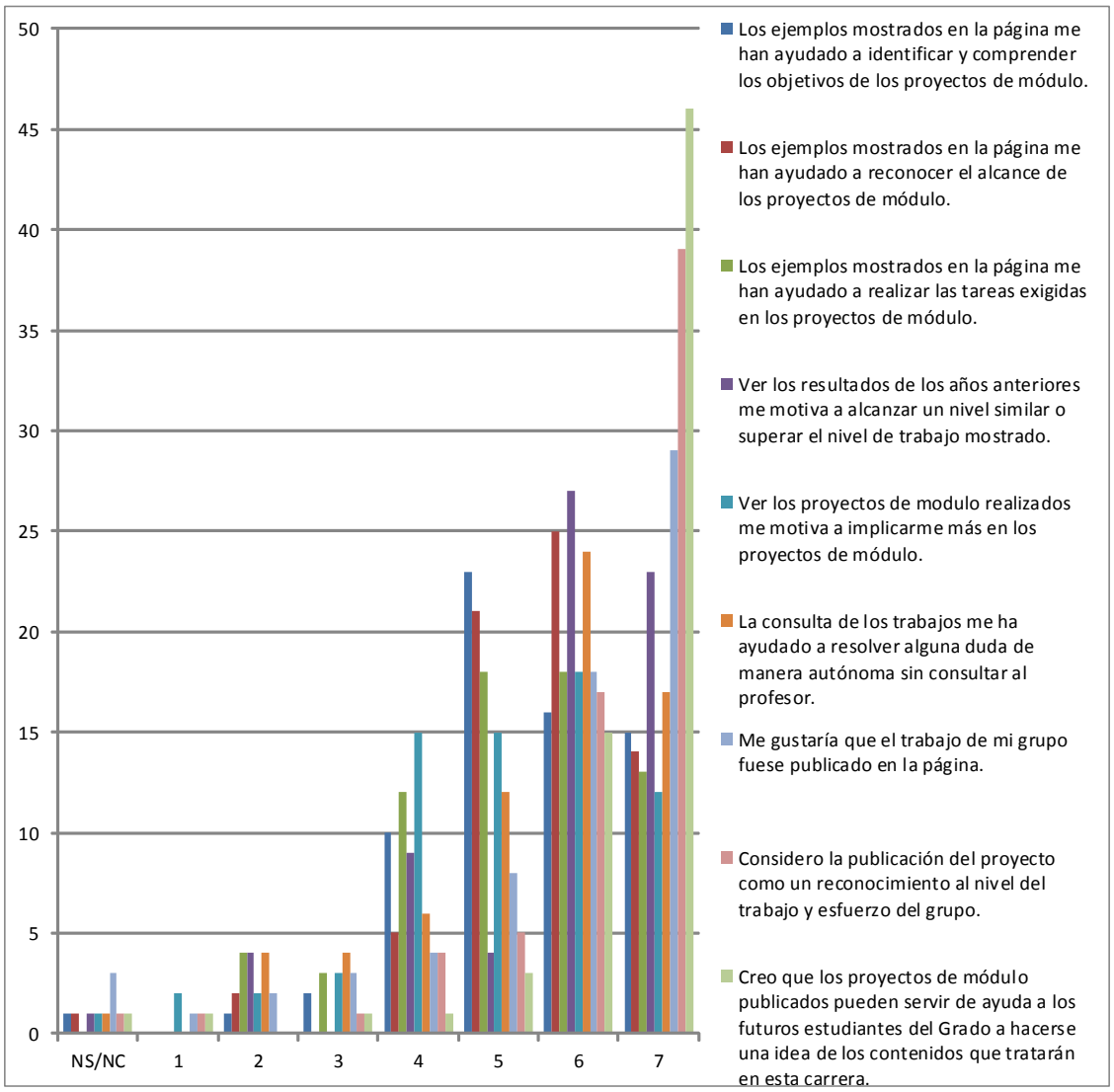


Figura 1. Grado de acuerdo con el cumplimiento de los objetivos que se pretenden alcanzar con la página

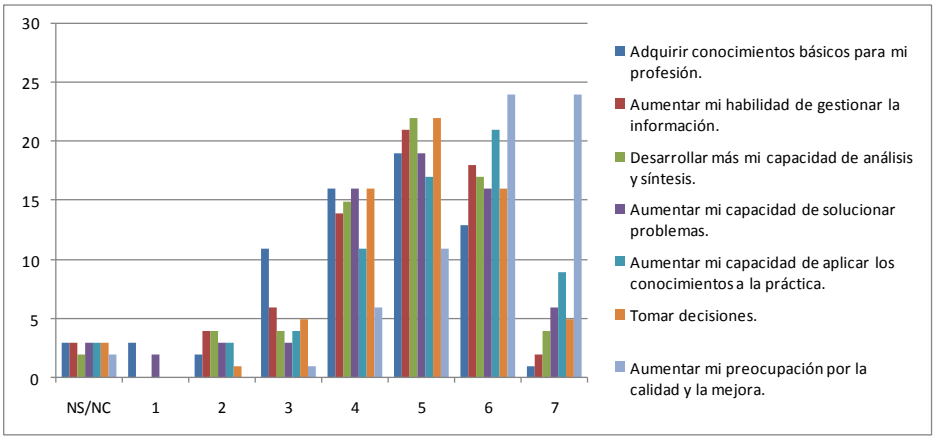


Figura 2. Las competencias que adquiere el alumno a través de la página

5. CONCLUSIONES

La evaluación de la eficacia de la web \"Proyecto de módulo\" (http://www.egrafica.unizar.es/pm/) como una herramienta de aprendizaje y apoyo en la realización de los Trabajos de Módulo en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto ha permitido detectar los puntos fuertes y débiles de la página.

A partir de los resultados obtenidos se ha observado la necesidad de dar mayor difusión al conocimiento de la página a pesar de que esta ha sido valorada de forma muy positiva tanto por los estudiantes como por el profesorado.

Se ha confirmado que se ha conseguido cumplir con los objetivos inicialmente propuestos en el proyecto y que la página ayuda a desarrollar las competencias más destacadas del Grado.

El proyecto planteado puede resultar de interés para cualquier titulación que contemple en su modelo docente el trabajo por módulos. En particular la propuesta del diseño de esta Web ha sido impulsada por el éxito que están suponiendo los trabajos colaborativos e interdisciplinares desarrollados en el Grado. Tras los resultados obtenidos en esta evaluación, el equipo docente considera que es necesario aumentar la difusión de esta página entre el profesorado y alumnado del Grado.

Contar con una selección de trabajos de módulo que ofrece una visión clara de cuáles son los objetivos y los niveles de desarrollo de los proyectos a alcanzar en las asignaturas implicadas ha supuesto una herramienta útil y clara tanto para los alumnos como para los profesores. Tras tres años de la publicación de la página se han registrado más de 4.600 consultas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biedermann A.M., Serrano A., Biel P. (2012). "*Diseño de un espacio web como nueva herramienta de aprendizaje, consulta y ejemplificación de las guías docentes, a modo de difusión de los resultados de los Trabajos de Módulo realizados en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto"*. Actas de las VI Jornadas de Innovación e Investigación Educativa. Universidad de Zaragoza.

- Biedermann A.M., Serrano A., Biel P. (2014). "*Monografía: Gestión de la innovación en las titulaciones"* (2014). Capítulo de libro. Vicerrectorado de Política Académica y el Instituto de Ciencias de la Educación, 310-313.

- Biel, M.P., Gambau, L., Hernández, M., Pérez, E., Sebastián, M. V., y Serrano. A. (2011). "*Diseño curricular de un módulo para los alumnos de primero en el Grado de Diseño de Producto. Prácticas y modelos innovadores para la mejora y calidad de la docencia"*. J. Paricio y A.I. Allueva (eds. lits.) Prensas Universitarias de Zaragoza, 903-911.

- Biel, M.P., Hernández, M., Pérez E., y Serrano, A. (2011). "*Implementación del trabajo en módulo mediante la herramienta Blackboard*". Actas de las V Jornadas de innovación e investigación educativa en la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 14-15 septiembre.

- Manchado, E., y López, I. (2012). "*Coordinación por módulos de asignaturas en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Zaragoza"*. Revista de Docencia Universitaria, vol. 10, nº 3, 195-207.

- Miralbés, R., López, I., Alfaro, I., Tardío, E., Auría, J.M., Bayod, J., Rodríguez, J.F. (2010). "*Implantación de docencia por módulos de las asignaturas de 2º curso 1er cuatrimestre del Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto*". Actas de las IV Jornadas de innovación e investigación educativa en la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 14-16 septiembre.

- Miralbés, R., López, I., Alfaro, I., Tardío, E., Auría, J.M., Bayod, J., Rodríguez, J.F. (2011). "*Implantación de docencia por módulos de las asignaturas de 2º curso 1er cuatrimestre del Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.Prácticas y modelos innovadores para la mejora y calidad de la docencia"*. J. Paricio y A.I. Allueva (eds. lits.) Prensas Universitarias de Zaragoza, 205-221.

- Miralbés, R.J., Auria, M., Tardío, E., y López, I. (2011). "*Experiencia innovadora en la docencia de las asignaturas del Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto basada en actividades multidisciplinares*". ARBOR. Revista de Ciencia, Pensamiento y Cultura, vol. 187, nº extra 3, pp. 231-236. doi:10.3989/arbor.2011.iExtra_3

- Serrano, A., Hernández, M., Pérez, E., y Biel, P. (2013). "*Desarrollo de la competencia de síntesis en los trabajos de módulo del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto"*. IV Congreso Internacional UNIVEST, Girona, 4 y 5 de julio.

MODELIZACIÓN 3D DE GRABADOS PREHISTÓRICOS: CÁMARAS COMPACTAS DE BAJO COSTE COMO ALTERNATIVA A LOS ESCÁNERES LÁSER

Francisco Iván Rodríguez López[1*], Mercedes Farjas Abadia[1], Eduardo Galán Domingo[2], Ruth Maicas Ramos[2]

1) Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid, Ctra. De Valencia Km 7, 28031, Madrid, Madrid

2) Departamento de Prehistoria, Museo Arqueológico Nacional, C/ Serrano 13, 28001, Madrid, Madrid

*frivanrodriguez@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

La modelización tridimensional se ha ido implementando como una metodología propia de documentación del patrimonio histórico, y de modo especial se está utilizando en las técnicas de representación tridimensional de grabados prehistóricos. Sobre este tipo de grabados hemos experimentado con escáneres de triangulación óptica y de luz estructurada y a partir de los resultados obtenidos, se estudian sus ventajas e inconvenientes, analizando la necesidad de encontrar una metodología que se ajuste a las características de este tipo de investigaciones arqueológicas y que permita el transporte del instrumental a emplazamientos geográficos en territorios no estructurados, y que cuenten con condiciones difíciles en la toma de datos; valorando la relación coste-beneficio del modelado final.

Con estos antecedentes, enmarcado en el Trabajo Fin de Máster de la Titulación de Ingeniero en Geodesia y Cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid, se ha desarrollado una propuesta de metodología con cámaras compactas para la obtención de modelos 3D, enfocado principalmente a proyectos de análisis de técnicas de grabados prehistóricos.

2. DESARROLLO

Para la propuesta de investigación indicada, se han analizado por un lado las experiencias y trabajos existentes a nivel internacional sobre fotogrametría de objeto cercano y visión artificial; y por otro la oferta actual en el mercado de cámaras compactas y su adecuación a la metodología que se pretende implementar; para finalmente estudiar el software fotogramétrico disponible tanto en su versión comercial como no comercial. Tras este análisis se ha convenido que el sistema para la toma de datos se debe componer de cinco cámaras compactas en las que 4 forman un cuadrado con líneas base de 30 cm entre las mismas, mientras que quinta cámara se situaría en el centro de este cuadrado, separada 21,21 cm de las otras cuatro. La calibración para obtener los parámetros de orientación interna de cada cámara, se propone que se realice de forma individual, utilizando para ello el método de autocalibración con un gran número de puntos de apoyo. Por otra parte, para obtener la orientación relativa del sistema, se propone una calibración conjunta de las cámaras que forman el mismo. En el presente trabajo se describe el diseño y la metodología de captura de la información. Finalmente se representa el flujo de trabajo que ha de desarrollarse en las tareas de calibración descritas anteriormente de manera que los parámetros de orientación externa e interna estén controlados en todo momento.

3. CONCLUSIONES

Tras una revisión y descripción de los programas informáticos que permiten obtener representaciones tridimensionales, centrándose principalmente en software de código abierto o no comercial, se analizan las fases de tratamiento de datos, desde la calibración individual (se propone el uso de OpenCV y Matlab Calibration Toolbox) hasta el manejo de nubes de puntos (proponiendo una metodología con MeshLab y CloudCompare). Para completar el estudio se realizaron dos pruebas: una de laboratorio, con la que se pretendía comparar las precisiones de una cámara compacta frente a una DSLR en la obtención de modelos 3D; y otra en el Museo Arqueológico Nacional (MAN), para comprobar la viabilidad de esta metodología en grabados prehistóricos con una hendidura mínima. En la prueba de laboratorio se confirmó la viabilidad de la utilización de cámaras compactas en este tipo de trabajos al ofrecer unos resultados no

excesivamente inferiores a los que se pueden obtener con una cámara DSLR. Con la prueba realizada en el Museo Arqueológico Nacional se obtuvieron resultados sobre grabados reales, obteniéndose modelos 3D de una precisión apropiada para la mayoría de trabajos de este tipo.

Finalmente, tras haber analizado las diferentes técnicas utilizadas para la documentación y obtención de modelos tridimensionales de petroglifos, se efectua una propuesta de metodología para el uso de estas técnicas. Tras las pruebas experimentales realizadas las conclusiones y recomendaciones metodológicas para futuros estudios relacionados con el tema tratado fueron las siguientes: la prueba de laboratorio ofrece diferencias superiores a 1 mm en varias zonas del modelo a representar, entre los resultados de las dos cámaras, diferencias que podrían indicar la necesidad de utilizar una cámara compacta que ofrezca una calidad superior a la utilizada en el experimento.

Otro de los aspectos de relevancia en este ensayo es la necesidad de adecuar el proceso de calibración para cámaras compactas con zoom, cuya focal varía al apagarse y encenderse. En estos casos, los parámetros de calibración varían en cada proceso de encendido, por lo que habría que estudiar la necesidad de realizar calibraciones in situ en lugar de hacer una calibración previa en laboratorio. Para ello, resultaría adecuado un estudio de la variación de los IOPs en cada encendido/apagado en la cámara a utilizar.

En la prueba realizada en el MAN se comprobó la calidad de los modelos que se pueden llegar a ofrecer con la utilización de la fotogrametría de objeto cercano y su idoneidad incluso con piezas como las analizadas, donde los grabados tenían escaso relieve.

En el póster se describe la metodología propuesta, las pruebas experimentales realizadas y los resultados obtenidos en las mismas.

MOTIVATING KNOWLEDGE WORKERS: THE CHALLENGE FOR THE 2050s

Paz Morer Camo*, Itziar Gonzalez Zuazo

Departamento de Ingeniería Mecánica, Tecnun, Universidad de Navarra

P. Manuel de Lardizábal 13, 20018, San Sebastián-Donostia, Gipuzkoa

*pmorer@tecnun.es

1. INTRODUCCIÓN

Datos volcados por el Padrón en España, realizado en el 2009, arrojaban que las personas mayores de 65 años representaban el 16,6% del total. Los estudios estadísticos indican que la estructura de edad envejecerá de forma acelerada e intensa. Se prevé que para el 2050 haya el doble de personas mayores respecto al número de niños. Estos datos nos llevan a una reflexión.

Se desea ver a las personas mayores, no como un sector social improductivo asociado al gasto social, sino como un periodo lleno de oportunidades y significativamente activo. Los cambios de actividad que se producen han sido estudiados por la Teoría de la Desvinculación (Cumming y Henry, 1961) y la Teoría de la Actividad (Neugarten, Havighurst y Tobin, 1961). La primera supone un progresivo abandono de una gran proporción de las actividades que anteriormente formaban parte del patrón normal de actividad diaria, y un proceso de desvinculación paulatina entre el individuo y la sociedad; la segunda defiende que la capacidad de permanecer activo es una de las condiciones fundamentales para vivir con éxito la jubilación y el envejecimiento. Por lo tanto, la satisfacción de las personas mayores estará positivamente relacionada con el número de actividades en las que participen.

2. DESARROLLO

Hasta ahora se han estudiado aspectos relacionados con la salud, el apoyo a la vida independiente, los hábitos sociales, el ocio, pero no se ha estudiado la fuerza que supone este grupo de personas en el trabajo. El estudio realizado se enmarca dentro de la estrategia promovida por el Gobierno Vasco para aprovechar el potencial de las personas y las relaciones que se establecen entre ellas, siendo el "conocimiento": la materia prima; la "cooperación": la filosofía de trabajo; y la apertura al cambio. Se trata de no perder ese conocimiento que han adquirido las personas a lo largo de su trayectoria profesional, conocimiento que implica un cambio, un crecimiento y un enriquecimiento interior beneficioso para la empresa o institución para la cual trabajan, resultando ser un "capital de conocimiento". Esto exige una profunda transformación del modelo de organización de nuestra sociedad. Conlleva la prolongación de la edad de la jubilación, o la búsqueda de trabajos part-time, u otras formas nuevas de mantener la conexión con las empresas e instituciones para las que han estado trabajando.

Sin embargo, con la edad llegan cambios físicos, psicológicos, por lo que el lugar de trabajo debe adaptarse con el fin de atender a las necesidades y aptitudes del trabajador de mayor edad. Pero no sólo este sector impulsa un nuevo diseño del lugar de trabajo, sino que las nuevas generaciones traen consigo nuevos estilos de trabajo, nuevas tecnologías, nuevas formas de interactuar. Se apuesta por el diseño de un lugar de trabajo en el cuál se tiene en cuenta las herramientas utilizadas, el apoyo tecnológico, las herramientas de comunicación, la configuración del entorno, los datos antropométricos.

3. CONCLUSIONES

Para ello se han estudiado los factores que lo afectan atendiendo a aspectos ergonómicos físicos, cognitivos y emocionales. La figura siguiente muestra la relación de estos factores:

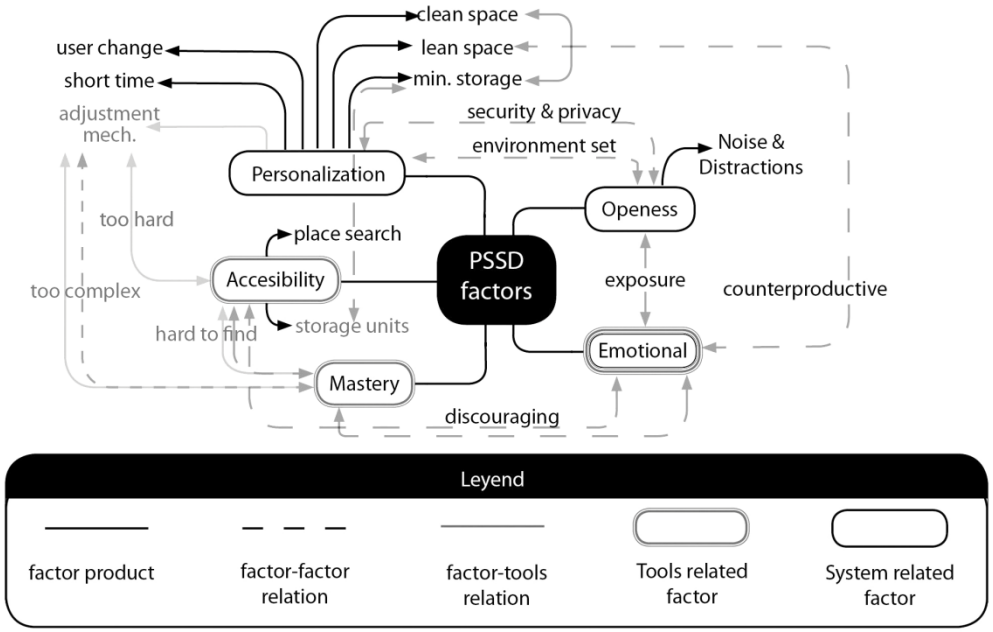


Figura 1: Relación de factores físicos, cognitivos y emocionales

A la luz de estos resultados, se puede concluir que el diseño de un espacio de trabajo más inclusivo, abre una amplia gama de posibilidades de mejora expuestas, donde las contribuciones a hot-desking y al Open Space son las más desafiantes y relevantes.

REPRESENTACIÓN DIGITAL DE PIEZAS ARQUEOLÓGICAS: MODELADO 3D, RÉPLICAS Y MÉTRICA

Pablo Roces Coto[1*], Dra. Mercedes Farjas Abadía[1], Dr. Sabah Jasim[2]

1) ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad de Madrid. Campus SUR de la UPM. Ctra. Valencia Km. 7. 28031 Madrid, España.

2) Department of Culture and Information of Sharjah. Directorate of Antiquities. P.O. Box 5119, Sharjah. U.A.E.

*p.roces@outlook.com

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la documentación digital de piezas arqueológicas, el modelado tridimensional de las mismas resulta una posibilidad en auge y que cada vez se encuentra más extendida. Existen múltiples metodologías de modelado 3D, pero las dos principales son el uso de fotogrametría de objeto cercano (mediante la toma de fotografías convergentes) y la tecnología láser escáner 3D. Cada una con sus características propias y únicas, se contrastó la calidad final de los modelos obtenidos de una serie de piezas arqueológicas pertenecientes a yacimientos del emirato de Sharjah, Emiratos Árabes Unidos; obteniendo una serie de mapas de diferencias que muestran las zonas más conflictivas de unos modelos frente a otros. Se demostró que las posibilidades de la fotogrametría de objeto cercano, aunque óptimas, resultan de una calidad inferior a los modelos obtenidos con tecnología láser escáner 3D. Mientras el primero ofrece una precisión en el entorno del milímetro con procesamiento manual; la segunda asegura una precisión nominal de 0.2 mm. Esta precisión es también la prometida por la mayoría de las impresoras 3D actuales. La impresión 3D, con su abaratamiento de costes actuales y sus enormes posibilidades, se muestra como una gran solución en la documentación de piezas

arqueológicas, pudiendo distribuirse los modelos 3D obtenidos por los métodos expuestos a cualquier parte del mundo y obtener una réplica tridimensional física. Pero para saber si las réplicas 3D son lo suficientemente precisas como para realizar análisis métricos posteriores de éstas, se pone en duda si las impresoras 3D cumplen las precisiones nominales prometidas a priori. Para ello, se utiliza la tecnología láser escáner 3D para obtener modelos digitales de las réplicas impresas previamente (una con aplicación de texturas y la otra sin ella), y del mismo modo que se contrastaron los modelos tridimensionales obtenidos por diferentes metodologías, obteniendo mapas de diferencias de alta precisión, se comparan los modelos de las réplicas frente a los modelos originales de los que fueron impresos. Los resultados muestran que las impresiones 3D no son réplicas perfectas de sus modelos originales y que, por ejemplo, la réplica sin texturas resulta unas décimas de milímetro más grande que su modelo original; mientras, que la réplica con texturas, todo lo contrario. De todos modos, las diferencias siempre se encuentran en el entorno de los 0.2 mm, precisión nominal tanto de la tecnología láser escáner 3D empleada como de la impresión 3D, por lo que se confirma la impresión 3D como un método idóneo para el análisis métrico posterior de piezas arqueológicas, sin la necesidad de la manipulación directa de las piezas originales.

2. ANTECEDENTES

La musealización digital de piezas arqueológicas se trata técnica cada vez más común en el ámbito general de los museos, así como de la difusión cultural a nivel global. Para la realización de modelos 3D de cualquier tipo de objeto existen dos técnicas principales. La primera, es la fotogrametría de objeto cercano. Se denomina fotogrametría a la obtención de información métrica a partir de fotografías de objetos o del terreno y es una técnica que se ha utilizado desde hace mucho tiempo en el ámbito de la topografía para la obtención de información de grandes superficies del terreno. Al concretarse que se trata de fotogrametría de objeto cercano, se refiere a que estas mismas técnicas pueden ser aplicadas sobre objetos de tamaño menor y de pequeña distancia a los puntos de captura de fotografías. Si se quiere obtener un modelo tridimensional completo de un objeto, se recurre habitualmente a la técnica de toma de fotografías convergentes. Como su propio nombre indica, se realizarán una serie de fotografías alrededor del objeto, permaneciendo este inmóvil en el centro, y gracias al recubrimiento de las tomas (zonas en común entre las diferentes fotografías), se puede calcular la posición relativa tanto de los centros de las tomas de captura, como del propio objeto, obteniéndose así el modelo 3D del mismo. La ventajas principales de esta metodología es que no requiere un equipo

especializado, ya que la cámara utilizada para la toma puede ser una cámara comercial, siempre que se encuentre convenientemente calibrada métricamente. Las precisiones nominales esperadas son de 1 mm con procesamiento manual.

Por otro lado, la otra posibilidad, más actual y más moderna, es el uso de técnicas de láser escáner 3D. Su funcionamiento se basa en la emisión de pulsos o patrones láser que se reflejarán sobre el objeto a modelar y serán capturados de nuevo en su retorno. Los equipos láser escáner 3D pueden ser clasificados en varios niveles: el primero, equipos aerotransportados o terrestres, siendo los últimos los más apropiados para el trabajo con piezas arqueológicas de tamaño reducido; el segundo, dentro de los terrestres, los equipos podrán ser estáticos o dinámicos; y el tercer y último nivel, depende de la técnica utilizada para el cálculo de la posición tridimensional de los puntos medidos sobre el objeto. El equipo utilizado en este trabajo obtiene esta información mediante triangulación óptica, que calcula la distancia al objeto mediante trigonometría por la configuración triangular formada por el emisor, el objeto a medir y el receptor de los haces láser. Su precisión nominal será de 0.2 mm.

Gracias a la colaboración del Museo Arqueológico de Sharjah, en Emiratos Árabes Unidos, se planteó la posibilidad de contrastar los resultados de modelos 3D obtenidos por ambas metodologías de una serie de piezas arqueológicas datadas entre el milenio III a.C. hasta el siglo II d.C. A partir de los modelos 3D obtenidos por láser escáner de una de las piezas, se realizan dos réplicas por impresión 3D, una a color y otra en blanco. Con el fin de comprobar la precisión nominal prometida por la impresora, se plantea realizar escaneos de las réplicas para llevar a cabo un análisis métrico frente al modelo original del que partieron las impresiones, así como entre las propias réplicas.

3. CAPTURA Y GENERACIÓN DE LOS MODELOS 3D

3.1. FOTOGRAMETRÍA DE OBJETO CERCANO

Dos piezas arqueológicas fueron capturadas por esta metodología: una vasija de cerámica del siglo II d.C. y un cuenco de piedra del milenio I a.C. El proceso de captura de las tomas convergentes comenzó con la habilitación de una base especial sobre las que situar las piezas, llena de dianas que permitieran identificar puntos homólogos entre las diferentes tomas de manera sencilla y sin alterar la propia superficie de las piezas, ya que es delicada. Del mismo modo, se incluyeron elementos auxiliares como reglas y escalímetros que también facilitaran la identificación de puntos y al mismo tiempo, permitieran dotar de una escala al modelo final. En

la figura 1 puede verse tanto la plataforma supletoria comentada, así como las dos piezas arqueológicas modelizadas.

Figura 1. Dos de las fotografías empleadas para la generación de los modelos 3D por fotogrametría de objeto cercano

Para cada una de las piezas se tomaron un total de 16 fotografías en 360º, con una separación entre tomas de 22,5º aproximadamente asegurando el máximo recubrimiento posible entre éstas. Para las tomas, se empleó la cámara semi-métrica Canon EOS 5D Mark II, sujeta sobre trípode y con la configuración fija que se puede ver en la tabla 1. La cámara fue calibrada previamente para asegurar la máxima precisión en los modelos 3D.

Parámetro	Focal (objetivo)	Distancia de enfoque	Tipo de enfoque	Tiempo de exposición	Apertura de sensor	Valor ISO
Valor	35 mm	4 mm aprox.	Puntual	1/30	F 5.0	ISO800

Tabla 1. Configuración de la cámara durante la toma de fotografías

Una vez realizadas las fotografías, estas son introducidas en el software conveniente para su procesamiento. La generación de los modelos 3D comienza por la identificación de puntos comunes entre las tomas para la orientación relativa de las fotografías. El número mínimo de puntos a identificar serán 3, para poder solucionar la ecuación de la posición espacial, pero se recomienda el uso de un número mayor de puntos, para poder llevar a cabo ajustes mínimo cuadráticos mediante el uso de información redundante. Una vez que las fotografías se encuentran orientadas o alineadas, se procede a la identificación de puntos, líneas, curvas y superficies sobre la propia pieza arqueológica, que irán conformando el modelo 3D final. En todo momento se habla de un procesamiento manual, ya que se realizaron pruebas con procesos automáticos que no ofrecieron resultados óptimos, por lo que fueron descartados. En la figura 2 se muestran los modelos tridimensionales obtenidos.

Figura 2. Modelos 3D obtenidos por fotogrametría de objeto cercano

Ya que las tomas se encuentran a una distancia corta, la profundidad de la propia pieza arqueológica resulta relevante en la resolución de los modelos, que será aproximadamente de 0.5 mm. Las precisiones finales de los modelos resultaron en 1.4 mm para la vasija de cerámica y 1.25 mm para el cuenco de piedra.

3.2. LÁSER ESCÁNER 3D

Mediante la tecnología láser escáner 3D se capturaron un total de 5 piezas arqueológicas: las dos piezas realizadas mediante fotogrametría, un cuenco del milenio III a.C. y las dos réplicas impresas tridimensionalmente de este último cuenco. El equipo láser escáner 3D empleado para la toma de la información es NextEngine 3D Scanner HD. El proceso de escaneo es sistemático

para todas las piezas y se deben elegir una serie de parámetros como distancia de escaneo, densidad de puntos, tipo de rotación de la pieza y número de divisiones en caso de rotar. El escáner es fijo, pero cuenta con una plataforma encargada de rotar la pieza a escanear, la cual también se encontrará parada mientras el equipo emite y recibe los haces láser. Mediante pruebas previas se fijó una metodología para la selección de los parámetros óptimos en la que se concluyó que 8 es número de divisiones óptimas para escaneos de 360º, así como que dependiendo del tamaño de la pieza, la nube de puntos podrá ser más densa o menos. En piezas pequeñas, como el cuenco del milenio III a.C. y sus réplicas se alcanza una densidad de 10000 puntos/pulgada^2, y las piezas de mayor tamaño, 2000 puntos/pulgada^2. Con un único escaneo no será posible captar la totalidad de la pieza, por lo que serán necesarios más, quedando el número medio de escaneos de las piezas en 5, pudiendo ser menor o mayor dependiendo de la complejidad de la pieza. En la figura 3 se pueden observar algunas fotografías tomadas durante el proceso de escaneo de alguna de las piezas.

Figura 3. Escaneo de la vasija del siglo II d.C. (izq.) y de la réplica en blanco del cuenco del milenio III a.C. (dcha.)

La generación de los modelos 3D finales pasa por el alineamiento de los diferentes escaneos realizados a la pieza mediante la identificación de puntos homólogos sobre la misma, limpieza de elementos extraños o ajenos, fusión de las mallas de triángulos de los diferentes escaneos en una única y, finalmente, un refinado del resultado final si fuera necesario. Se trata también de un proceso sistemático y automatizado en su mayoría. Las precisiones finales de todos los modelos obtenidos son las siguientes: vasija del siglo II d.C., 0.23 mm; cuenco del milenio I a.C., 0.076 mm; cuenco del milenio III a.C., 0.102 mm; impresión 3D en blanco, 0.1 mm; y la impresión 3D a color, 0.1 mm. En la figura 4 se muestran algunos de los modelos obtenidos.

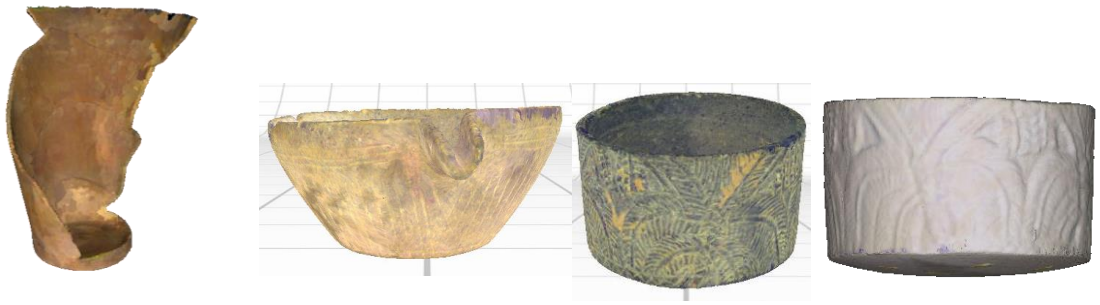


Figura 4: De izquierda a derecha, modelos 3D de la vasija del siglo II d.C., cuenco del milenio I a.C., cuenco del milenio III a.C. y la réplica blanca

4. MAPAS DE DIFERENCIAS Y ANÁLISIS MÉTRICO

La metodología de comparación de los modelos 3D se basa en la alineación de los mismos, que pese a sus diferencias serán lo suficientemente similares para esta acción, y el cálculo de las distancias perpendiculares a las superficies de un modelo respecto a otro. De este modo, se obtiene un mapa de diferencias 3D, el cual es proyectado sobre uno de los modelos con una escala de color falso para mejor apreciación de las diferencias.

4.1. LÁSER ESCÁNER 3D VS FOTOGRAMETRÍA DE OBJETO CERCANO

4.1.1. VASIJA DE CERÁMICA DEL SIGLO II D.C.

Las diferencias obtenidas para esta pieza se centran principalmente en las propias limitaciones de la realización de un modelo 3D fotogramétrico mediante un procesamiento manual. En la figura 5, en la que se muestran algunas de las vistas de las diferencias obtenidas, se aprecian ciertas zonas que hacen que el modelo fotogramétrico se muestre tirante con respecto al obtenido mediante tecnología láser escáner 3D por ser zonas con puntos identificados que no permiten un ajuste total a la superficie de la pieza arqueológica. Otras zonas conflictivas son los bordes superiores de la vasija, lo cual se debe a las propias limitaciones de ambas tecnologías: para la tecnología láser escáner 3D, se sufre el problema denominado de haz partido que implica una errónea medición de las distancias en zonas extremas de superficies; en el caso de los modelos fotogramétricos, el procesado manual dificulta la identificación de zonas límite de piezas si las fotografías no son del todo óptimas, y además tienen formas curvas.

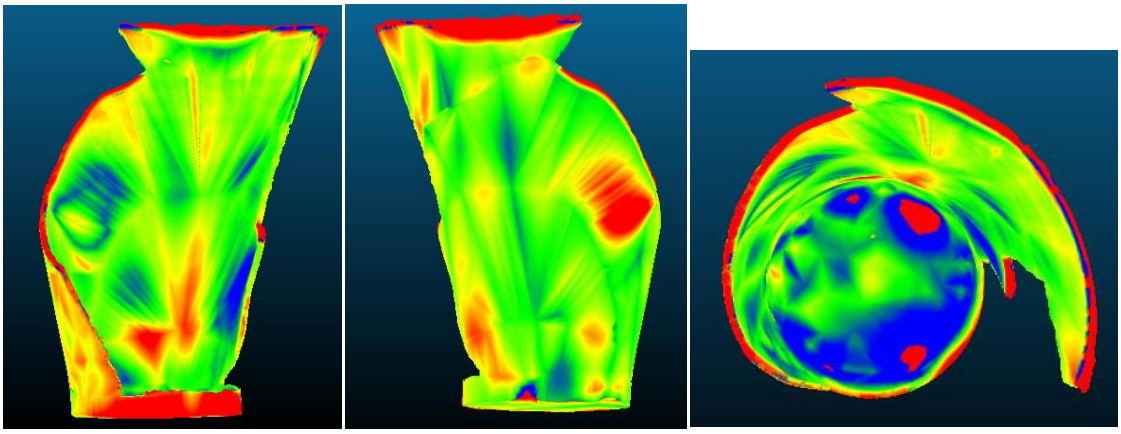


Figura 5. Vistas laterales y planta del mapa de diferencias para la vasija del siglo II d.C.

La escala correspondiente al mapa de diferencias puede verse en la figura 6, en la cual se muestra el histograma de las diferencias. A pesar de lo comentado, las diferencias no son muy significativas y se ajustan a los valores esperados. Las diferencias entre un modelo y otro se aproximan a una distribución gaussiana de media 0.06 mm y desviación estándar de 1.05 mm.

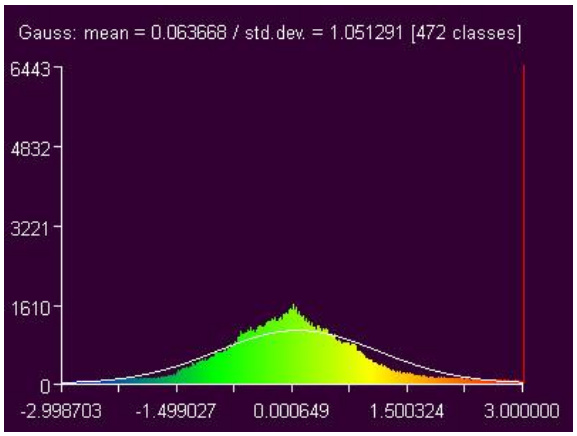


Figura 6. Histograma de diferencias de la vasija del siglo II d.C. y campana de Gauss

4.1.2. CUENCO DE PIEDRA DEL MILENIO I A.C.

Los mapas de diferencias obtenidos para esta pieza muestran unas diferencias mayores que para la pieza anterior. Los motivos vuelven a ser los mismos, a los que hay que añadir que las fotografías tomadas para el modelo fotogramétrico podrían haber sido más óptimas. Las diferencias se distribuyen de una forma más homogénea por toda la pieza, pero sus valores son superiores. Existen diferencias significativas en los bordes, así como en las caras internas del cuenco y su base, pero se aprecian buenos en resultados en las zonas más complejas de la pieza arqueológica.

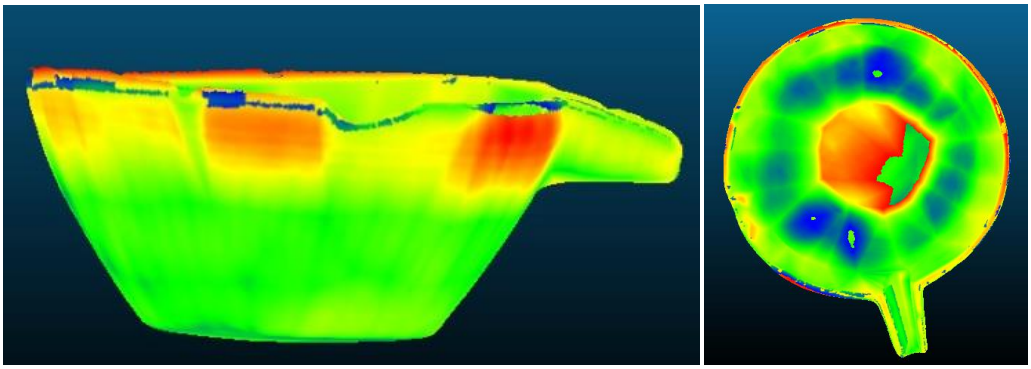


Figura 7. Perfil y planta del mapa de diferencias del cuenco del milenio I a.C.

En la figura 8 se muestra el histograma de las diferencias entre os modelos. De nuevo tiene una distribución normal, pero desplazada y con unos valores máximos y mínimos más extremos. La campana de Gauss que se podría aproximar a la distribución tiene una media de 0.43 mm y una desviación estándar de 1.45 mm.

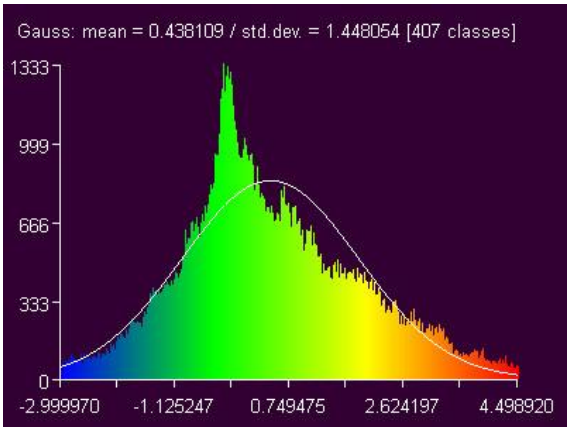


Figura 8. Histograma de diferencias del cuenco del milenio I a.C. y campana de Gauss

4.2. LÁSER ESCÁNER 3D VS IMPRESIÓN 3D

4.2.1. MODELO 3D ORIGINAL Y RÉPLICA A COLOR

Al ojo desnudo, la réplica a color parecía a priori tener un peor acabado que la blanca, porque los relieves exteriores del cuenco del milenio III a.C. parecían peor definidos. En la comparación entre el modelo original y la réplica a color se descubrió que las diferencias eran reales, pero no de relieve, sino que la totalidad de la réplica era de unas dimensiones ligeramente menores que el modelo original y de un menor grosor. En el relieve exterior y las caras interiores las

diferencias resultan homogéneas; la base resulta ligeramente mayor que la original y también los bordes superiores.

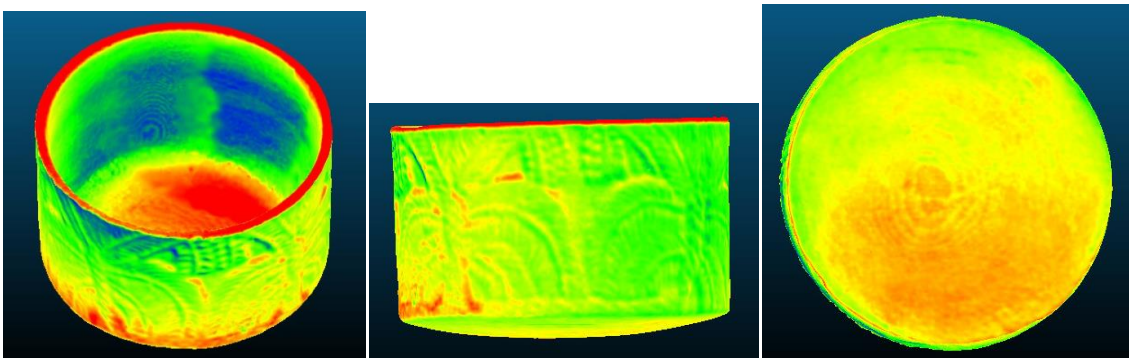


Figura 9. Vista isométrica, lateral y base para el cuenco del milenio III a.C. y la réplica a color

En la figura 9, para las diferencias de la base se aprecian las betas propias de la impresión 3D en capas. En la figura 10 se incluye el histograma para las diferencias, que tienen unos valores pequeños que en ningún caso alcanzarán el milímetro. De nuevo se puede considerar que las diferencias tienen una distribución normal de media -0.15 mm y desviación estándar 0.22 mm. Los valores son estadísticamente correctos sabiendo que la precisión nominal tanto del equipo láser escáner 3D como de la impresora 3D utilizada son de 0.2 mm.

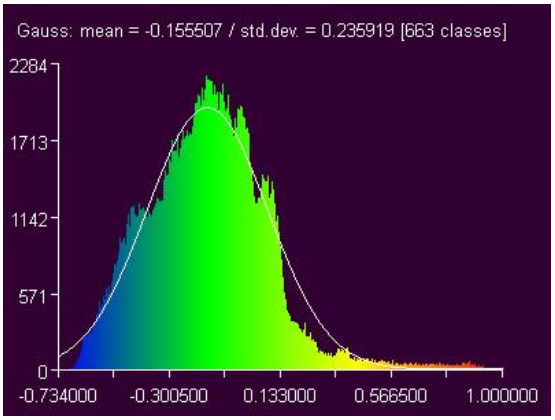


Figura 10. Histograma de diferencias del cuenco del milenio III a.C. y su réplica a color

4.2.2. MODELO 3D ORIGINAL Y RÉPLICA BLANCA

En este caso, se obtuvo el resultado totalmente opuesto al anterior: la réplica impresa tridimensionalmente es de un tamaño mayor que la original. En este caso las diferencias son más significativas y dificultan su análisis métrico, ya que existen diferencias positivas en las caras internas del cuenco y diferencias negativas en las caras externas debido a que el grosor es similar

a la pieza original pero las dimensiones generales son mayores. En la figura 11 también se aprecian unos pequeños recuadros que se tratan de dianas de papel ubicadas sobre la réplica para su procesamiento.

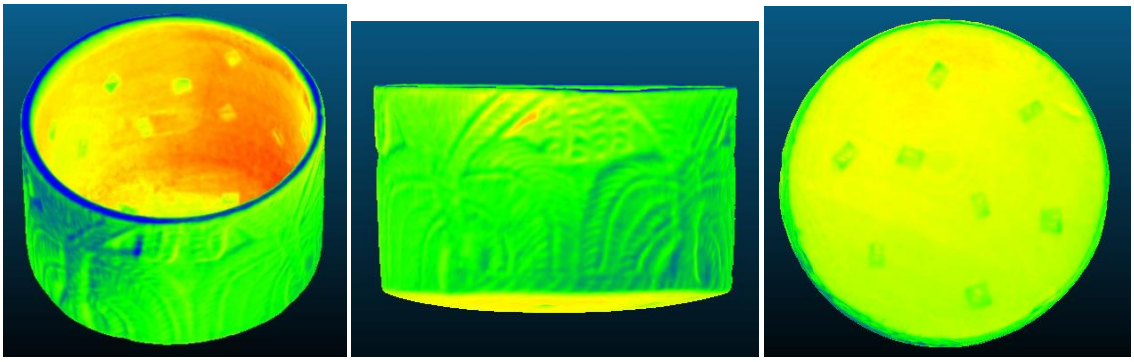


Figura 11. Vista isométrica, lateral y base para el cuenco del milenio III a.C. y la réplica blanca

En la figura 12 se muestra el histograma de las diferencias, en este caso sin campana de Gauss, ya que la distribución de las diferencias no se ajusta a una normal. Sí se puede apreciar que su comportamiento es simétrico a partir de diferencias cercanas a 0, lo que implica unas diferencias homogéneas en la totalidad de la pieza arqueológica, dentro del problema de dimensiones ya comentado. Las diferencias en su gran mayoría oscilan entre los 0.3 mm y en ningún caso superan el milímetro.

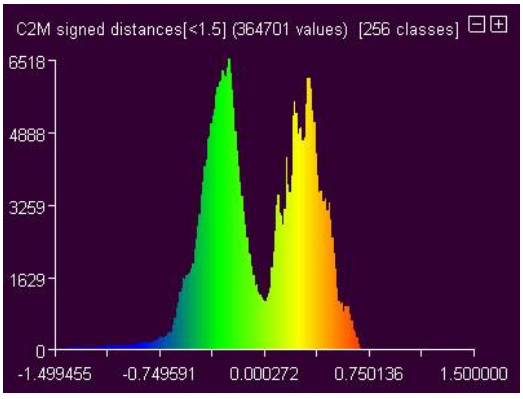


Figura 12. Histograma de diferencias del cuenco del milenio III a.C. y su réplica blanca

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En este trabajo se deseaba conocer las posibilidades de modelización tridimensional de piezas arqueológicas mediante dos metodologías diferentes: fotogrametría de objeto cercano y captura mediante tecnología láser escáner 3D. Las diferencias observadas en análisis posterior

de los modelos muestra que los obtenidos mediante láser escáner 3D son más fieles a las piezas originales, pero con unas diferencias que dependiendo del uso posterior de los modelos pueden ser más significativas o menos. Los modelos fotogramétricos mostraron un error de método, pero no de metodología, pudiendo haberse obtenido modelos más reales aprovechando las posibilidades de procesamiento automático actuales, pero que exigen un trabajo más minucioso en la toma de las fotografías. La toma de pares estereoscópicos en lugar de fotografías simples hubiese ayudado a tal fin. Por otro lado, los modelos 3D obtenidos mediante tecnología láser escáner 3D son de una gran calidad, asegurando precisiones cercanas a la décima de milímetro en la mayoría de casos, pudiendo obtenerse hasta los más mínimos detalles de la pieza arqueológica a modelizar. Por lo tanto, se concluye que si se desea emplear los modelos en tareas de análisis métrico de alta precisión se opte por la tecnología láser escáner. Por otro lado, los modelos fotogramétricos pueden ofrecer resultados más que óptimos en tareas de difusión cultural, habituales en cualquier museo arqueológico, por la alta calidad con la que se capturan las texturas de la pieza. A favor de las posibilidades de la fotogrametría de objeto cercano también se ha de destacar que es una tecnología más accesible y de coste menor.

El segundo objetivo era analizar la calidad de las impresiones 3D de piezas arqueológicas y si se cumple la fidelidad prometida a priori. Se ha demostrado que las impresiones 3D no son réplicas perfectas de los modelos de los que parten, pero que sí se encuentran dentro de las precisiones nominales prometidas por los fabricantes. El propio láser escáner 3D tiene una incertidumbre de 0.2 mm, a la que hay que sumar de nuevo 0.2 mm de la impresión y, por último, otros 0.2 mm del reescaneo de las réplicas. Un total de 0.6 mm de diferencia que las impresiones 3D no alcanzan en ningún punto. No se apreció una relación directa entre la calidad de las réplicas y la presencia o no de texturas sobre las mismas, las diferencias entre las dos réplicas empleadas se deben a la aleatoriedad propia de la incertidumbre de la impresión 3D. Por lo tanto, se concluye que la impresión 3D de réplicas de piezas arqueológicas es una metodología totalmente válida a la hora de difusión de las piezas a nivel mundial, pudiéndose enviar los modelos digitales e imprimirse en cualquier parte del mundo; pero también que podrán emplearse para análisis métrico de precisión de las piezas sin manipulación directa de las piezas originales por la alta calidad y fidelidad a las piezas originales.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Luis Peña Serrano (Mayo 2012): *"Modelización tridimensional de piezas celtibéricas como método de documentación arqueológica".* Proyecto fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. España.

- José Ruiz Marín (Mayo 2013): *"Obtención del modelo tridimensional de dos fragmentos de globos de lava de la erupción volcánica submarina de la isla de El Hierro en 2011, mediante sistemas escáner láser 3D".* Proyecto fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. España.

- Jorge Félix Matesanz Vicente (Enero 2014): *"Musealización de piezas arqueológicas mediante tecnología de láser escáner 3D".* Proyecto fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid. España.

- José Luis Lerma García y Josep Miquel Biosca Tarongers (Septiembre 2008): *"Teoría y práctica del Escaneado Láser Terrestre. Material de Aprendizaje basado en aplicaciones prácticas".* Publicación preparada por el proyecto Herramientas de aprendizaje para el levantamiento tridimensional avanzado en la conciencia de riesgos (3DRiskMapping).

SIMULINK® 3D ANIMATION TOOLBOX PARA VISUALIZACIÓN DE ELEMENTOS DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Jaime Cifuentes Rodríguez[1*], Ramón Ángel Fernández Díaz [2], Miguel Carriegos Vieira[3]

1) Departamento de Tecnología Minera, Topográfica y Estructuras. Universidad de León.

2) Departamento de Ingenierías Mecánica, Informática y Aeroespacial. Universidad de León.

3) Departamento de Matemáticas. Universidad de León.

*jcifr@unileon.es

1. INTRODUCCIÓN

Los programas de simulación y visión tridimensional se han convertido en una herramienta fundamental en la docencia de las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura, sobre todo en aquellas materias en las que se precisa una visión espacial y tridimensional de los elementos involucrados [1]–[2]. Quizás el ejemplo más representativo dentro de las materias de formación básica es la Geometría Descriptiva [3] y en particular el Sistema Diédrico , por la representación independiente de las proyecciones de los elementos sobre planos ortogonales a los mismos.

Este trabajo presenta un modelo Matlab/Simulink® [4] que interactúa con un modelo VRLM [5] de realidad virtual 3D para representar de forma automática cualquier vista de rectas, planos y sus intersecciones, incluidas las proyecciones ortogonales (plantas, alzados y perfiles). Simulink

ofrece mayor facilidad de entrada y salida de datos que otros programas de representación 3D y permite mostrar gran cantidad de ejemplos diferentes desarrollando los modelos sólo una vez.

2. REPRESENTACIÓN CON MATLAB/SIMULINK

Para mostrar todo lo anteriormente expuesto proponemos la visualización de dos ejemplos muy comunes en el estudio de la Geometría Descriptiva como son la intersección de una recta y un plano, por un lado, y la intersección de dos planos, por otro. En ambos casos los planos están definidos mediante tres puntos no alineados y la recta por dos puntos no coincidentes.

La estructura básica de los modelos Simulink creados es la misma para ambos casos (figura 1).

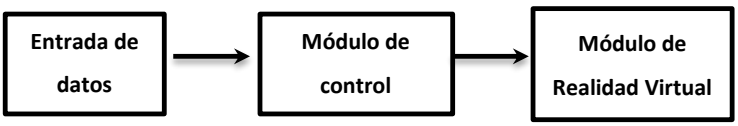


Figura 1. Estructura de los modelos Simulink.

El módulo de control (figura 2) calcula las posiciones del observador para obtener las diferentes vistas a partir de las coordenadas cartesianas de los elementos que se desea visualizar y que se incorporan desde el módulo de entrada de datos.

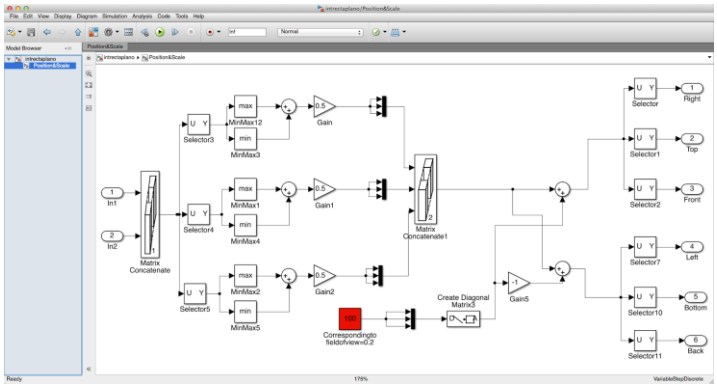


Figura 2. Módulo de control.

En concreto, el módulo de control calcula las posiciones del observador que dan lugar a las vistas de las seis proyecciones ortogonales sobre los planos que conforman el triedro de referencia. Dos de las coordenadas de cada posición del observador coinciden con el centro del conjunto de los elementos representados y la tercera coordenada está suficientemente alejada como para considerar que todos los rayos proyectantes son paralelos entre sí.

El módulo de realidad virtual (figura 3a) modifica el modelo VRL (figura 3b) con la información suministrada por el módulo de control y genera las representaciones gráficas de la solución al

problema. El visor de VRLM (figura 3c) permite que el usuario seleccione la vista deseada y que modifique la posición del observador en tiempo real. Para aumentar la sensación de realismo, nuestro modelo VRLM incluye una línea de horizonte y una fuente de luz cenital.

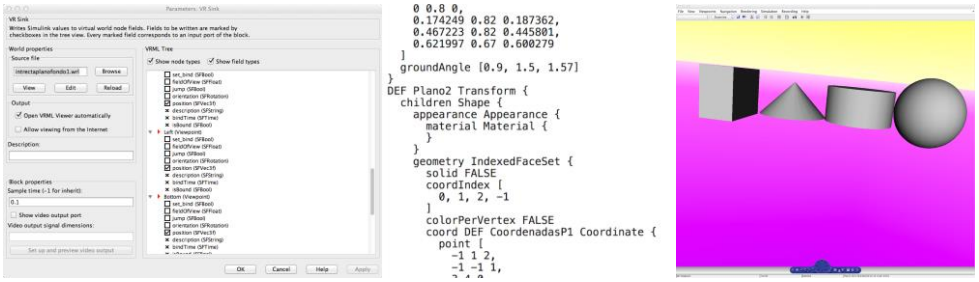


Figura 3. Módulo de realidad virtual (izquierda), archivo VRLM (centro) y visor de un modelo genérico (derecha).

3. EJEMPLOS DE MODELOS

3.1. INTERSECCIÓN PLANO-PLANO

En cada simulación el usuario ha de introducir las coordenadas de los tres puntos que definen cada uno de los planos. En la figura 4 se muestra el modelo Simulink desarrollado en el que los dos planos vienen definidos como:

α: A (0,0,0); B (12.5,20,15) y C (37.5,7.5,-6.25)

β: L (5,11.25,-7.5); M (40,18.75,7.5) y N (25,0,-17.5)

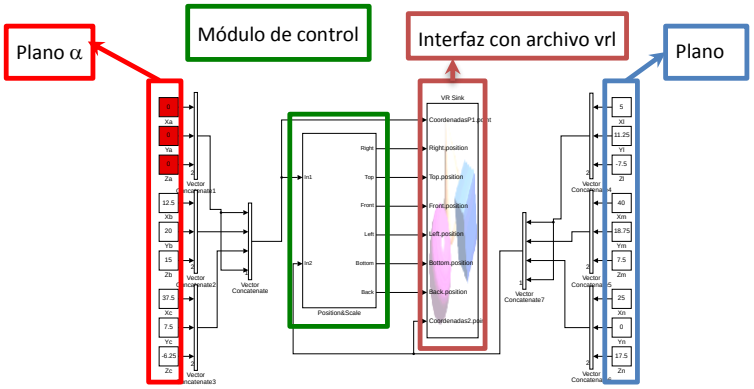


Figura 4. Estructura del modelo Simulink.

La figura 5 muestra las vistas ortogonales de la intersección proporcionadas por matlab .

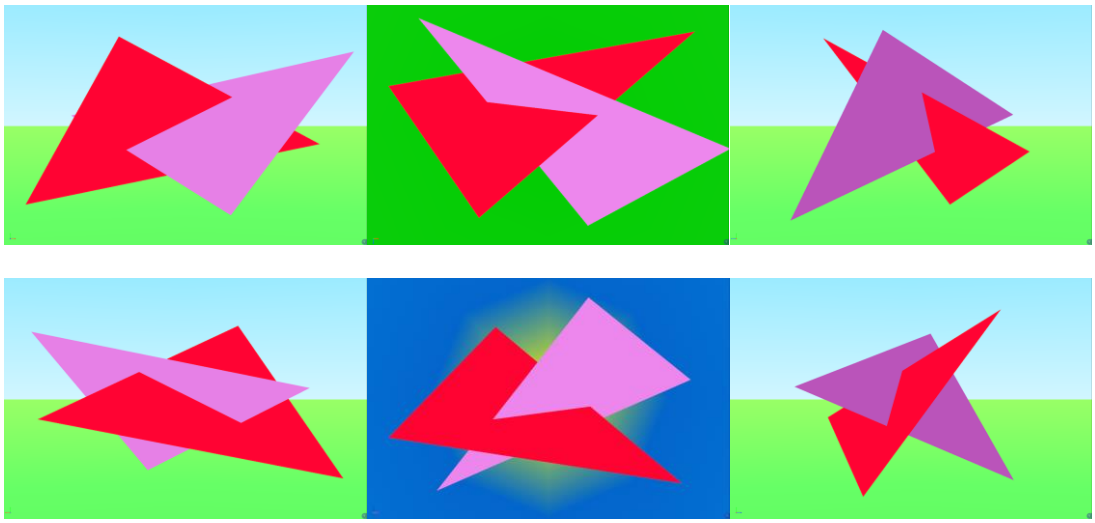


Figura 5. Vistas de los planos en realidad virtual (de izquierda a derecha y de arriba abajo): alzado, planta, vista derecha, alzado posterior, planta inferior y vista izquierda.

3.2. INTERSECCIÓN RECTA-PLANO

En este caso el plano viene definido por los puntos A (0,0,0), B (7,18,2) y C (20,6,-6), mientras que la recta está definida por los puntos M (-2,6,-7) y N (20,10,4). La representación de las vistas ortogonales generadas por el modelo Simulink se muestran en la figura 6.

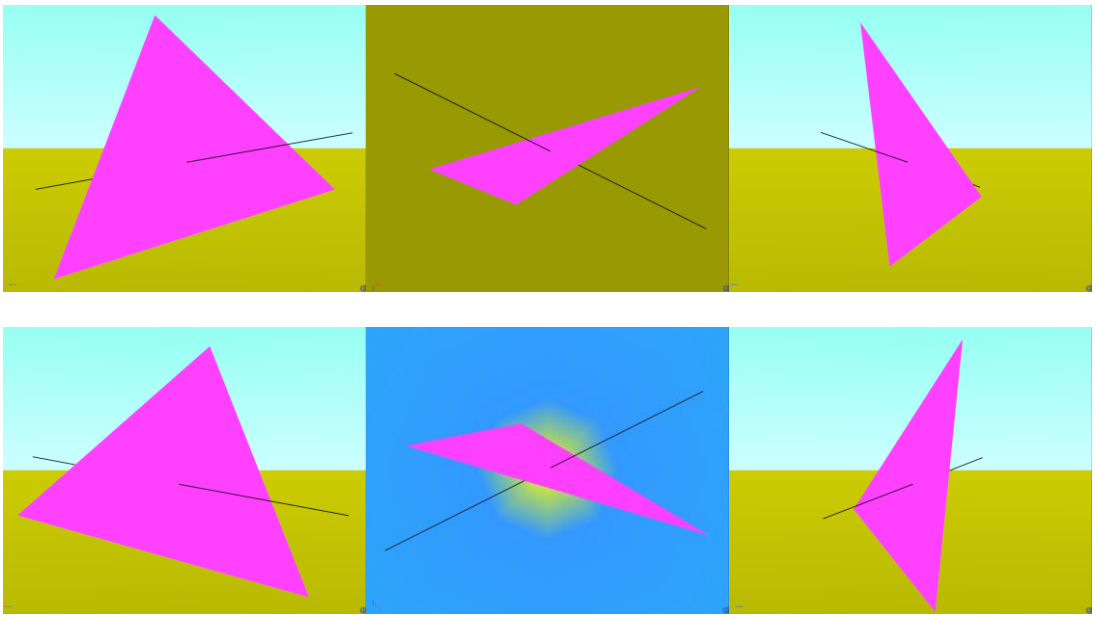


Figura 6. Vistas de los planos en realidad virtual (de izquierda a derecha y de arriba abajo): alzado, planta, vista derecha, alzado posterior, planta inferior y vista izquierda.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Herramientas de simulación matemática como Matlab y Simulink permiten representar elementos de Geometría Descriptiva cuando se combinan con la utilización de modelos de realidad virtual.

Hemos desarrollado un modelo VLRM para visualizar problemas de intersecciones de planos y rectas que, además, permite realizar modificaciones en tiempo real.

La continuación de este trabajo incluye aumentar el número de casos contemplados e incorporar el análisis matemático relacionado, presente en la enseñanza de la Geometría Afín y Euclídea.

Finalmente, se utilizarán los modelos para mejorar el aprendizaje de asignaturas de Geometría Descriptiva y Dibujo Técnico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ramón Rubio García, Javier Suárez Quirós, Ramón Gallego Santos, Santiago Martín González, Samuel Morán Fernanz, "*Interactive multimedia animation with Macromedia Flash in Descriptive Geometry teaching, Computers & Education*", Volume 49, Issue 3, November 2007, Pages 615-639.

- Francesco Di Paola, Pietro Pedone, Maria Rita Pizzurro, "*Digital and Interactive Learning and Teaching Methods in Descriptive Geometry"*, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 106, 10 December 2013, Pages 873-885, ISSN 1877-0428,

- B. Wellman, "*Geometría descriptiva"*, 1st ed. Barcelona: Reverté, 2003

- *MATLAB and Simulink 3D Animation* Toolbox Release 2013a, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States.

- Broll, W. and Koop, T. (1996). "*VRML: Today and Tomorrow"*. Computers & Graphics, 20(3), pp. 427-434.

INGEGRAF
ASOCIACIÓN DE PROFESORES DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

inter técnica, S.L.
LIBROS TÉCNICOS