

ACC3DE 2.0: HERRAMIENTA INTELIGENTE PARA EL DIAGNÓSTICO Y EL APOYO A LA TOMA DE DECISIONES PARA LA ACCESIBILIDAD EN EL PATRIMONIO ⁽²⁾

Aitziber Egusquiza Ortega

Arquitecta. Investigadora Unidad de Construcción y Desarrollo del Territorio
aegusquiza@labein.es

Labein - Tecnalia

Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 700, C/ Geldo, 48160, Derio, España

Teléfono. + 34 94 6073300

Fax. + 34 94 6073349

Rolando Biere Arenas

Arquitecto. Investigador del Centro de investigación de Política de Suelo y Valoraciones
rolando.mauricio.biere-arenas@upc.edu

Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. CPSV. UPC

Av. Diagonal 649, 4ª Planta, 08028, Barcelona, España

Teléfono. + 34 93 4016396

Fax. + 34 93 6660960

Palabras clave: Patrimonio Accesible, Bases de datos, SIG, multicriterio, PATRAC

(2) Esta ponencia se desarrolla como parte de las investigaciones realizadas el marco del Proyecto PATRAC. "Patrimonio Accesible: I+D+i para una Cultura sin Barreras", financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, MICINN, en la Convocatoria de Concesión de Ayudas del Programa Nacional de Proyectos de cooperación público-privada en el Subprograma de apoyo a Proyectos Singulares Estratégicos del año 2006 y siguientes. (PS-380000-2006-2).

Resumen

Uno de los objetivos de la conservación del patrimonio cultural es el disfrute por parte de la comunidad de sus valores y una de las condiciones para conseguir esa conservación debe ser necesariamente la implicación de la población. Sin embargo, esto puede resultar difícil, si parte de esa población no tiene asegurado el acceso a entornos patrimoniales debido a su bajo nivel de accesibilidad. Dotar de una accesibilidad universal al patrimonio que permita su contemplación, disfrute y captación de forma no discriminatoria, no es una tarea fácil, ya que las mejoras de accesibilidad son especialmente difíciles de implantar en entornos que fueron construidos hace varios siglos con criterios muy diferentes a los actuales y con fuertes restricciones debido a su carácter histórico y/o protegido. Aunque la razón principal que impide avanzar en este objetivo a menudo es la actitud escéptica o de abierto rechazo que se apoya en criterios de conservación o en razones económicas.

Son necesarias, por tanto, herramientas que posibiliten un diagnóstico sistemático y preciso del nivel de accesibilidad en el patrimonio, y que aseguren que la elección de las intervenciones se guíe, además de por el criterio de mejora de la accesibilidad, por criterios como el de la conservación del edificio, el respeto a la normativa y el análisis de coste /beneficios.

Dentro del proyecto Patrac se ha desarrollado un prototipo de una herramienta de cálculo y visualización de la accesibilidad de edificios patrimoniales. La herramienta, llamada ACC3DE, es una herramienta de cálculo y visualización de la accesibilidad de edificios patrimoniales que implementa una metodología de diagnóstico que se alimenta de datos extraídos de forma semiautomática por medio de escaneo láser, y presenta la información de accesibilidad a nivel de rutas y elementos de ruta utilizando gráficos en 3D y explicaciones textuales. Esta herramienta permite, además, mostrar el diagnóstico de accesibilidad para diferentes discapacidades. Una vez posibilitado el diagnóstico, el siguiente paso es dotar a la herramienta de funcionalidades que permitan decidir, donde, cómo y cuándo hay que intervenir.

Este es el objetivo de la evolución de esta herramienta, ACC3DE 2.0, asistir al agente responsable de la intervención a la hora de decidir el tipo de intervención que mejore el nivel de accesibilidad, tomando en consideración criterios normativos, económicos y sobre todo de conservación y respeto a los valores patrimoniales. Estos criterios, aunque pueden entrar en conflicto ó ser incompatibles entre sí, se resuelven en el marco de la Toma de Decisiones bajo Multicriterio (MCDM), y aunque el problema no tiene por qué tener una única solución, si habrá soluciones con un peso similar (Óptimos de Pareto), por lo que la herramienta proporcionará un marco para la identificación de las soluciones más apropiadas, garantizando la intervención mínima para conseguir la accesibilidad.

La herramienta se completará con una toma de datos sistematizada que permite facilitar y hacer viable económicamente la recogida de todos los datos necesarios para la evaluación estricta de la accesibilidad, con el beneficio añadido de documentar las condiciones de accesibilidad originales y profundizar en el conocimiento del bien.

1. Antecedentes

La accesibilidad es una condición ineludible que deben cumplir todos los espacios, incluso los de valor histórico, para garantizar su uso y disfrute a todos los ciudadanos en igualdad de condiciones. Sin embargo, actualmente, no existen metodologías rigurosas ni herramientas que permitan diagnosticar y monitorizar esta condición y que guíen en el proceso de la puesta en marcha de soluciones para la mejora de la accesibilidad en el patrimonio. Frecuentemente se suelen utilizar para la evaluación de las condiciones de accesibilidad en el patrimonio metodologías simplistas que no tienen en cuenta las características y restricciones del patrimonio construido. El resultado de estos diagnósticos y de la falta de conocimiento de los técnicos responsables suele ser el diseño de soluciones poco eficaces y poco respetuosas con el patrimonio, o la decisión, apoyada en criterios de conservación o en razones económicas, de que la mejora de la accesibilidad es inviable.

En los últimos años se ha avanzado de manera notable hacia la integración de las personas con discapacidad en todos los ámbitos de la sociedad. A pesar de una extensa y variada normativa, la aplicación de los criterios de accesibilidad en la edificación no está asumida en nuestra sociedad como un todo coherente, lo que tiene como resultado el bajo grado de accesibilidad existente actualmente en nuestro entorno construido y que se ve acentuado en los bienes patrimoniales.

Esta situación limita a una gran parte de la población la posibilidad de ampliar su desarrollo cultural y personal de forma considerable, así como su posibilidad de acceder a edificios públicos, como son la mayoría de los que constituyen el Patrimonio Cultural, vulnerando así la igualdad de oportunidades promulgada por la ley 51/2003 de Igualdad de Oportunidades, No Discriminación y Accesibilidad Universal de las personas con discapacidad (2/12/2003) LIONDAU.

La Ley de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal para Personas con Discapacidad, que se encuentra en vigor desde finales del 2003, obligará, a partir del año 2019 a cumplir unas condiciones básicas de accesibilidad para todos aquellos espacios públicos urbanizados y edificios existentes que sean susceptibles de ajustes razonables. Es necesario, por tanto, generar el conocimiento y desarrollar las herramientas que posibiliten el cumplimiento de esta obligación de forma respetuosa con la idiosincrasia y los valores del Patrimonio Cultural Español y respetando los criterios de intervención existentes en la Ley de Patrimonio Histórico Español.

La mejora de la accesibilidad en entornos históricos no es una tarea fácil, sin embargo dentro del proyecto PATRAC se están generando una serie de metodologías, criterios, protocolos y herramientas que lo posibilitan. Sin embargo, de nada sirve este avance en el conocimiento si no se hace accesible a los responsables de diseñar y planificar las actuaciones. La razón del bajo nivel de accesibilidad a nuestro patrimonio viene, en muchos casos, del desconocimiento de estos responsables que se excusan en la preservación de la integridad y morfología del monumento o en argumentos económicos como razón para justificar la imposibilidad de facilitar el acceso a las personas con discapacidad.

En este sentido, algunos de los mayores obstáculos para la puesta en marcha de mejoras de accesibilidad en entornos construidos son:

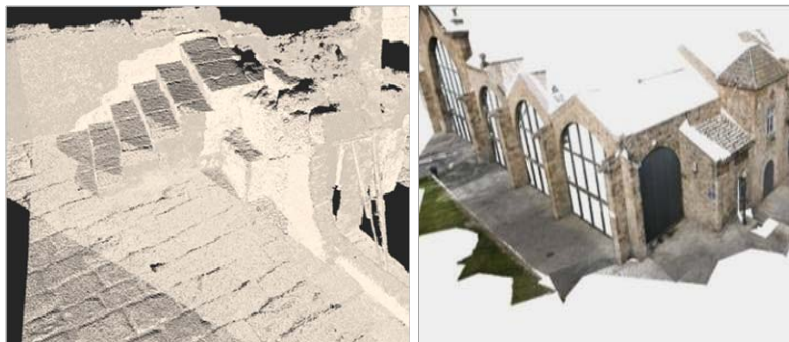
- No existen metodologías rigurosas para la evaluación y el diagnóstico de la accesibilidad en el patrimonio.
- Insuficiencia general de formación en temas de accesibilidad de los técnicos responsables de diseñar las intervenciones, y la casi inexistencia de esa formación en la aplicación a elementos patrimoniales.
- Dispersión del poco conocimiento y la información existente en el ámbito.
- Inexistencia de enfoques estratégicos que aborden de manera integral la mejora de la accesibilidad y no de manera fragmentada.
- Falta de objetividad en la evaluación de las diferentes alternativas posibles de intervención.

Previamente en el proyecto PATRAC se ha desarrollado la herramienta Acc3de 1.0, cuya principal finalidad fue la de elaborar un aplicativo de escritorio capaz de evaluar la accesibilidad en edificios patrimoniales, sobre rutas predefinidas en formato SIG con datos obtenidos desde nubes de puntos con Escáner láser terrestre, para lo cual se elaboró un prototipo sobre el museo Marítimo de Barcelona.

1.1 El escáner láser terrestre (TLS) y sus aplicaciones en patrimonio

El TLS es un instrumento topográfico que permite obtener, en un tiempo relativamente breve, gran cantidad de medidas en forma de millones de coordenadas espaciales en el sistema de referencia propio del instrumento. Con la repetición de las medidas, tomadas desde distintas posiciones sucesivamente y su posterior unión en un único sistema de referencia a través del reconocimiento de puntos homólogos, es posible obtener un modelo 3D de un entorno complejo. La nube de puntos global obtenida de la toma de datos de la realidad se complementa e integra con imágenes digitales a alta resolución y se optimiza para una mejor gestión de los datos.

Figura 1. Nubes de puntos en blanco y negro y con aplicación de color



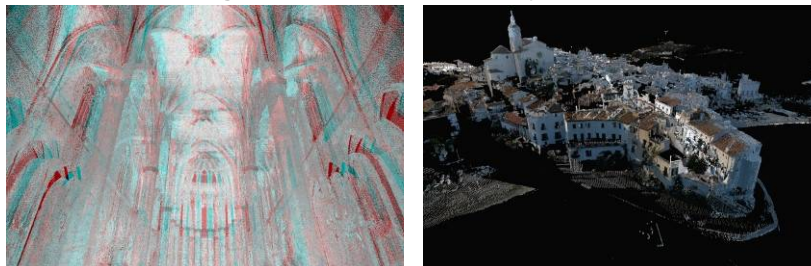
Fuente: Elaboración propia del Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad, LMVC,¹ de la Universidad Politécnica de Cataluña, UPC.

El levantamiento láser puede, así, ser distinguido de los levantamientos tradicionales por el tiempo en que se muestrea el mundo físico, ya que los dispositivos de escáner láser pueden hacerlo en tiempos que eran anteriormente imposibles de conseguir, dando por resultados datos de alta definición y que posibilitan generar bases de datos muy extensas. "El sistema láser escáner está compuesto por un láser y un escáner (con barrido horizontal y vertical). Utiliza las propiedades del láser de producir luz monocromática, coherente, intensa y sin dispersión; y un escáner para efectuar el barrido en líneas paralelas que completen la superficie a levantar." (BUILL y NÚÑEZ. 2008)

¹ El Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad fue creado en el año 2000, como iniciativa del Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV) y de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB), e impulsado por los departamentos de Construcciones Arquitectónicas I y de Expresión Gráfica en la Arquitectura. Su objetivo principal es ofrecer una integración de las nuevas tecnologías en el estudio, visualización y modelización de la ciudad. Desde su creación se han desarrollado, entre otras, tareas de investigación y desarrollo de usos y aplicaciones de la tecnología de láser escáner i SIG en el registro del Patrimonio Arquitectónico. (<http://www-cpsv.upc.es/lmvc/index.htm>)

Considerando la alta precisión de esta tecnología y la calidad de la información de las nubes de puntos, es que se ha demostrado su gran utilidad en los procesos de reproducción del patrimonio urbano, arquitectónico y arqueológico y prueba de ello son las experiencias desarrolladas desde el LMVC. (Fig.2)

Figura 2. Modelos de la Iglesia Santa maría del Mar y del centro histórico de Sitges



Fuente: Elaboración propia del Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad, LMVC. Universidad Politécnica de Cataluña, UPC.

1.2 Los SIG y su aplicación en patrimonio

“A mediados del siglo pasado surge una corriente en el estudio de la Geografía que propone nuevos conceptos, métodos y técnicas de análisis que acabará conformando más tarde el llamado paradigma cuantitativo o de análisis espacial, principal fundamento teórico de los Sistemas de Información Geográfica”. (GARCIA y BIERE, 2004. Pág. 7) El principio básico de un SIG es el de relacionar elementos gráficos georeferenciados en el territorio con información alfanumérica específica y que permite vincular datos, relacionarlos entre sí y operar en un contexto espacial específico. La información del sistema está georeferenciada y se puede trabajar con información propia, así como vincularse, mediante conexiones con Servidores de Mapas Web (WMS)², con datos externos de carácter público, generalmente de instituciones relacionadas con diferentes aspectos de gestión del territorio.

Un SIG realiza la integración entre información espacial (coordenadas, localización, etc.) y características del elemento, así como relaciones geográficas y de interacción del elemento con su entorno. Es un sistema de información específico desarrollado para trabajar con datos georeferenciados en base a coordenadas geográficas - espaciales, en que el ámbito de la geografía es primordial, en tanto es necesario para estructurar la información y posteriormente desarrollar los análisis. Se puede decir que “un SIG es una base informatizada de datos que almacena, información cartográfica - territorial posibilitando conocer la ‘localización’ de elementos en el espacio y en relación con otros e información alfanumérica que entrega datos sobre las características específicas o atributos de los elementos identificados”. (GARCIA y BIERE, 2004. Pág. 23)

1.3 El desarrollo de Acede 1.0

La herramienta Acc3D3e se fundamenta en unos criterios de diagnóstico de accesibilidad definidos por expertos del proyecto y sobre una metodología que utiliza las nubes de puntos del escáner láser terrestre, los Sistemas de Información Geográfica y las bases de datos relacionales. Sus tres aspectos básicos son; Sistematización de toma de datos, Metodología de diagnóstico y Visualización y edición de información de rutas y elementos de diagnóstico.

1.4 Metodología de diagnóstico

La metodología de diagnóstico generada intenta superar algunas de las dificultades existentes al momento de implantar mejoras de accesibilidad en edificios y entornos patrimoniales. Una de las cuales es conseguir una mínima intervención, de manera haya la mínima alteración de los valores patrimoniales del edificio o entorno. Así ésta, se fundamenta en otras metodologías existentes y se plantea como una evolución de las mismas y su adaptación a la problemática específica de los entornos patrimoniales. Concretamente se ha trabajado con dos metodologías: BAM-POLIS (SAKKAS y PÉREZ. 2006) y el

² Acrónimo proveniente del término inglés *Web Map Servers*.

Método de Verificación de la Accesibilidad en los Edificios de Concurrencia Pública de Usos Docente y Residencial Colectivo Hotelero. (DEL MORAL. 2006)

Se utiliza una estructura adaptada de ambas metodologías, aplicadas específicamente a los aspectos patrimoniales y añadiéndole el valor patrimonial como valor crítico al momento de evaluar la accesibilidad. Se basa en entender el edificio como un proveedor de servicios que se conectan mediante rutas, que a su vez están compuestas por elementos predefinidos y la evaluación de la accesibilidad se calcula considerando el grado de accesibilidad de cada elemento, que entregará a su vez la accesibilidad de cada servicio y ruta.

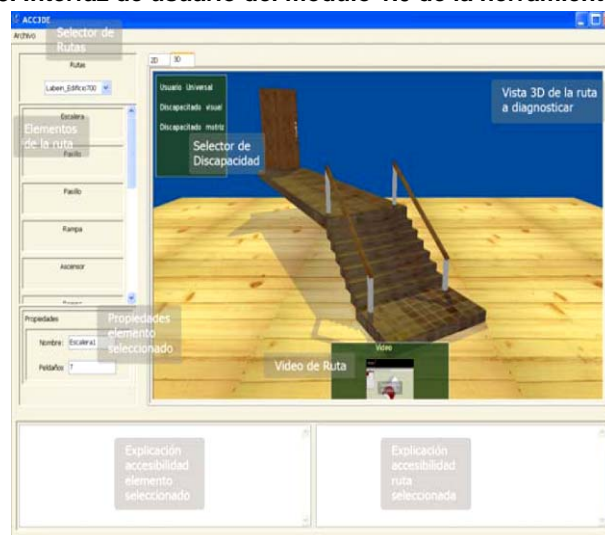
1.5 *Cálculo y visualización de la accesibilidad*

La utilización de la realidad virtual y de modelos 3D permite representar de una forma más intuitiva, fácil y atractiva la accesibilidad. El módulo de cálculo y visualización de la accesibilidad hace uso de los gráficos en 3D y 2D para mostrar al usuario una representación de la ruta, y la accesibilidad asociada a dicha ruta, para distintos tipos de discapacidades. El módulo de visualización y cálculo de accesibilidad se alimenta de la base de datos desarrollada, que contiene la información sobre las rutas, los elementos que forman cada ruta, y las características de accesibilidad de cada elemento.

1.6 *La interface gráfica de usuario*

En el contexto persona-ordenador, es la pantalla de visualización y de trabajo diseñada para el usuario y se fundamenta en el visor 3D, que consiste en la aplicación tecnológica interactiva que permite, mediante el uso y representación del lenguaje visual, una acción amigable con un sistema informático. Normalmente las acciones de trabajo se realizan mediante la manipulación directa para facilitar la interacción del usuario con el ordenador. En este caso, la representación de las rutas y su accesibilidad se realiza en el visor 3D, incrustado en la aplicación. Dicha representación es esquemática y lineal y la accesibilidad de ruta se representa mediante una línea que sigue el recorrido de la ruta. Dicha línea toma un color distinto en función de la accesibilidad acumulada en ese punto, y para el tipo de discapacidad seleccionado.

Figura 3. Interfaz de usuario del módulo 1.0 de la herramienta Acc3De



Fuente: Acc3De 1.0

El módulo de visualización 3D se acompaña de un mapa 2D que representa una vista en planta del edificio, sobre la que se presenta la ruta seleccionada para el diagnóstico de su accesibilidad. Esta información es accesible en todo momento a través de la pestaña correspondiente (2D). Además para cada ruta disponible se puede visualizar un vídeo que contiene un vuelo virtual a través de la misma.

2. Objetivos de la herramienta propuesta

La herramienta Acc3de 2.0 pretende cubrir estas carencias proporcionando al agente responsable de planificar las mejoras un marco decisor según criterios de accesibilidad universal, respeto al patrimonio y viabilidad económica, de acuerdo con las premisas y soluciones desarrolladas en el proyecto global. Esta herramienta pretende ser un instrumento para un acercamiento estratégico a la mejora de la accesibilidad en el patrimonio, facilitando criterios, conocimiento y herramientas que posibiliten una planificación integral de las actuaciones, que aseguren una intervención mínima imposible de garantizar si se abordan las mejoras de accesibilidad solo de manera puntual.

Un sistema de apoyo a la toma de decisiones es un sistema computacional interactivo diseñado para ayudar a los decisores usando tecnologías de la comunicación, datos, conocimiento encapsulado, modelos... para identificar y resolver problemas y tomar decisiones. Este subproyecto contempla como usuarios finales de este sistema a los agentes que tienen la responsabilidad de intervenir en el bien patrimonial y que, en consecuencia, deben tomar decisiones sobre los usos, actuaciones y mantenimiento de los mismos. Es por ello que uno de los objetivos de este proyecto es el de poner al alcance de personas no siempre familiarizadas con la accesibilidad los criterios, herramientas y datos necesarios para que puedan mejorar la accesibilidad eficazmente sin la inseguridad que añade el hecho de trabajar con conceptos ambiguos y en conflicto, como son la protección del patrimonio y la accesibilidad. Por esta razón, la herramienta y las funcionalidades implementadas se diseñaron para asegurar que un usuario no especialista en accesibilidad pueda entender claramente el proceso de toma de decisiones y pueda influir en el con su conocimiento del bien o su experiencia

3. El proyecto PATRAC

El proyecto "Patrimonio Accesible: I+D+i para una cultura sin barreras" arrancó en 2007, cuando se aprobó como uno de los Proyectos Singulares y Estratégicos del Ministerio de Educación y Ciencia. La idea del proyecto PATRAC surgió de las necesidades identificadas por la línea estratégica de patrimonio cultural de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción y su objetivo global es el desarrollo de estrategias, productos y metodologías para facilitar el acceso, contemplación y captación de contenidos del Patrimonio Cultural Español de forma no discriminatoria y que resulten compatibles con las exigencias del monumento. Todo ello partiendo de una estrategia de intervención en la edificación y el Patrimonio para su rehabilitación, conservación y explotación bajo el marco común del Diseño para Todos.

En el proyecto PATRAC se entiende por estrategia de accesibilidad al conjunto de medidas, protocolos y tecnologías de intervención sobre los Bienes de Interés Cultural orientados a proporcionar desde el origen de la actuación (rehabilitadora, conservadora o de preparación para su uso o visita) un diseño, servicio y gestión inclusivos para todas las personas.

La estrategia de accesibilidad que se pretende proponer mediante este proyecto, parte de la base de que las intervenciones que se efectúen deben de estar concebidas de forma que:

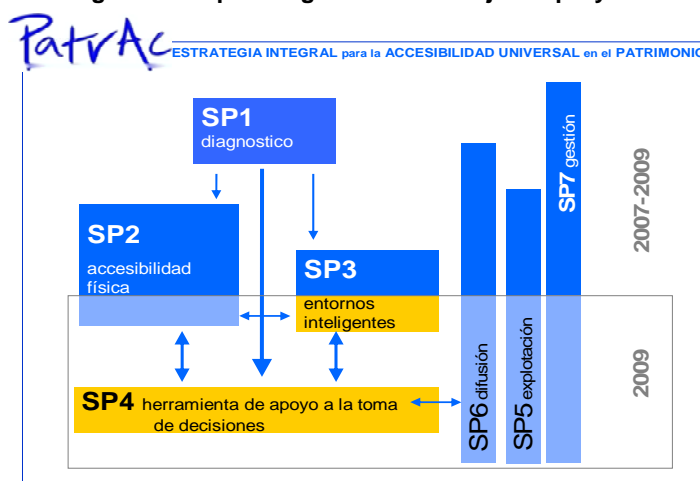
- Permitan la igualdad de condiciones para todos los colectivos con problemas de accesibilidad. Sean compatibles con la herencia cultural del patrimonio.
- Adquieran la mayor funcionalidad desde el punto de vista de la visita: movilidad, usabilidad, captación de información, seguridad.
- Contribuyan positivamente al mejor conocimiento y disfrute de todos los visitantes, así como a la eficiencia en la gestión y explotación del edificio/conjunto monumental.

En todo proyecto de rehabilitación es importante que los trabajos de mejora de la accesibilidad no se ejecuten de forma aislada, postergada o residual, sino que se enmarquen dentro de un proceso que parte del conocimiento y toma en consideración las características "funcionales" de las personas que visitarán el edificio o conjunto monumental. Esto implica contemplar el ciclo de vida completo de las personas (niños, adultos, ancianos), sus limitaciones (temporales y discapacidades) y su diversidad (diferencia de fuerza, resistencia o destreza). Estos condicionantes inherentes a la diversidad humana deben ser tenidos en cuenta o interiorizados a lo largo del proceso de rehabilitación, preparación y diseño para la

“visitabilidad” del edificio o conjunto monumental. La estrategia de accesibilidad no se puede simplificar como la incorporación de un conjunto de “rampas” y “plataformas” que permitan el acceso a algún colectivo de discapacitados. El objetivo es aplicar -hasta el máximo nivel posible- las posibilidades de diseño de soluciones no excluyentes, ni segregadoras hacia ningún colectivo, o lo que es lo mismo, maximizar el rango de usuarios y de posibilidades de disfrute del bien patrimonial.

Sin embargo, la heterogeneidad de espacios físicos, tipos de usuarios y tareas a realizar introduce un riesgo considerable de fragmentación en el proyecto. Para evitar caer en una casuística demasiado específica para cada solución, es necesario evaluar y seleccionar las estrategias más apropiadas para la integración de soluciones. La herramienta Acc3de 2.0 tiene como uno de sus objetivos el integrar todos los resultados obtenidos por el proyecto global en una herramienta única para el apoyo a la toma de decisiones a la hora de intervenir para dotar de accesibilidad al patrimonio construido. Esta herramienta supondrá la integración de todas las metodologías, herramientas y conocimiento adquirido a lo largo de las tres anualidades del proyecto en un único marco, evitando la dispersión de los resultados y obteniendo un producto final que estructure la estrategia integral de accesibilidad universal en el patrimonio que supone el PATRAC.

Figura 4. Propuesta general de trabajo del proyecto



Dentro del proyecto se están diseñando y desarrollando multitud de soluciones para mejorar esta accesibilidad, además de estarse generando un conocimiento que pretende abarcar todo el ámbito de la accesibilidad al patrimonio. Todo este esfuerzo, corre el peligro de dispersarse si no se diseña una herramienta que englobe y haga accesible todos estos desarrollos al agente responsable de tomar las decisiones para la intervención en patrimonio y consiga ser un marco para la identificación de las soluciones más apropiadas. Este es el objetivo del Sistema Integrado de Apoyo a la Toma de Decisiones Acc3de 2.0 que pretende ser:

- Un vehículo de transmisión del conocimiento generado por el proyecto global.
- Un marco decisional basado en herramientas software, datos, conocimiento encapsulado, análisis multicriterio y utilidades para comunicar e interpretar los resultados.
- Una herramienta de diagnóstico de las condiciones de accesibilidad que implementa una metodología específica de la accesibilidad al patrimonio y que funciona como una simulación de la mejora de la accesibilidad global que supone cada intervención.

El diagnóstico preciso de las condiciones de accesibilidad de entornos construidos de carácter histórico y/o protegido es una tarea compleja, sin embargo, actualmente a la hora de abordar esta evaluación se simplifica recurriendo al uso de checklists para comprobar aspectos normativos, sin tener en cuenta otros factores. Esta práctica habitual tiene muchas veces como resultado diagnósticos simplistas y poco precisos que no cumplen su función de servir de base para la posterior fase de intervención, ya que no solo es necesario saber si el edificio cumple la normativa (acercamiento cumple/no cumple de los checklist), si no que, para abordar con garantías la mejora de la accesibilidad, es necesario:

- Documentación exhaustiva de las condiciones de accesibilidad, no solo para la obtención de un diagnóstico preciso, sino también para cumplir con la necesidad de documentación previa a cualquier intervención en un bien protegido.
- Medidas sobre su accesibilidad “relativa”, no solo si es accesible o no, sino cuanto de accesible es, y en qué condiciones.
- Evaluación de la accesibilidad potencial de cada elemento y su contribución a la accesibilidad o a la no-accesibilidad del bien en su conjunto, como paso previo a la identificación de los puntos donde es necesario intervenir.
- Visualización clara e intuitiva de los resultados del diagnóstico como base para una toma de decisiones.

Para cumplir con estas premisas dentro, también del proyecto PATRAC, se ha desarrollado la herramienta de evaluación y visualización de la accesibilidad (Acc3de 1.0) que implementaba una metodología específica de evaluación que tenía en cuenta el valor patrimonial del edificio.

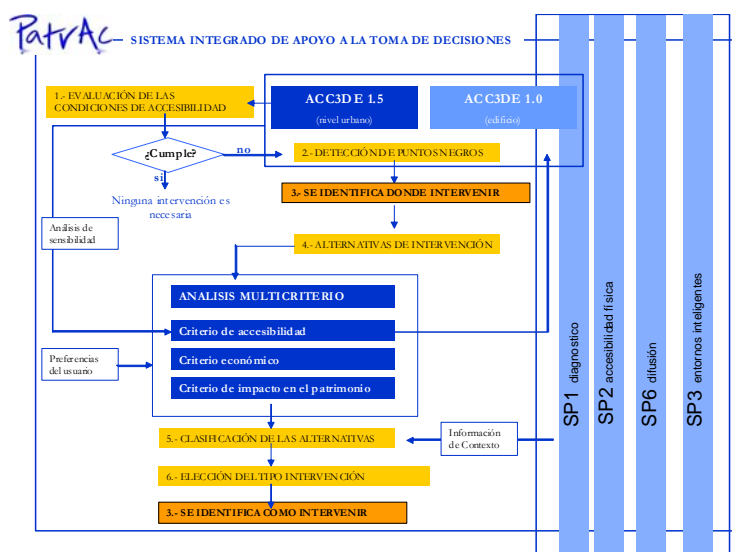
4. Acc3de 2.0

La herramienta Acc3de 1.0 nos permite no solo evaluar la necesidad de intervenir para mejorar la accesibilidad, sino que también posibilita identificar aquellos puntos (“puntos negros”) donde es necesario hacerlo. Una vez que sabemos dónde hay que intervenir la siguiente pregunta es ¿Cómo hay que intervenir? El sistema integrado de apoyo a la toma de decisiones, tiene como objetivo integrar, sistematizar y articular todo el conocimiento generado por el proyecto PATRAC, para asistir al gestor responsable de intervenir en un entorno patrimonial en la búsqueda a la solución óptima a esta pregunta.

El gestor debe planificar las intervenciones para maximizar la accesibilidad, sin embargo los recursos disponibles para ello son limitados y el impacto sobre el patrimonio debe ser mínimo. Por tanto, el grado hasta el cual se puede mejorar la accesibilidad depende de la interacción entre los recursos disponibles para la intervención (y posterior mantenimiento), la mejora de la accesibilidad que supone esa intervención y el impacto que causa sobre el patrimonio. El sistema debe garantizar la solución que permita la máxima accesibilidad con una intervención mínima y económicamente sostenible.

El sistema tiene como objetivo ayudar a la toma de decisiones, no realizarlas, por lo que es especialmente importante que la lógica utilizada para los cálculos y análisis utilizados por el sistema sea transparente. La herramienta guiará al usuario en todo el proceso:

Figura 5. Propuesta general de módulos de la herramienta

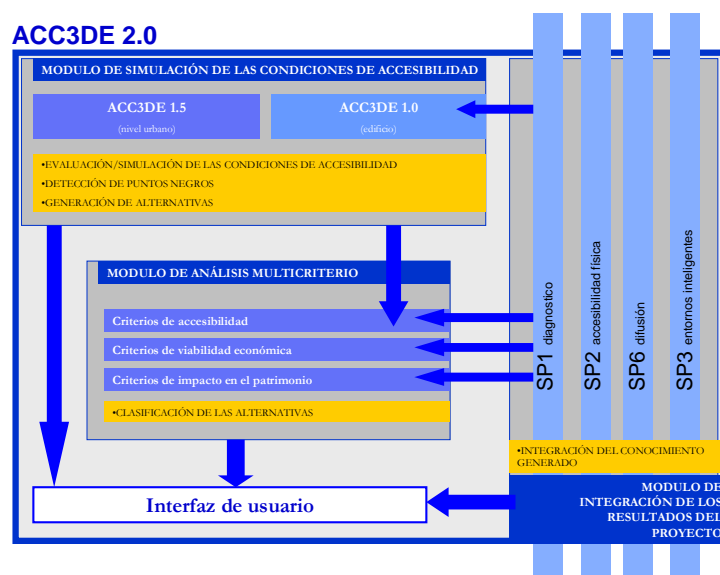


- 4.1. El primer paso en la utilización del sistema será la evaluación inicial de la accesibilidad del bien patrimonial mediante el modulo de evaluación de las condiciones de accesibilidad (Acc3de 1.5 si es un entorno urbano y Acc3de 1.0 si se trata un edificio). Si el edificio cumple no será necesaria ninguna intervención.
- 4.2. La herramienta nos señalará donde es necesario intervenir para mejorar la accesibilidad y generara las distintas alternativas posibles de intervención
- 4.3. Estas alternativas serán evaluadas mediante un análisis multicriterio, que nos proporcionaran una clasificación de las distintas alternativas según su viabilidad económica, el impacto en el patrimonio y la mejora en accesibilidad que suponen. Las características de accesibilidad de cada una de las soluciones planteadas podrán ser evaluadas mediante la simulación de su comportamiento en las herramientas Acc3de 1.0 y Acc3de 1.5. Los pesos asignados a los criterios y subcriterios dentro del análisis multicriterio son fluctuantes por lo que podrán ser modificados por el usuario en función de su conocimiento del bien o su experiencia, o de las características particulares del bien y/o las necesidades específicas de la intervención, siempre dentro de unos rangos.
- 4.4. Además de este análisis, la herramienta ofrecerá la posibilidad de acceder a todo el conocimiento sobre el ámbito de la accesibilidad al patrimonio adquirido a lo largo del proyecto singular y estratégico, como información de contexto para la toma de decisiones, por lo que el sistema de toma de decisiones a desarrollar supone un marco para la identificación de las soluciones más apropiadas. De esta forma al usuario se le ofrecerán: consideraciones para la utilización de la Herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el monumento y su entorno, los principios básicos, criterios y recomendaciones para la intervención en el patrimonio, elementos didácticos...

La metodología típica presenta varias fases relativas a la especificación del problema, la consulta a un repositorio inteligente de patrones ó casos típicos, la provisión de una colección mínima de respuestas, el análisis multicriterio de las respuestas seleccionadas, la aplicación virtual de la solución, la evaluación del impacto, la realimentación con otros agentes y la recomendación (aceptación ó rechazo) de la solución propuesta.

Dentro de las actuaciones que el sistema puede sugerir se incluirán, entre otras, soluciones basadas en TICs (por ejemplo realidad virtual o aumentada, sensores inteligentes, etc.) para los casos en los que las especificidades del patrimonio impidan soluciones más tradicionales (rampas, ensanchamiento de pasillos, etc.), de forma que los responsables dispongan siempre de información sobre las posibilidades de ofrecer la máxima igualdad de oportunidades en el disfrute del patrimonio.

Figura 6. Esquema de los cuatro módulos relacionados del sistema Acc3de 2.0



1. El modulo de evaluación/simulación de las condiciones de accesibilidad, que a su vez se compone de la herramienta Acc3de 1.0, para el diagnostico y evaluación de la accesibilidad que funciona como un simulador de las condiciones de accesibilidad y de la herramienta Acc3de 1.5 que añade la evaluación a escala urbana. Este modulo realiza los análisis contrafactuales teniendo el potencial de generar y evaluar las diferentes alternativas de intervención. basándose en la simulación de las condiciones de accesibilidad.
2. El modulo de integración de los resultados del proyecto, que sistematiza, estructura y articula todo el conocimiento y los desarrollos generados dentro del proyecto Patrac
3. El modulo de Análisis Multicriterio que evaluara las distintas alternativas de intervención generadas en base a tres tipos de criterios:
 - Criterios de mejora de accesibilidad y del Diseño para Todos
 - Criterios económicos que aseguren la viabilidad económica de las intervenciones
 - Criterios de impacto en el patrimonio que aseguren el respeto a sus valores
4. Interfaz de usuario: que haga accesible todas las funcionalidades y el conocimiento del sistema de una manera amigable e intuitiva, y ayude en la interpretación de los resultados.

5. Adquisición de datos semiautomática mediante Escáner Láser Terrestre

Uno de los mayores costes que implica una evaluación rigurosa de la accesibilidad es la adquisición de datos, por lo que la herramienta desarrollada se alimenta de datos extraídos de forma semiautomática por medio del Escáner Láser Terrestre. La toma de datos mediante Escáner Láser Terrestre tiene numerosas ventajas frente a la toma de datos manual, que lo convierten en la técnica idónea si se quiere realizar un diagnostico realmente preciso y objetivo:

- Ahorro de tiempo: El ahorro de tiempo que se produce utilizando esta tecnología radica en la gran cantidad de información que se puede recoger de forma automática en cada posición de toma de datos del equipo.
- Viabilidad económica: el coste final no difiere en gran medida en los costes generados con levantamientos tradicionales.
- Documentación exhaustiva previa a la intervención. Al tomar millones de medidas por cada toma de datos, el escáner láser permite la digitalización de la realidad con alta calidad, por lo que después de un levantamiento se tiene suficiente información para cualquier intervención que se requiera en el futuro y se cumple con uno de los requisitos ineludibles a la hora de intervenir en entornos protegidos: documentar rigurosamente las condiciones previas a la actuación.
- Precisión. Esta precisión se consigue en tanto en cada posición se puede llegar a obtener 2,5 millones de puntos de información de la realidad georeferenciados, en que cada punto está relacionado con los demás con una precisión geométrica que no se consigue con los levantamientos manuales tradicionales.

La información obtenida mediante el escáner 3D no es de exclusiva utilización para diagnósticos de accesibilidad. El escáner láser terrestre es una técnica cada vez más utilizada y que se está imponiendo para el levantamiento necesario previo a la intervención y como base para el diseño y la planificación de actuaciones, por lo que en el futuro cada vez será más frecuente que los datos que alimentan la herramienta ya estén disponibles en el formato adecuado, acortando tiempos y abaratando costes. En el caso de que no lo estén, la realización del escáner 3D para la evaluación de la accesibilidad posibilitara tener esta documentación para cualquier otro tipo de actuación sobre el bien patrimonial. Hay que destacar, también, las posibilidades que ofrece el disponer de todos los datos relacionados con la accesibilidad para su consulta en la fase de toma de decisiones.

Bibliografía

- ADAAG Pro - ADA Accessibility Guidelines Facility Survey/Audit Compliance Testing Software [en línea]. 2008. <<http://www.adaag.com>> [Consulta: 20 abril 2009]
- BARNEA, Shahr. Segmentation of terrestrial Scanning Data by Integrating Range and Image Content. En: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. (XXXVII, 2008, Beijing, China) [fecha de consulta: 28 Mayo 2010]. Disponible en: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/5_pdf/130.pdf>
- BRIGHT, K., FLANAGAN, S., EMBLETON, J., SELBEKK, L. y COOK, G. Buildings for all to use, Improving the accessibility of public buildings and environments. Ciria, London. United Kingdom. 2004. 210 p.
- BONORA, L., COLOMBO, L. y Marana B. Laser Technology for cross-section survey in ancient buildings: a study for S.M. Maggiore in Bergamo. En: CIPA 2005 XX International Symposium. (20º, Turín, Italia, 2005)
- BOSQUE, Joaquín. Sistemas de Información Geográfica. 2ª Edición. Ediciones Rialp S.A. Madrid. 2000. 451 p.
- BUILL, Felipe y NÚÑEZ, Mª Amparo. Aplicación del Láser Escáner Terrestre para Levantamientos Arquitectónicos, Arqueológicos y Geotécnicos. Mapping Interactivo [en línea]. Marzo de 2008. [fecha de consulta: 30 Marzo 2010]. Disponible en: <http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1472>
- CHURCH, R. y MARSTON, J. Measuring Accessibility for People with a Disability. Geographical Analysis. 35(1): 83-96, 2003.
- CODEBUDDY.COM [en línea]. 2009. <<http://www.codebuddy.com>> [Consulta: 20 abril 2009]
- COMAS, David y RUIZ, Ernest. Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Editorial ARIEL S.A. Barcelona. 1993. 295 p.
- DEL MORAL, Consuelo. Modelo de Verificación de la accesibilidad en los edificios de concurrencia pública de usos docente y residencial colectivo hotelero. Editorial Universidad de Granada, Granada. 2006.
- GARCIA, Pilar y BIERE, Rolando. Estudios Urbanos amb Tecnologia Informàtica SIG. Centro de Política de Suelo y Valoraciones, CPSV - UPC. Barcelona. 2004. 95 p.
- GARRIDO, Roberto; EGUSQUIZA, Aitziber; MARAMBIO, Alejandro y DEL MORAL, Consuelo Escaneado Láser y Realidad Virtual para el Diagnóstico de Accesibilidad de Entornos de Patrimonio Histórico. En: Jornadas sobre Realidad Virtual y Entornos Virtuales, Jorevir. (3º, 2009, Barcelona, España)
- GOMEZ, Montserrat y BARREDO, José Ignacio. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio. 2ª edición. RA-MA Editorial, Madrid. 1996. 304 p.
- LABORATORIO DE MODELIZACIÓN VIRTUAL DE LA CIUDAD, LMVC. Disponible en: <<http://www-cpsv.upc.es/lmvc/index.htm>>
- LEY 16/1985, de 25 de Junio, del patrimonio histórico español. Madrid. España. 1985.
- MUSEO MARÍTIMO DE BARCELONA. <<http://www.mmb.cat/default.asp?idApartado=103&idIdioma=2>>
- MARAMBIO, Alejandro; GARCIA, Pilar y BIERE, Rolando. Modelos urbanos de nube de puntos: levantamiento de alta precisión del casco histórico de Sitges. España. En: Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. (4º, 2007, Guadalajara, México)
- MARAMBIO, Alejandro; REDONDO, Ernesto y GARCIA, Pilar. Urban point cloud models: 3D laser scanning of the historical centre. Tossa del mar, Catalonia. En: Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. (4º, 2007, Guadalajara, México)
- ROCA, Josep y MARAMBIO, Alejandro. Aportación tecnológica al plan especial del conjunto histórico de Cadaqués: SIG y escáner láser. En: Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual. (3º, Bilbao, España, 2006)

