

# UN CASO DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN APLICADA. LA RECUPERACIÓN DE LA TRAMA VIARIA DEL BARRIO JUDÍO DE GIRONA MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA.

**Ernest Redondo Domínguez** Dr. Arquitecto. Profesor Titular de Universidad, Departament de Expressió Gràfica Arquitectònica I Universitat Politècnica de Catalunya, UPC

## Introducción.

El *Call* de Girona, su barrio judío, es uno de los conjuntos monumentales más importantes de España y por su nivel de conservación de toda Europa. Caracterizado por sus estrechas callejuelas, herederas de la trama romana de la *Gerunda* original, unido al resto del casco antiguo de la ciudad, se configuran como el centro histórico-urbano más extenso de Cataluña.

**Figura 1** El Centro histórico de Girona y el “Call”. Fuente: Web Ayuntamiento Girona.



Por otra parte esta ciudad dispone de un extraordinario sistema de información geográfica, (UMAT) Unidad Municipal de Análisis Territorial. Tomando como entorno esta zona e información, se propone el desarrollo de una investigación aplicada, fundada primero en un trabajo de análisis y estudio de las fuentes bibliográficas, cartográficas e históricas en materia de desarrollo histórico-urbano de la zona y en segundo lugar, en un estudio de aplicación de las modernas técnicas de representación SBIM *Sketch Based Interface and Modeling* y la AR, *Augmented Reality*.

Fundiendo todos estos registros y campos de trabajo, se lanza la hipótesis de que es posible ampliar la traza de callejuelas actualmente existentes mediante la catalogación y levantamiento de dos nuevos callejones, que denominaremos 1, conocido antiguamente como el callejón “d’Hernandez” y otro callejón, el nº 2 que hasta la fecha tan sólo estaban documentados como paso cerrado el 1 y sin pistas del 2, y que con nuestro trabajo de campo y aportación se ha visto que son perfectamente recuperables.

**Figura 2** Localización de los futuros callejones 1 y 2. Fuente: Web Ayuntamiento Girona.



Esta recuperación se aborda en la investigación, mediante la simulación visual de los mismos usando las técnicas de SBIM y AR, antes citadas, de forma combinada y adaptadas a las especificidades del trabajo y habilidades de un arquitecto-urbanista, de manera que se desarrollan una serie de casos de estudio prácticos cuyo objetivo final es que un observador, situado ante la actual entrada tapiada del callejón, mediante un dispositivo tipo ordenador portátil, conectado a una *webcam* y un programa de bajo coste o desde terminales de telefonía móvil, mediante códigos QR (*Quick Reference*), pueda hacerse una idea de cual sería el aspecto de esa callejuela.

En ese contexto se presenta este trabajo de investigación original, a modo de una primera aproximación a una investigación más profunda y de mayor alcance, que en su vertiente histórico urbanística, aporta la catalogación y documentación gráfica de dos nuevas callejuelas en el “*Call*” de Girona, de gran interés y de las que no existe ninguna referencia en la cartografía oficial del municipio.

**Figura 3. Los callejones a recuperar en su estado actual . Fuente ER, Ernest Redondo**



Por otra parte la investigación aplicada en el área de la informática gráfica arquitectónica, ha sufrido en los últimos años un gran salto cualitativo y en esta línea proponemos dos nuevos estudios, el primero ensayar la integración de las técnicas SBIM en un entorno urbano y en un proceso de documentación y proyecto arquitectónico, respaldados por otras investigaciones propias ya publicadas<sup>1</sup> y en las que se hace un detenido análisis del estado de la cuestión. En esta misma línea de trabajo se hace una propuesta original de aplicación de Realidad Aumentada en ambientes exteriores.

### **Primera parte. Investigación Urbanística.**

#### **2. Marco de referencia histórico.**

##### *2.1 Antecedentes históricos..*

Los antecedentes de la trama urbana de buen parte del actual caso histórico de Girona, caracterizado por sus estrechas y empinadas callejuelas, hay que buscarlo en el núcleo fundacional de la ciudad, Gerunda<sup>2</sup>. A partir de un eje fundacional, la vía Heraclea, con posterioridad via Augusta, que discurría en sentido Norte/Sur y un foro ubicado en las actuales escaleras de la catedral, se desarrolla una trama, teórica ortogonal de callejuelas que conforma unas manzanas de 36x 71 pies. Esta trama se adapta a la topografía y a los salientes rocosos, de manera que su original forma regular se distorsiona levemente.

En primer plano de la Fig. 4. se muestra como esa trama teórica, coincide bastante con las callejuelas objeto del estudio así como con las otras de características parecidas, Cundaró, Sant Llorenç, en sentido Este/Oeste, y con la calle principal, La Força y sus paralelas por el lado montaña, que llevan el nombre del Dr. Oliva y calle Claveria,

## 2.2 El Call o barrio judío.

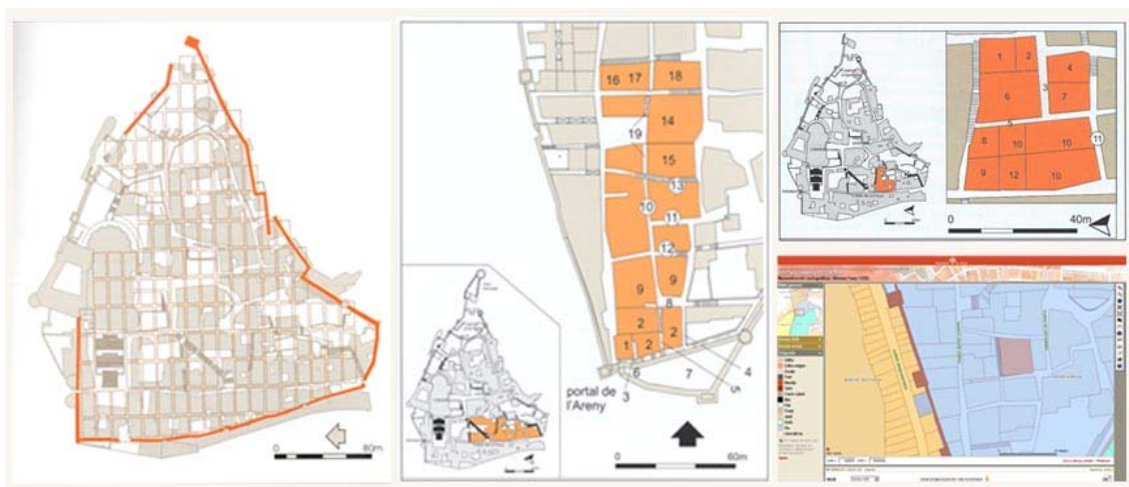
El barrio judío de Girona, tal como lo conocemos actualmente, es el resultado de una serie de transformaciones urbanas, paralelas a las vicisitudes de la comunidad hebrea local, que se establece en Girona el siglo IX cuando una serie de familias judías procedentes del resto de Europa se asienta en la ciudad. A partir de esas fechas la comunidad crece y se expansiona hasta el momento de su máximo esplendor en 1270, cuando ocupaba buena parte del actual casco histórico de la ciudad a ambos lados de la calle de la Força. Tras lo cual, como en resto de España, empieza el declive de Sefarat, que finaliza con la expulsión en 1492, por orden del rey Fernando el Católico.

La documentación consultada<sup>3</sup> y los trabajos de los especialistas recogidos en el primer volumen de la Historia Urbana de Girona, *Els Jueus i la Ciutat de Girona*, ilustran esta presencia y en concreto aportan una serie de planos en los que se interpretan gráficamente diferentes estudios realizados por los autores así como los datos de algunas excavaciones arqueológicas, (Fig 4. Planos centrales,) y donde ya se hace una primera alusión a los callejones 1 y 2.

La Clausura se inicia en 1391 tras el asalto al mismo por la población vecina. En sucesivos años, 1412, 1415, se procede al cierre de las sinagogas existentes y a la concentración de la población en 1418, en el recinto actualmente conservado de forma parcial, con la orden de tapiar toda abertura a la calle de la Força, entonces calle Mayor. Con posterioridad nuevas órdenes facilitaron un cierto alivio a la clausura por el lado montaña, ampliándose el ámbito hasta la calle Clavería. Esa clausura, todavía se observa en la parte superior del callejón 1.

En su interior quedaría en 1456 la última sinagoga, donde actualmente se ubica en el centro Bonastruch Sa Porta. No obstante los datos más precisos nos los aportan los autores antes citados cuando al referirse a la calle 1, dicen<sup>4</sup> que en 1492 era una calle sin salida, y respecto a la calle 2, recogen la cita "A nord d'aquest casals hi havia un carrer que baixaba fins el carrer de la Força, Al capdamunt un portal tancaba i recloïa dins el Call" pp 34, al referirse a un documento notarial de 1330 en el que se cita la existencia de una calle en cuya parte superior una puerta la cerraba recluyéndola dentro del Call.

**Figura 4. Plano de la Gerunda, 300 DC. De la clausura del Call, s XIV, Emplazamiento de última sinagoga 1434 y reconstrucción de la Estima de 1535.** Fuente: Historia Urbana de Girona. Reconstrucción cartográfica de la ciudad. Vol 1, 6, 7 y 8. 1995-2008. Ajuntament Girona.



### *2.3 La Estima de 1535.*

Pocos años después de la expulsión, en 1535, el rey mandó realizar la Estima, un documento notarial en el que para poder cobrar rentas y tributos a los habitantes de Girona, con el fin de reparar los daños de las inundaciones del año anterior, manda levantar acta de todos los bienes inmuebles con sus usos, habitantes, límites y superficie, sobre los que fijará los tributos. Este documento ha permitido deducir a los historiadores, Canals, J y E, Nolla J antes citados, una planimetría aproximada del estado de la ciudad en esa fecha y representarla en un plano informático vinculado a un Sistema de Información Geográfica actualizado a medida que avanzan en sus estudios.<sup>5</sup>

De la consulta de esa información se concluye que apenas pasados 40 años de la expulsión, (Fig 4, Inf. Der.) el callejón num.1 está perfectamente documentado aunque se representa abierto en sus dos extremos contrariamente a lo manifestado antes, Por otra parte el callejón 2 pierde su traza justo cuando llega a donde lo hemos detectado nosotros mostrándose por el contrario su prolongación hacia el callejón de Sant Llorenç. Sin duda nos encontramos ante un documento muy importante que hace una lectura estricta de todas las fuentes documentales pero sorprende las disparidades que presenta frente a los otros trabajos del mismo equipo.

### *2.4 La cartografía histórica.*

La base de esta investigación es la excelente publicación del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña, Demarcación de Girona de 1992, coordinada por Castells, R. Catllar, B y Riera, J. en la que se recoge toda la cartografía antigua disponible de la ciudad de Girona, reproducida de los originales que se encuentran en diferentes archivos de España y el resto de Europa. Merced a esa síntesis documental es posible seguir la traza de las calles objeto de estudio a lo largo de los siglos XVII hasta nuestros días en diferentes planos.

Los primeros indicios cartográficos de estas calles los hemos detectado en el plano de 1667, (ver Fig 5, plano sup izq y siguientes), en el que se ve la traza del callejón 1 practicable en su tramo inferior y el 2, tal como lo hemos estudiado nosotros. Esta circunstancia se da en los siguientes planos de 1694 y de 1712, así como otro datado en la parte final del siglo XVIII. Todos ellos son de origen militar, la mayoría elaborados por el ejército francés, salvo el último y a pesar de lo angosto de esas callejuelas, su localización es clara. En el plano de 1870, por el contrario ha desaparecido cualquier referencia, incluso al callejón de Sant Llorenç, no así al de Cundaró pues sin duda daba más importancia a otros lugares de la ciudad.

Es interesante observar el plano de 1887, el último en el que se descubre algún indicio del callejón 1. (Fig 5, plano inf der.) En él se muestra un proyecto de alineación de la calle de la Força que no debió consolidarse hasta unos pocos años más tarde cuando Rafael Masó construyó la casa Ribas Crehuet en 1927. Mientras tanto en la cartografía oficial de ese periodo, 1921 y 1929, (Fig. 5 inf, cen.) no se recoge ningún indicio.

**Figura 5. Detalles de cartografía histórica; zona del Call., 1667, 1694, 1712, 1870 y 1887. Fuente Atlas de Girona Ciutat.**



### 2.5 *La intervención de Rafael Masó, arquitecto en la casa Ribas-Crehuet..*

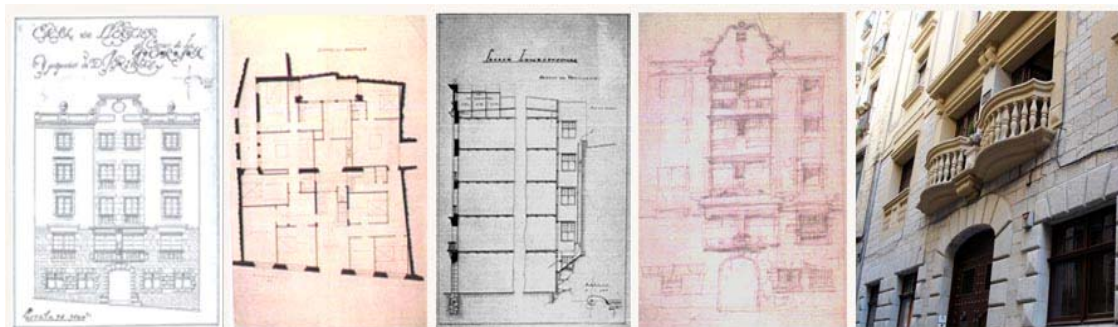
Rafael Masó recibe el año 1927 el encargo de realizar un proyecto de viviendas de alquiler de parte del industrial Ribas-Crehuet. Este destacado arquitecto *Noucentista*, hasta la fecha se había especializado en proyectos residenciales de escala menor y experimenta en este encargo el aprovechamiento de un solar con una sola fachada, para lo cual ha de practicar una gran abertura en forma de patio de ventilación al terreno rocoso posterior.

Por esas mismas fechas Masó era concejal del Ayuntamiento y se documenta<sup>6</sup> que el mismo facilitó la venta de este callejón y toda la propiedad de la parte posterior hasta la Calle Doctor Oliva i Prats a la propiedad, pues permanecía en un estado lamentable convertido en vertedero. Este aspecto se puede constatar al observar la documentación<sup>7</sup> del proyecto desde los primeros bocetos y comprobar como no se describe ninguna traza ni de la calle 1 ni de la 2 que se ubican junto al solar y dentro de la misma propiedad. Tan sólo en la forma de la planta del edificio se aprecia una hendidura muy profunda perpendicular a la calle de la Força para facilitar la ventilación de una finca vecina, siguiendo la traza del antiguo callejón d'Hernandez<sup>8</sup>, pero cerrándolo apenas ha dado servicio de luz a esa finca. (Fig 6. )

En la planta baja se observa una puerta de salida a ese espacio y como la realidad construida se asemeja mucho al plano de Masó, más incluso que el levantamiento catastral y la cartografía del Plan General de Ordenación Urbana, PGOU, vigente, aunque por otro lado en el proyecto no se reflejan los escalones que hay que salvar dentro de la vivienda para salir al callejón ni los exteriores. También nos sorprende que no se percatase ni documentase la calle 2, tal vez porque permanecía escondida dentro de una vivienda sobre la que no se actuaba.

Con motivo de las obras de restauración de la cubierta y piso superior de la finca el año 1994, de nuevo según la propiedad, el Ayuntamiento de Girona impuso como condición para la concesión de la licencia de obras, el recuperar las servidumbres de paso de la finca como así se recogen en el planeamiento vigente. Por el interés arquitectónico del edificio y su perfecto estado de conservación, dudamos que se llegue a expropiar o permitir un paso a través de su planta baja ya que el ámbito real es de por sí muy angosto.

**Figura 6. Planos y boceto de la fachada de la casa Ribas-Crehuet. 1927. R. Masó arq. Fuente Archivo histórico COAC.**



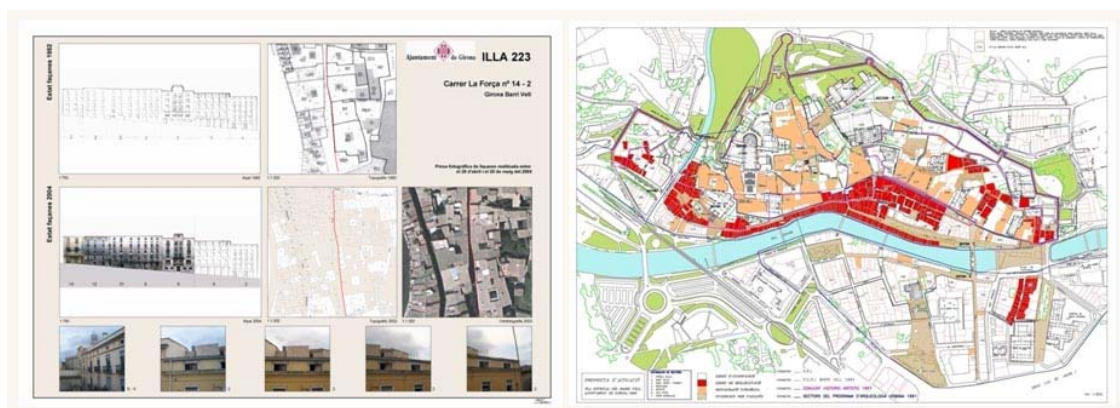
### **3. Marco de referencia urbanístico y planeamiento urbano.**

#### *3.1 El Plan Especial del “Barri vell”, casco antiguo de Girona de 1982.*

Este Plan Especial elaborado en paralelo a la revisión del Plan General de la Ciudad, fue el auténtico artífice de la recuperación del casco histórico de la ciudad. Entre muchas actuaciones estableció los criterios de catalogación y conservación de sus edificios. En la documentación adjunta, (Fig. 7 derecha), se recoge una primera propuesta de ocupación del solar de los HH Maristas y se indica la existencia del ámbito del callejón 1, que se representa sorprendentemente abierto por sus dos extremos. Lo interesante de esa propuesta inicial es que, aparte de constatar la existencia de un paso, se plantea la prolongación de ese callejón por el patio del antiguo colegio, siguiendo la traza del camino original hasta la puerta de la antigua muralla en la calle Clavería. Por el contrario no hace alusión alguna a la calle 2.

Otra documentación interesante son las fichas de cada una de las manzanas del Plan del *Barri Vell*, en concreto nuestra zona de estudio se ubica en la Illa 223, ( Fig. 7 izq.) En esta documentación de 1982, si se indica la traza del callejón 1 como paso cortado con una forma muy parecida a la realidad pero lo adscribe a otra finca. Además se incluye un alzado de la Casa Ribas Crehuet en el que se representa una abertura-puerta en la planta baja. La calle 2 no aparece indicada.

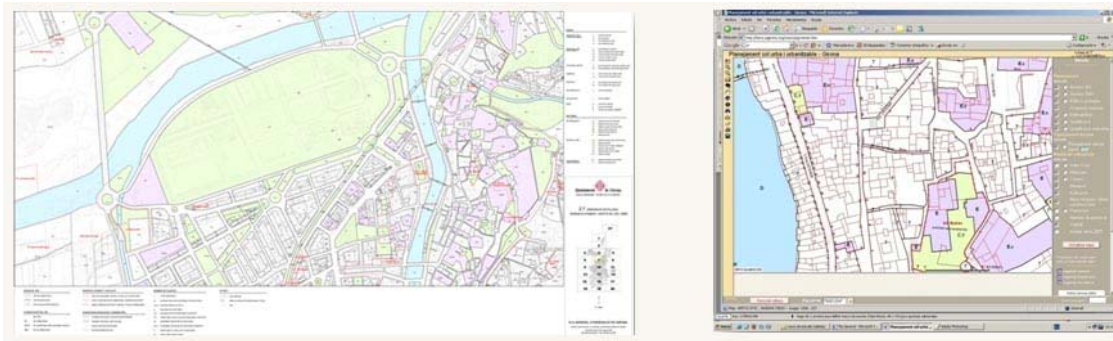
**Figura 7. Plan Especial del Barri Vell, Girona 1982. Fuses, J. Viader, J. Pla A. Fuente UMAT.**



*3.2 Planeamiento urbanístico vigente. Plan general de ordenación urbana de 2002. PGOU.* El Plan General de Ordenación Urbana de 2002 y su texto refundido de 2006, ( Fig 8 ) se

refieren a la zona con la calificación tipo 7 o de Protección, y nos remite al Plan especial del *Barri Vell* antes citado. En su definición gráfica se indican, lo que a nuestro entender son dos servidumbres de paso, pues los solares son plenamente edificables, lo cual quiere decir que su traza podría ser ocupada por una construcción dentro de los parámetros del Plan General pero que habría que dejar, entendemos, un paso libre a través de ella tal como nos manifestó la propiedad; aunque a propósito de la restauración de la fachada posterior de la casa Ribas Crehuet el año 2008, el ayuntamiento no exigió ninguna actuación al respecto.

**Figura 8. Plan General de Ordenación Urbana, Girona 2006. Fuente UMAT**



## **Segunda Parte. Investigación Aplicada**

### **4. Simulación visual de entornos urbanos**

#### *4.1 El modelo urbano digital,.*

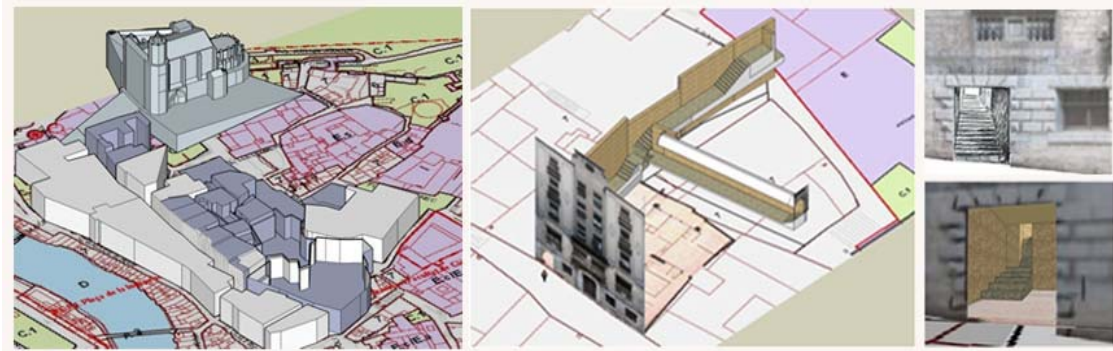
A la hora de abordar la generación y posterior la visualización dinámica de un entorno urbano digital, se plantean diversas alternativas en función del origen o metodología por la que se genera. La tendencia actual es dejar de lado los modelos extensos generados con aplicaciones tipo CAD y 3DS Max® o similares por su elevado coste de realización<sup>9</sup> para pasar a modelos generados automáticamente mediante fotografías tomadas en movimiento combinadas con barridos de láser aéreo o terrestre, habiéndose establecido diferentes protocolos para coordinar y aprovechar estos levantamientos a nivel mundial. Estandar GML, 3 del *Open Geospatial Consortium*<sup>10</sup> unido a otros protocolos de gestión del territorio como el LandXML. Podemos corroborar esa afirmación en base a a nuestros trabajos anteriores como el modelo digital del Fòrum Barcelona 2004 o el del Parque Tecnológico de Cerdanyola del Vallés de 2003.<sup>11</sup>

En segundo lugar, la finalidad, de este trabajo es evaluar la agilidad e interacción entre el ordenador y el usuario, y en ese sentido Google Earth® con sus modelos 3D incorporados, o el Microsoft Live Search ® y Virtual Earth 3D®, son la referencia mundial en simulación digital urbana. No obstante en entornos reducidos no se han demostrado viables por el momento, optándose entonces por el Street-View ® o sistemas de navegación similares generados a partir de fotografías con las que se producen unos panoramas u entornos virtuales que permiten desplazarse por ellos a nivel de calle.

Por todo ello y dado que trabajaremos en entornos muy angostos, nos hemos decantado por generar un modelo 3D pero en su versión más simple, un NPR, *Non Photorealistic Render* sobre SketchUp® de tan sólo la zona de las callejuelas, (Fig.9), pues se plantea su recorrido y visión interior. Nuestra propuesta específica es la edición de ese modelo digital

al que se han aplicarán texturas generadas en una aplicación SBIM, *Sketch based interface and Modeling*. (Con posterioridad se seleccionan determinadas vistas y secuencias visuales que serán post-producidas en la aplicación SketchBookPro® para potenciar su tratamiento expresivo-intuitivo (Fig 12 Sup.).

**Figura 9. Diferentes fases de elaboración del modelo 3D del Call. Fuente ER**



#### 4.2 *Los Bocetos Arquitectónicos Digitales, Architectural Sketch Based Interface And Modeling. Architectural SBIM.*

El estado de la cuestión del uso del SBIM en el entorno arquitectónico y nuestras experiencias en diversos procesos de creación arquitectónica, incluso sobre modelos urbanos, lo hemos documentado en diferentes trabajos como hemos descrito al principio. No obstante la vertiginosa evolución de los acontecimientos hacen que año tras año surjan nuevas propuestas e investigaciones.

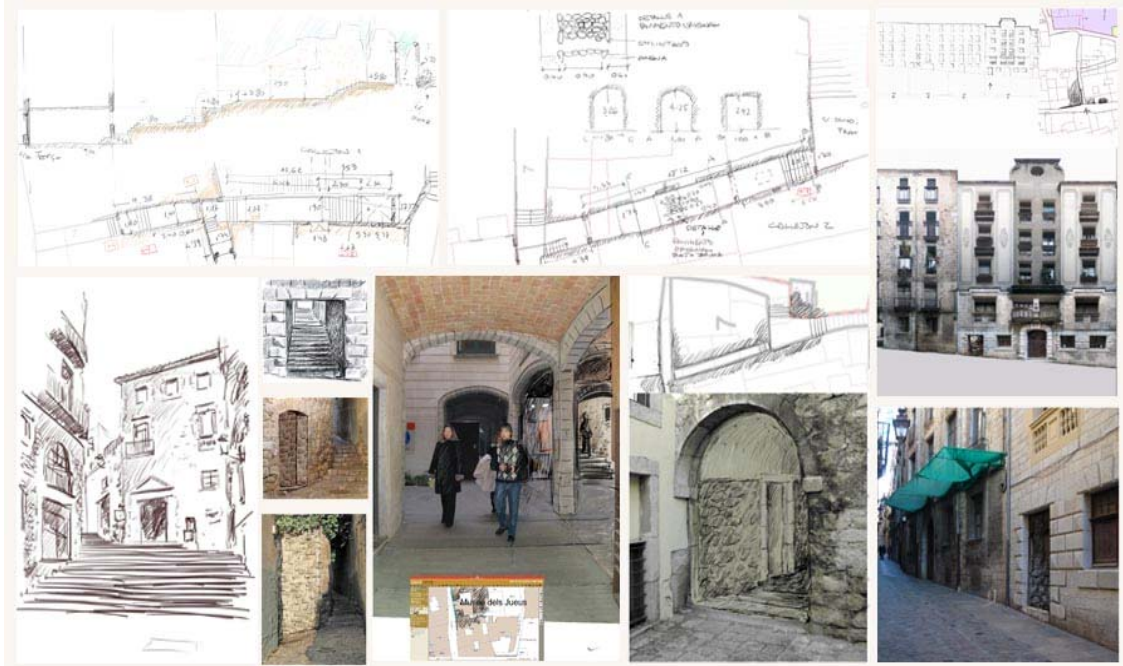
Por todo ello consideramos que hay mucho camino por andar sobretodo en la línea de conseguir la plena integración del trazo del boceto en el modelo vectorial. Un buen ejemplo de los últimos avances es el proyecto EsQUIsE<sup>12</sup> que resuelve el tema en un entorno multi-agente y colaborativo en el tras los bocetos digitales, unos operadores introducen los datos en un sistema CAD siempre en un entorno arquitectónico. En el campo de la ingeniería lo último es el proyecto ILoveSketch de la Universidad de Toronto<sup>13</sup> que soluciona de forma brillante este problema en el caso degenerar modelos en base a curvas splines.

En nuestro caso la propuesta inicial de SBIM, lo es en tanto que la realización de los primeros bocetos y estudios son llevados a cabo íntegramente en un entorno digital con ayuda de un dispositivo *pen based* táctil, es decir un ordenador en el que los datos se introducen dibujando con un punzón trazos sobre la pantalla. Por el momento es la opción más accesible y por la que se decantan plataformas y paquetes de diseño arquitectónico integrado, como el de Autodesk®, que incorpora el SketchBookPro® a su aplicación Revit®; y también lo hace Allplan® con el Allplan Sketch®.

Nuestra aportación es la de realizar los bocetos y los croquis del lugar, en el mismo emplazamiento, integrando en el proceso información del UMAT, vía Internet a través del módem y la manipulación-boceto de las imágenes del lugar captadas con una cámara-web; todo ello en tiempo real sobre un tablet-pc, dibujando con una aplicación SBIM. De esta manera se recupera el concepto de boceto pero en clave digital en el que se invocan diferentes bases de datos y medios, que juntos y coordinados permiten tomar decisiones de proyecto haciendo más ágil el proceso de creación (Fig 10).



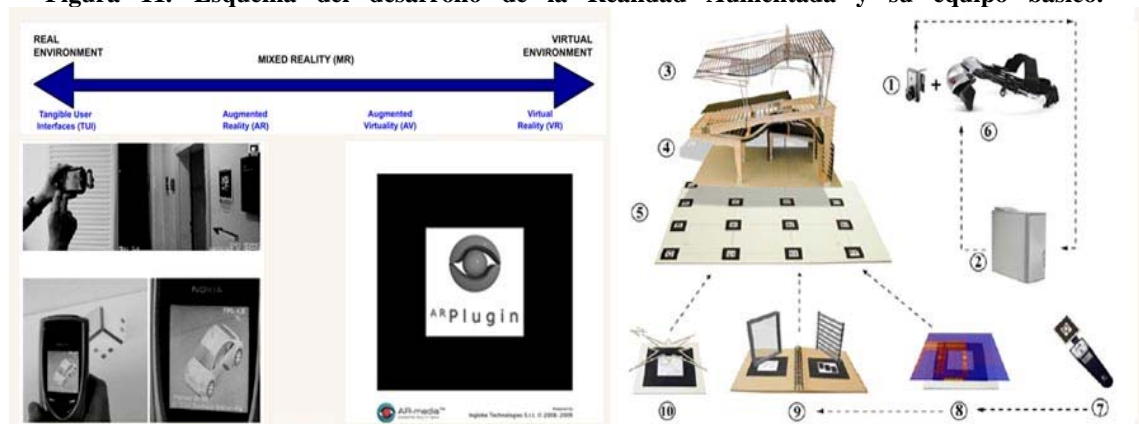
Figura 10. Diferentes bocetos digitales en la toma de datos y estudios preliminares . Fuente ER.



#### 4.3 Ensayo de visualización y evaluación mediante Realidad Aumentada,

El concepto de realidad virtual en sentido extenso, *Virtual Reality*, VR, fue definido en 1994 por Milgram, J.<sup>14</sup> En ese marco de referencia, la *Augmented Reality* AR, es decir fundir realidad y virtualidad, se inició con los interfaces tangibles, TUI *Tangible User Interfaces* y los ActiveCubes táctiles propuestos por Ichida H en 2004<sup>15</sup>. El siguiente estadio; que el usuario viera directamente fundido sobre un entorno real, objetos virtuales, fue el sistema holográfico *Bubble Cosmos* de Bimber O y Raskar R de 2005<sup>16</sup> y el inmersivo con visores montados en gafas y *trackers*, de Cakmakci, O.<sup>17</sup> del mismo año, para finalizar con entornos íntegramente virtuales, desde el punto de vista táctil y visual, la *Virtual Reality*, Realidad Virtual, tales como el CAVE , *Cave Automatic Virtual Environment* creado en 1992 por la Universidad de Illinois en un continuo evolutivo que se define como *Mixed Reality* MR. (Fig 11, Sup,izq)

Figura 11. Esquema del desarrollo de la Realidad Aumentada y su equipo básico.



Fuentes: Becker, A. MxR Project. 2008. Bimber, O + Raskar, R. Spatial Augmented Reality. 2005 y Ar-media.

En el ámbito arquitectónico, los referentes son diversos y en concreto son fundamentales los trabajos de Malawi, A y Srinivasan B del año 2004<sup>18</sup>, en ambientes interiores y Piekarski W<sup>19</sup>, desde 2001 con su proyecto Tinmith, en exteriores, siempre por eso en un entorno AR inmersivo en el que se combina visión con información SIG y modelos 3D. Otras propuestas semi-inmersivas que integran AR sobre unas pantallas o bancos de trabajo en el estudio de modelos urbanos son el proyecto ARTHUR, de Broll *et al.*<sup>20</sup> de 2004 y la *Luminous Table* de Ben Joseph *et al.*<sup>21</sup> de 2001 o el *Sketchand + Benchworks* de Seichter, H de 2005<sup>22</sup> quien combina diferentes dispositivos de entrada de datos en un teatro virtual.

No obstante, dado el contexto en el que se plantea este trabajo, la mejor acepción es considerarlo una versión actualizada del fotomontaje pero en su versión 3d, dinámica y en tiempo real, usando dispositivos convencionales tipo ordenador portátil, o un tablet-pc; opción perfectamente accesible si se usan aplicaciones de AR que toman como base, *trackers*, dado que vamos a mostrar vistas desde puntos fijos.

Es una estrategia similar a la usada en los dispositivos telefónicos con pantallas táctiles de última generación, ya sea Iphone® o Android® y los código QR, *Quick Reference* de Denso Wave®. o similares, que remiten vía Internet a un SIG, videos etc, posicionándose frente al lugar y tomando una foto de la etiqueta. La diferencia es que en el primer caso se puede interactuar con el modelo virtual fundido sobre la imagen video del entorno y en el segundo caso sólo se puede ser, por el momento, ser espectador pasivo.

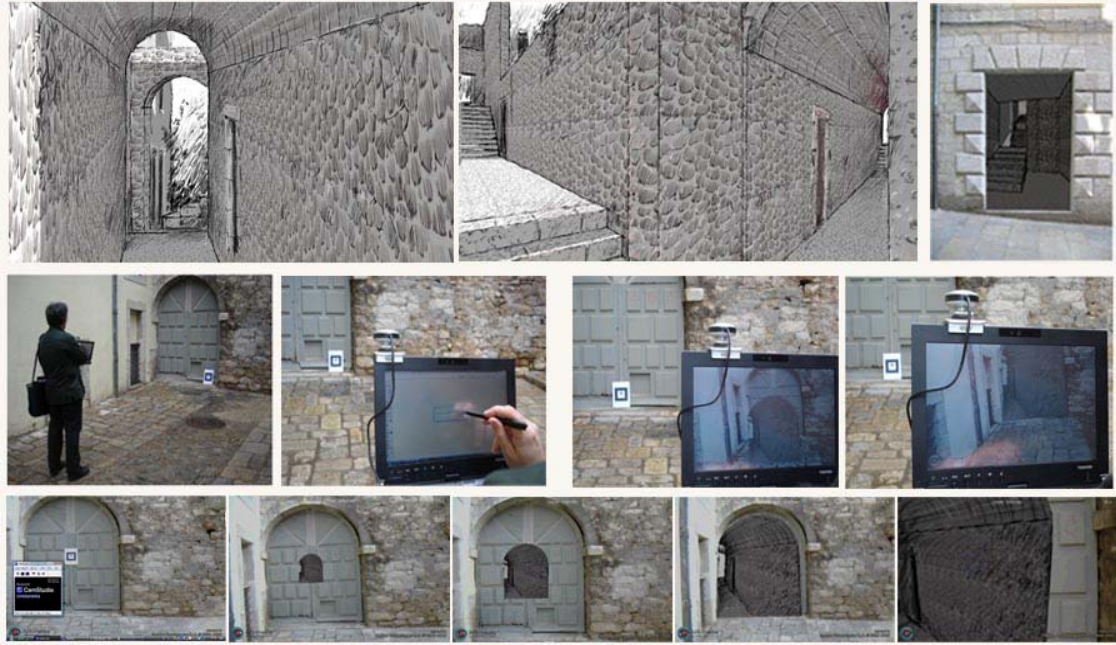
En nuestro caso la visión dinámica implícita en la Realidad Aumentada, la generamos sobre unos modelos que quieren ir un paso más allá de los habituales prismas de colores y que comportan un modelo de iluminación forzosamente no realista<sup>23</sup>. Para no llevar a engaño dado que estamos trabajando en anteproyectos y bocetos, proponemos la aplicación de texturas tampoco realistas.

Hemos elegido para empezar tres enclaves donde realizar un ensayo de aplicación de realidad aumentada, los tres puntos son lugares donde desembocarían los callejones 1 y 2. Tras evaluar las posibilidades, finalmente nos hemos decantado por la visión del callejón 2 o de *Les Dones* desde la Calle Dr, Oliva i Prat, pues es el que permite una visión más profunda a la vez que atractiva, ya que los otros dos puntos de vista, al presentar quiebros, el trazado del callejón virtual no muestra un aspecto tan sugerente.

Para ello hemos tomando el modelo 3D creado anteriormente, sobre la base de la cartografía oficial más los ajustes de nuestros croquis de campo y seleccionado puntos de vistas reales, perfectamente identificables se crean unas vistas 2D que son retocadas mediante una aplicación SBIM, que aplicamos a un modelo NPR de SketchUP®, que consta de unos objetos 3D muy planos que representan la perspectiva descompuesta en diferentes profundidades, a modo de una escenografía tradicional..

Posicionados estos elementos en el origen de coordenadas, el *plugin* AR de Ar-media Inglobe Tech.® invocado desde el programa de modelado NPR, funde la imagen de la cámara web con la de los objetos texturizados anteriores, y mediante los comandos, el observador ajusta la escala del objeto al de su marco real, la puerta. Una vez hecho esto se puede el observador desplazar ligeramente a derecha e izquierda y adelante y hacia atrás, apreciando el aspecto que tendría la callejuela. (Fig 12, Inf.)

Figura 12. Ensayos preliminares y proceso de visualización AR del modelo del callejón 2. Fuente ER.

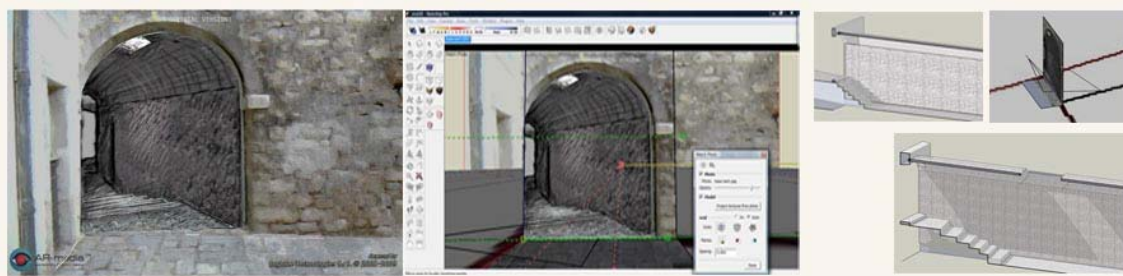


La interacción de métodos SBIM sobre el modelo 3D AR es factible tal como demuestran Sharin, E. *et al.* en el proyecto *Napkin Sketch* <sup>24</sup>, aunque con resultados a nuestro entender poco sugerentes. Consideramos no obstante que es muy interesante y factible ensayar la posibilidad de ajustar el proyecto cuando se está visionando en el lugar con estas tecnologías. Ante la falta de aplicaciones experimentales, nuestra propuesta de mínimos es capturar la pantalla durante la visión del modelo AR y en una aplicación SBIM, realizar el boceto de la modificación.

A pesar de todas limitaciones y restricciones, es interesante la experiencia que nos ha permitido modificar ligeramente nuestras hipótesis de partida y por ejemplo, entender que es necesario iluminar cenitalmente el callejón, pues es muy largo y oscuro, y que además sería conveniente crear un rellano tras la puerta de entrada, para facilitar el superar los siete escalones que hay entre la calle y el interior del paso. (Fig 13 Izq.)

El siguiente reto es ver cómo se puede devolver ese boceto a mano alzada al modelo 3D, como hacen experimentalmente los autores antes citados. Por el momento nuestro ensayo-prototipo pasa por el uso del *plugin* Photomatch® en el modelador NPR SketchUp que invierte la transformación-modelo de cámara al modelo 3D, previa definición de los ejes de referencia del sistema de coordenadas. (Fig. 13 cen.) Para ello invocamos la captura de pantalla mientras se observaba el modelo virtual y en la que realizamos algunos bocetos de ajuste y sobre ese objeto 2D, se definen los planos ortogonales de referencia y ejes lo cual automáticamente permite crear un modelo 3D vectorial.

**Figura 13. Proceso de ajuste in situ y restitución del modelo AR al modelo 3D. Fuente ER.**



En paralelo hemos ensayado otra opción de utilización de AR en la que el observador tan sólo recibe información del lugar que tiene ante sí y que identifica con un código QR. Con un teléfono móvil tipo iPhone® o similar, conectado a Internet, hace una foto de ese código y la aplicación lectora de Kaywa®, le remite a una dirección de Internet, URL, *Uniform Resource Locator*, que invoca una página web. En este caso hemos probado con la del Museo de Historia de la Ciudad. (Fig. 14). Una vez allí se puede descargar, por ejemplo, un Objeto VR QuickTime® que muestra un panorama esférico del modelo del Callejón 2 o un video convencional del patio del Museo Judío que se encuentra al final del callejón.

**Figura 14. Ensayo de aplicación de los códigos QR de la dirección URL del LMVC desde un móvil y del VRObjeto y un video vinculados. Fuente ER.**



## 5. Conclusiones y trabajo futuro.

### 5.1 Conclusiones a la Primera Parte.

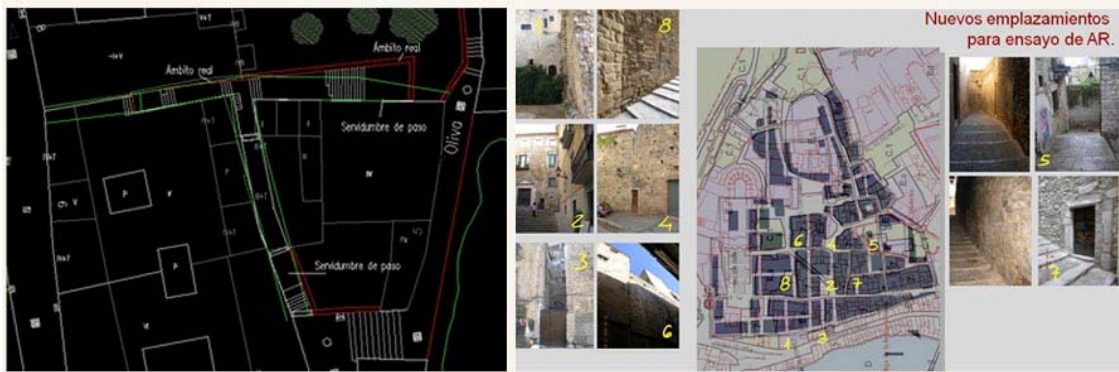
Desde el punto de vista de la investigación histórico-urbanística, la principal aportación, es la demostración que ambas calles tienen un gran interés histórico y eso lo avala el interés del UMAT por incorporarlas a su base cartográfica y al Archivo histórico del Ayuntamiento de proceder a su documentación. Por eso hay que seguir trabajando en su consolidación, y nuestra propuesta va en esa dirección aunque es preciso mejorar el reconocimiento del lugar por parte de los arqueólogos y con ayuda de topógrafos, realizar un levantamiento exhaustivo de los mismos y su entorno inmediato. En ese sentido ya nos hemos manifestado al inicio de esta trabajo que definimos en términos generales como una primera fase de una investigación más extensa. Por el momento aportamos un primer levantamiento (Fig 16) y el reconocimiento y documentación del lugar.

### 5.2 Conclusiones a la Segunda Parte.

Las propuestas arquitectónicas surgidas de la integración de las metodologías SBIM y los

bocetos digitales en los que se integran diferentes bases de datos *on line*, unidas a las de la Realidad Aumentada a la hora de resolver un proyecto en un entorno urbanas, entendemos que son una buena conclusión y una experiencia original e inédita que queremos hacer llegar a la comunidad universitaria desde la posición intermedia que ocupa siempre una investigación aplicada del área de conocimiento de la expresión gráfica arquitectónica.

**Figura 16. Planimetría final de los callejones y Posibles emplazamientos donde desarrollar esta aplicación. Fuente ER.**



Hemos finalmente demostrado la viabilidad e interés de la investigación aplicada ejemplificada en este caso de estudio. Nuestra propuesta de uso de realidad aumentada no inmersiva, en un entorno urbano para la evaluación de un proyecto con dispositivos portátiles, es original y permite avanzar en el desarrollo de una investigación de mayor empaque en la que será imprescindible integrar el entorno en el modelo virtual. Los ensayos de Portalés, C. y Giner, F.<sup>25</sup>, demuestran que es factible si se aplican canales alfa al modelo del entorno real, pero está sin resolver la iluminación del interior. Por eso motivo debemos continuar trabajando.

## 6. Referencias.

1. Redondo, E. Hacia un dibujo híbrido, XII Congreso EGA, Madrid, 2008. y del mismo autor, Digital sketches, bocetos digitales, <http://upcommons.upc.edu>. URI: <http://hdl.handle.net/2099.3/32052>. 2009. Una visión ampliada de las imágenes del presenta artículo puede consultarse en <http://hdl.handle.net/2117/2880>.
2. Ver monografía num 8 Del Fòrum a la Plaça de la Catedral, colección la Historia Urbana de Girona, de los autores..., Canal, J. Canal, Nolla J.M. 2008 , pp 159 -160.
3. Ver monografías num. 1. Els Jueus i la Ciutat de Girona, colección Historia Urbana de Girona, de los autores Canal, J. Canal E. Nolla, J M y Sagrera, J . 1995, y num 7. La Forma Urbana del Call de Girona, de los mismos autores, 2006
4. Mirambell, JM , Los judíos gerundenses en el momento de su expulsión. Annals de l'Institut d'Estudis Gironins, Vol XXIV, 1978 pp 5-19 donde además hace alusión a una calle cercana por donde pasaban las mujeres. ¿El callejón 2.?
5. Web Ayuntamiento de Girona, UMAT, Historia Urbana de Girona, Reconstrucción cartográfica: Girona 1535.
6. La propiedad representada por M. Duran, arquitecto y representante de la familia Ribas Crehuet. 2009.
7. Documentación original Arxiu històric COAC, Girona, reproducida por diferentes

- autores, Tarrús, J y Comadira, N. en Rafael Masó Arquitecte Noucentista, Ed. COAC 1996 y 2007.
8. Birulés J. Guía d'Arquitectura de Girona, Àrea Urbana, Ed. COAC, 2008 pp. 33.
  9. Brown, A. Dokonats, W, Martens B et al. A working session on 3-d City Modeling, Graz, 2000,
  10. City GML, Interoperable Access to 3D cityModels.
  11. Redondo E. Muñoz, F, et al. Modelado tridimensional del territorio,. De la precisión a la ilusión. X.Congreso EGA, 2004 Actas. pp 537-549. y La arquitectura del Fòrum, Barcelona 2004.
  12. Lecelerq P. Grupo Lucid, Project EsQUIsE, . Univ Liege, 2001-2007.
  13. Soek-Hyung, B Balakrishn B et al. I love Sketch, A Natural As possible Sketching System for creating 3d curve models. UIST 2008 .
  14. Milgram, J. y Takemura, H. "Augmented Reality: A Class of displays on the Reality-Virtuality Continuum. 1994.
  15. Ichida H. et al. *m-ActiveCube*; Multimedia Extension of Spatial. Tangible User Interface, 2004
  16. Bimber O y Raskar, R. Spatial Augmented Reality, Wellesley, AK. Peters, 2005.
  17. A Compact Optical See-Through Head-Worn Display with Occlusion Support, IEEE, Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality. 2005
  18. Malawi, A y Srinivasan B, et al. Interactive, immersive Visualization for Indoor Environments: Use of Augmented Reality. 2004
  19. Piekarski, W et al. "Tinmith-Metro: New Outdoor Techniques for creating City Models with augmented reality wearable computer. 2001
  20. Brol, W. et al. ARTHUR, A collaborative augmented environment for architectural design and urban planning, 2004.
  21. Ben-Joseph et al. Urban Simulation and the Luminous Planning Table: Bridging the Gap between the digital and the tangible, 2001.
  22. Seicher, H. Sketchand + A collaborative Augmented Reality Sketching application, de 2003 y Benchworks augmented reality urban design, de 2004.
  23. Recomendamos la lectura de la obra de Bimber O y Ramesh, R, ya citada en el apartado referente a los modelos de iluminación y rendering aplicados a la realidad virtual, pp.35 a 72.
  24. Xin, M. , Sharin, E. Costa, M.Napkin Sketch, Universidad Calgary, Canada. 2008. xmin,ehud,mario@cpsc.ucalgary.ca.
  25. Portalés, C. y Giner, F. Back to the 70,s, AC SIGCHI, International conference on advanced in Computer entertainment Technology, Valencia 2005.