



Luis Agustín Hernández, Angélica Fernández Morales y Zaira Peinado Checa | Zaragoza, España

## DOCUMENTACIÓN GRÁFICA PARA LA OBTENCIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA REHABILITACIÓN DE LA VIVIENDA SOCIAL Y LA REGENERACIÓN URBANA

Recursos gráficos avanzados para intervención en la vivienda social

### La vivienda social de 1950-1960

La vivienda social de los años 50 y 60 es un ejemplo de vulnerabilidad, cuyos riesgos e incertidumbres cada vez son mayores, encontrándose en una situación debilitada en cuestión de bienestar social y de satisfacción de las necesidades materiales, culturales, psicológicas, etc. de sus habitantes. Este tipo de vivienda fue ejecutada en cortos periodos de tiempo, con reducidos costes, sin una industria alrededor y con unos estándares de confort mínimos<sup>1</sup>. Por lo general, se trata de bloques longitudinales de baja altura sin apenas concesiones espaciales, consiguiendo una residencia de alta densidad, con los preceptos urbanos propios de la vivienda social del Ministerio de Vivienda de posguerra. Fueron realizados con apenas aislamiento térmico, y, por ello, tienen unos altos índices de consumo energético en calefacción y refrigeración. De ahí que los conceptos de rehabilitación giren en torno a la sostenibilidad en cumplimiento de las exigencias y normativas de confort actuales, aumentando en eficiencia térmica y ahorro energético, por un lado, y, por otro, en aspectos sociales, urbanísticos, culturales, funcionales, económicos y paisajísticos.

### Metodología de trabajo

El proyecto de investigación en el que está trabajando en la Universidad de Zaragoza se titula "Indicadores de sostenibilidad en la rehabilitación de la vivienda social y la regeneración urbana". En él se ha trabajado en la documentación gráfica arquitectónica necesaria para tomar decisiones de actuación en la rehabilitación de la vivienda social; se presenta a continuación el trabajo sobre la dimensión formal y geométrica de este tipo de edificaciones, que ayuda en el establecimiento de unos indicadores de sostenibilidad.

Para este trabajo se han seleccionado los siguientes grupos de vivienda social de la ciudad de Zaragoza: en el barrio de Arrabal y Picarral, grupo Francisco Franco y Balsas de Ebro Viejo; en el barrio de las Fuentes, grupo Aloy Salas y grupo Girón; y en el barrio Delicias, grupo Alférez Rojas.

Un importante primer paso del proyecto es establecer una metodología en la documentación gráfica de los casos de estudio propuestos, con dos acciones clave:

- Una captura de datos fiable y eficaz de la morfología y el estado exterior actual de los edificios.
- Una catalogación de los distintos grupos residenciales.

Desde el inicio de este trabajo se han tratado de definir unos criterios y principios básicos comunes para elaborar un método de trabajo unitario y poder realizar un procedimiento sistemático tanto en la captura de datos como en la generación de geometrías.

<sup>1</sup> RUIZ PALOMEQUE, L. G. y RUBIO DEL VAL, J. (2006) *Nuevas Propuestas de Rehabilitación Urbana en Zaragoza: Estudio de Conjuntos Urbanos de Interés*. Zaragoza: Sociedad Municipal de Rehabilitación Urbana de Zaragoza.

Para la primera acción se ha recurrido al registro fotográfico y el posterior levantamiento fotogramétrico. Se ha escogido la fotogrametría porque permite registrar con rapidez y objetividad datos reales del edificio. Se trata de una técnica que determina las propiedades geométricas de los objetos y sus situaciones espaciales a partir de fotografías, tomando estas fotografías con una serie de reglas sencillas para asegurar una alta calidad profesional. A diferencia del uso de la fotogrametría para la documentación del patrimonio arqueológico o monumental, en la que se precisan modelos de gran definición y tamaño, en este caso se buscan modelos sintéticos, fáciles de manejar y visualizar, que unifiquen la geometría con la representación fidedigna de colores, texturas y elementos existentes en la fachada.

El levantamiento arquitectónico debe ser fundamentalmente un método de análisis técnico y tecnológico, cuyo objetivo final sea el conocimiento del edificio, tanto morfológicamente como dimensionalmente, y la obtención de un modelo tridimensional simplificado, a través del cual se pueda analizar la obra —proyectual y constructiva— del edificio. La dificultad de su generación radica en la dificultad del modelo, aunque en este caso se ha reducido a formas prismáticas de fácil definición, para simplificar la operación.

Siguiendo este sistema se ha realizado el levantamiento fotogramétrico, estableciendo unos criterios para la toma fotográfica, la inclusión del entorno y la corrección de errores. El fin de la investigación es conseguir un modelo tridimensional métrico fidedigno, y por consiguiente la generación de ortofotos de los alzados a escala, con sus texturas reales, y de plantas de los bloques de viviendas, y de esta forma conocer la orientación de las piezas, interpretar sus materiales en fachadas, estimar los huecos y elementos característicos —como comunicaciones verticales, sistemas de ventilación, accesos, etc.—.

La toma fotográfica se ha realizado con una cámara digital Profesional "Nikon D3200" y un objetivo de 18-105mm. La cámara cuenta con una resolución de 24,2 megapíxeles, pero se ha elegido un tamaño medio para las imágenes de 5Mpíx, formato JPEG, calidad normal, balance de blancos en automático, y parámetros de brillo, contraste, color, saturación, etc. a nivel cero. Los parámetros fijos a tener en todas las fotografías son: el programa de exposición Manual, y una longitud focal de 18mm, para abarcar más campo de visión y dar una precisión suficiente. Para obtener detalles finos se ha usado una abertura del diafragma en F/11 y sensibilidad ISO 100. En el caso del enfoque, para tener el mismo en todas las tomas, se ha usado el enfoque automático al centro de lo que se quiere restituir en la primera fotografía, y luego se ha cambiado a modo manual para el resto. El parámetro variable, en este caso, es la velocidad de disparo, que variará en función del histograma del visor: cuando la gráfica del histograma se concentra en la derecha se obtienen mejores texturas, ya que esa es la zona más luminosa y donde el registro tonal es más amplio. A esta acción se la llama "derecheo"<sup>2</sup>.

Se han tomado las fotografías a 15 pasos de distancia del edificio, debido a la profundidad de campo<sup>3</sup>. Para la realización de los pares frontales multiplicamos esa distancia por 0,1 o 0,15 y con esa separación colocamos el siguiente estacionamiento —es decir, a un paso y medio o dos— manteniendo la distancia al edificio y con los ejes paralelos, para tener la misma escala. Para no tener que realizar pares verticales, se decidió hacer todas las fotografías en vertical.

En todos los casos se trata de edificios de planta rectangular; por ello, la planificación de la toma ha sido por fachadas independientes, con una estimación de solape entre una fotografía y la siguiente del 60%. Pero, tras un primer contacto, se concluyó que la heterogeneidad a la que están sometidas las fachadas es significativa debido a elementos como aparatos de aire acondicionado, tendedores, cables, maceteros y la existencia de algunas viviendas reformadas, por lo que se hacía necesario fotografiar metro a metro la fachada para poder representarla fielmente en su estado actual.

En la medida de lo posible, se ha intentado aprovechar la mejor iluminación del día: las primeras y últimas horas, consiguiendo una iluminación uniforme, sin sombras que perjudicasen las texturas. En fotogrametría son necesarios objetos con textura, en nuestro caso ha sido así por la heterogeneidad antes descrita, pero se ha tenido problemas con superficies reflectantes como los vidrios, un tipo de textura que el *software* no reconoce, y que se han intentado eliminar, una vez introducidas las fotografías en el programa, mediante máscaras.

Uno de los grandes problemas encontrados en la restitución fotogramétrica ha sido la ubicación, disposición y relación con el entorno de los edificios, ya que, en su gran mayoría, se trata de edificios exentos, pero con gran cantidad de árboles a su alrededor, lo que da poca visibilidad a las fachadas, y en repetidas ocasiones para solventarlo se han tenido que usar otros recursos basados en la repetición de las fachadas o en la creación de máscaras para su eliminación, resolviéndose con éxito en la mayoría de los casos.

Por otro lado, han sido necesarios una serie de puntos de apoyo, medidos en campo, para poder escalar y situar el modelo en coordenadas XYZ. Medir la longitud del objeto y otras distancias, como la altura, ha ayudado a establecer la precisión del modelo. Aproximadamente se puede hablar de un error de 15cm, teniendo en cuenta que hay fachadas que superan los 100m de longitud.

El programa de restitución utilizado se llama *Photoscan*. Es un programa que cuenta con una gran velocidad de cálculo y que permite corregir errores sistemáticos de las imágenes, producidos por deformaciones del soporte fotográfico o por distorsión del objetivo, lo que hace posible la restitución de fotografías obtenidas con cámaras convencionales sin necesidad de una previa calibración de la cámara. Tiene un fácil manejo, al alcance de cualquier usuario, es un *software* rápido y proporciona unos notables resultados.

<sup>2</sup> CUELI, J. T. (2011) *Fotogrametría práctica. Tutorial Photomodeler*, 1ª Ed. España: Tantin.

<sup>3</sup> Rango de distancias en que los objetos aparecen nítidos.

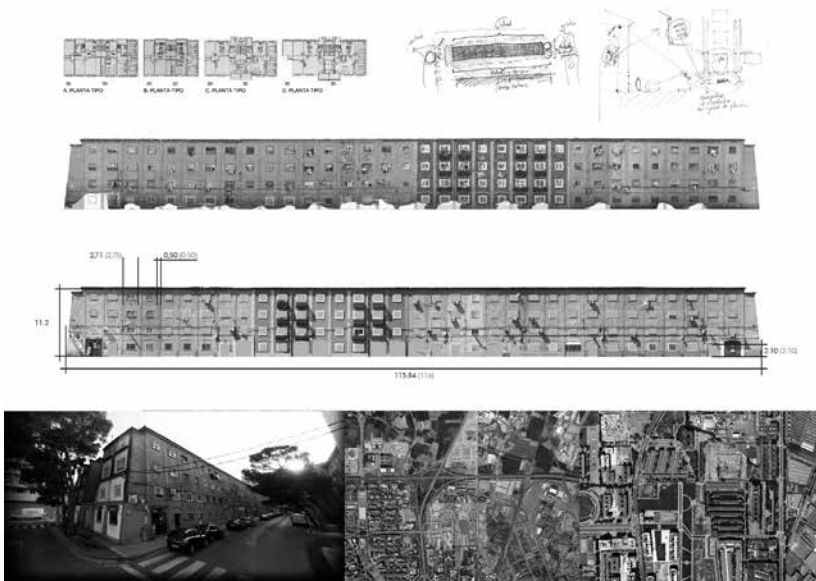


Figura 1. Grupo de viviendas Francisco Franco, Zaragoza.

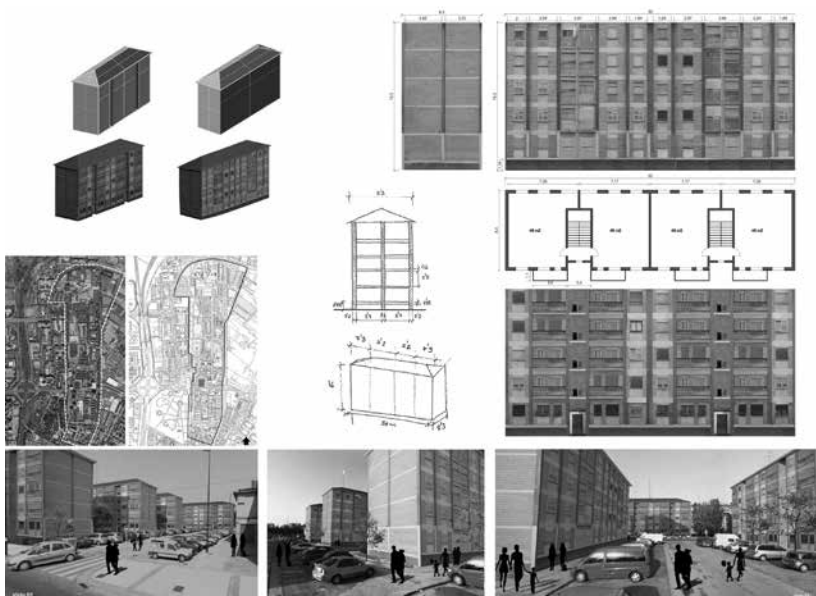


Figura 2. Grupo de viviendas Balsas de Ebro Viejo, Zaragoza.

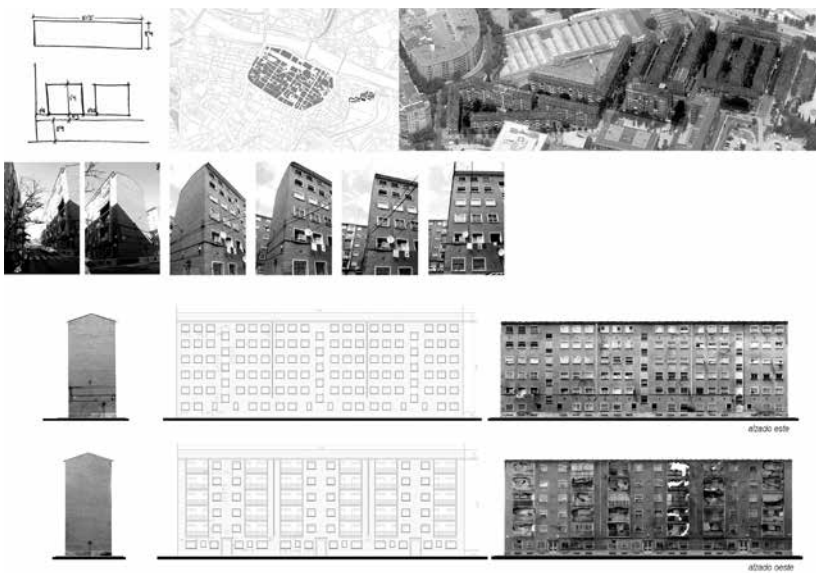


Figura 3. Grupo de viviendas Aloy Salas, Zaragoza.

04 GRUPO DE VIVIENDAS JOSÉ ANTONIO GIRÓN, Zgz

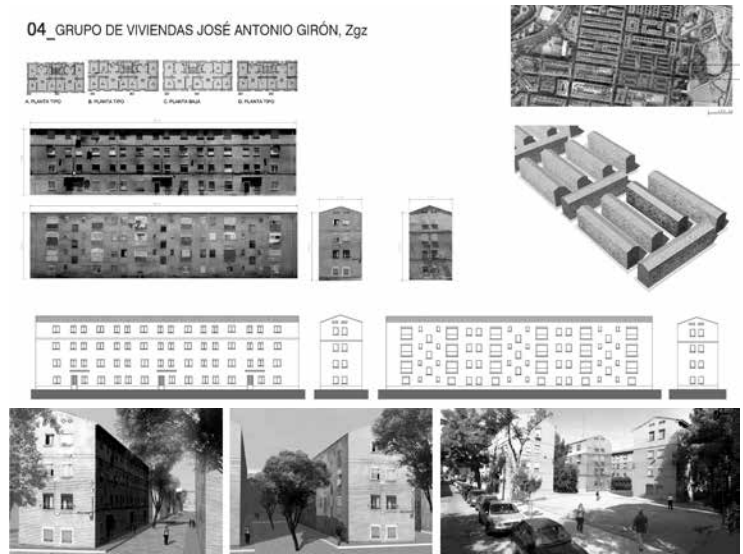


Figura 4. Grupo de viviendas Girón, Zaragoza.

05 GRUPO DE VIVIENDAS ALFÉREZ ROJAS, Zgz

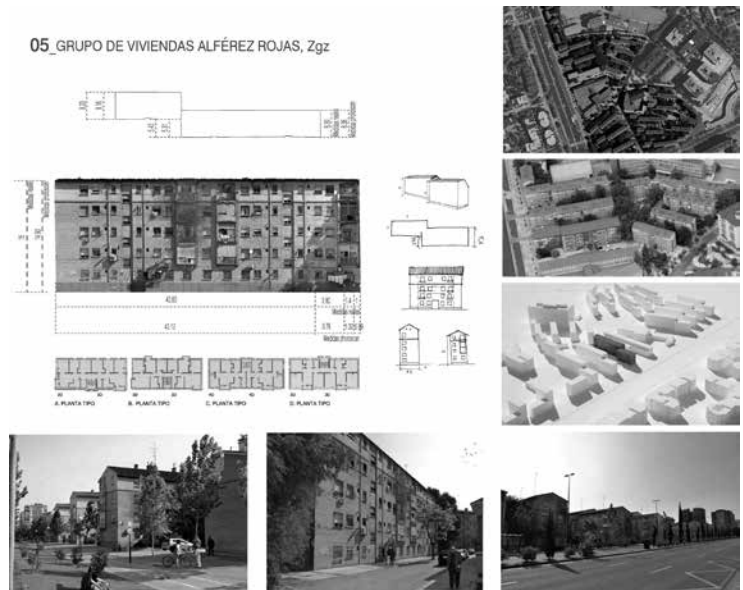


Figura 5. Grupo de viviendas Alférez Rojas, Zaragoza.

06 GRUPO DE VIVIENDAS ALFEREZ ROJAS REHABILITADO, Zgz



Figura 6. Grupo de viviendas Alférez Rojas rehabilitado, Zaragoza.

Su utilización consta de tres fases: la orientación de las cámaras, para la generación de la nube de puntos, la creación de la malla, y la aplicación de la textura. En este último paso, el programa aplica la textura fotográfica desde un punto de vista, por medio de una orientación y rectificación de la fotografía para adaptarla a la geometría del modelo, creando un atlas de la textura a colocar sobre la malla, es decir, la imagen desplegada en horizontal de todos los fragmentos que conforman la textura. La incorporación de la textura a los modelos tridimensionales no sólo mejora su aspecto estético, sino que le da información cualitativa al modelo, permitiendo distinguir revestimientos, aparejos y pinturas.

Por regla general, cuando se ha realizado la restitución fotogramétrica de cada edificio, se ha resuelto cada fachada por separado, ya que, en las fachadas más largas, en algunos casos había que orientar 120 cámaras aproximadamente. Generar una geometría de calidad alta con ese rango es demasiado para el programa; a pesar de ello, se han podido obtener modelos de entre 100.000 y 200.000 caras en alta calidad, aplicando una dimensión del mapa de textura de 4096x8192, necesaria para poder generar ortofotos más finas y detalladas para los alzados.

El modelo en tres dimensiones del edificio completo se ha elaborado en *Rhinoceros*, uniendo las cuatro mallas de las fachadas. Para poder trabajar con la textura, el archivo se exporta con formato .obj, y, una vez en el programa de destino, se escala con las medidas tomadas en campo, para poder tomar cotas reales.

A continuación se presentan los trabajos de documentación geométrica realizado de cada uno de los grupos de vivienda social expuesto anteriormente: grupo Francisco Franco (fig. 1), grupo Balsas de Ebro Viejo (fig. 2), grupo Aloy Salas (fig. 3), grupo Girón (fig. 4), grupo Alférez Rojas (fig. 5) y el mismo grupo de Alférez Rojas rehabilitado (fig. 6).

Tras la extracción de datos, se ha procedido a una sistematización de los mismos, es decir, a su agrupación y catalogación. Para ello, los modelos fotogramétricos se complementan con otro material gráfico existente: plantas de los conjuntos generales y plantas de los portales existentes. La catalogación gráfica tridimensional, base de los indicadores de sostenibilidad, contempla parámetros como: ubicación de accesos, sistema de comunicaciones verticales, número de viviendas, tamaño de las mismas, número de estancias, orientación, número de aberturas y tamaño, ubicación de las instalaciones, existencia de zonas comunes, parámetros de la urbanización del conjunto, superficies de las fachadas, superficies de las cubiertas, longitudes de las fachadas, superficies de los huecos de fachada, etc. Estos parámetros se reúnen en una serie de fichas para establecer medidas cualitativas y de esta forma establecer una línea de trabajo unida a la línea de investigación "Indicadores de sostenibilidad en la rehabilitación de la vivienda social y la regeneración urbana" en base al proyecto de Ley de Rehabilitación, Regeneración y Renovación urbanas, aprobado por el Consejo de Ministros del día 5 de abril de 2013 en el que se apunta a la "información al servicio de las políticas públicas para un medio urbano sostenible", desarrollando unos indicadores que resulten útiles en la actuación de la rehabilitación de la vivienda social. Como por ejemplo, los indicadores relativos al ahorro de energía, para los cuales es necesario conocer los parámetros en función de la morfología edificatoria, de las características constructivas y de la zona climática, para poder calcular las estimaciones de iluminación, ACS y calefacción, y estimar la demanda energética y el consumo energético necesarios para alcanzar el confort térmico. Y los indicadores relativos a la protección frente al ruido, en cuyo caso es necesario conocer la geometría y dimensiones edificatorias, todos sus elementos constructivos, composición de las fachadas, porcentajes de huecos, entorno, y el nivel de ruido exterior, de esta forma poder reducir el nivel de acústica sobre la fachada de los edificios<sup>4</sup>.

## Conclusión

Este material, ordenado y sistematizado, en combinación con el resto de la información contemplada en el proyecto, permitirá un estudio y la obtención de los datos necesarios para establecer relaciones y ayudar a los indicadores relativos al ahorro de energía y protección frente al ruido para la rehabilitación, regeneración y renovación de la vivienda social. Con esta documentación podrá estudiarse, más concretamente, el confort térmico producido por el soleamiento a lo largo del día y en sus variaciones estivales, la superficie potencial de captación de energía solar, la superficie potencial de captación de energía térmica, la superficie potencial de protección frente al ruido, así como también el indicador de apertura de vista en el cielo según el ángulo de apertura de sección de la calle o la percepción espacial del verde urbano, la ocupación del suelo, la habitabilidad del espacio público, la movilidad sostenible, la complejidad urbana, el metabolismo urbano, la biodiversidad urbana y la cohesión social, entre otras.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo económico recibido por la Universidad de Zaragoza y el Banco Santander, proyecto UZ2012-TEC-03.

<sup>4</sup> López-Mesa, Belinda; Gairín Alastuey, Marta; Monzón Chavarrías, Marta; Rubio del Val Juan (2013). Technical indicators to establish the order of priority for integral refurbishment of existing social housing. Proceedings of 1st International & 3rd National Congress on Construction Sustainable and Eco-efficient Solutions. Seville, 20, 21 & 22 May 2013.

**Luis Agustín Hernández** lagustin@unizar.es

Doctor arquitecto por la ETSAB (1993). Profesor Titular de Escuela Universitaria, en el área de Expresión Gráfica (2000). Proyectos de investigación: Manual de autocontrol del proyecto arquitectónico con el COA Aragón, Eurolift con la empresa Schindler y sobre luminarias e iluminación con el Dr. Justiniano Aporta y actualmente en T82 Paisajes urbanos y proyecto contemporáneo. Publicaciones: *Sistema Diédrico*, *Dibujo asistido por ordenador*, *Diseño Industrial*, *Fichas de autocorrección de expresión gráfica arquitectónica*, *Biblioteca pública de Aragón: Representación del espacio arquitectónico*. Y *Paisajes urbanos residenciales en la Zaragoza contemporánea*.

**Angélica Fernández Morales** af@unizar.es

Arquitecta por la ETSAB (2003). Ha trabajado como arquitecta en Barcelona y Zaragoza. Master of Arts por la UdK de Berlín, becada por La Caixa (2006). Profesora Ayudante de Expresión Gráfica Arquitectónica en la Universidad de Zaragoza (2009). Doctoranda en la UPC. Estancias investigadoras en el MACBA, Barcelona y ETH, Zurich. Sus trabajos de investigación han sido seleccionados en diversos congresos nacionales e internacionales y en revistas especializadas. Parte del grupo de investigación "Paisajes urbanos y proyecto contemporáneo" de la Universidad de Zaragoza.

**Zaira Peinado Checa** zpeinado@unizar.es

Arquitecta por la Universidad de Valladolid (2006). Beca Faro colaboración en el estudio de Mauro Sannoner, Milán (2009). Ha colaborado con Ángel Farinós, Bang Studio y Lorente Arquitectos. Arquitecta Municipal en el Ayuntamiento de Calamocha, Teruel (2007). Colaboradora del Programa "estonesunsolar", Zaragoza Vivienda (2009-2010). Máster de Gestión del Patrimonio Cultural de la Universidad de Zaragoza (2010). Profesora Asociada de Expresión Gráfica Arquitectónica en la Universidad de Zaragoza (desde 2010-2011). Doctoranda en Comunicación Visual en Arquitectura y Diseño por la UPC.