

VIVIENDAS SOSTENIBLES CON INTEGRACIÓN DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE MÁLAGA

Resumen

El proyecto de viviendas sostenibles en el centro histórico de Málaga, se encuadra dentro de un emplazamiento donde se han encontrado restos arqueológicos; ha sido desarrollado con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética.

En primer lugar, se exponen los antecedentes y condicionantes, junto con las ideas que han guiado el desarrollo del proyecto.

A continuación, se explica en detalle el planteamiento de la propuesta.

Seguidamente, se analizan los criterios sostenibles que se han considerado en la propuesta de actuación, según el siguiente esquema:

- Criterios sostenibles en el emplazamiento.
- Energía y atmósfera.
- Materiales y recursos naturales.
- Confort y ambiente interior.
- Aspectos sociales y económicos.

Por último, se evalúa el comportamiento medioambiental del edificio mediante el sistema de certificación LEED, con el fin de tener un indicador objetivo del desempeño medioambiental de la propuesta.

Palabras Clave

recursos bioclimáticos; integración urbana; accesibilidad; restos arqueológicos; activación de espacios comunitarios; sostenibilidad;

Área Temática

Edificación.

1. UNA OPORTUNIDAD PARA EL CENTRO HISTÓRICO DE MÁLAGA

Abordar un proyecto de arquitectura desde la sostenibilidad supone dar respuesta a cada una de sus vertientes: medioambiental, social y económica. Si bien la primera de ellas tiene una gran relevancia en el caso de la actividad constructiva, y por ello se le ha dedicado una atención especial, no queremos dejar de lado las otras dos vertientes, pues se trata de dar respuestas viables técnica y económicamente a la sociedad y a las personas, objeto último de la arquitectura.

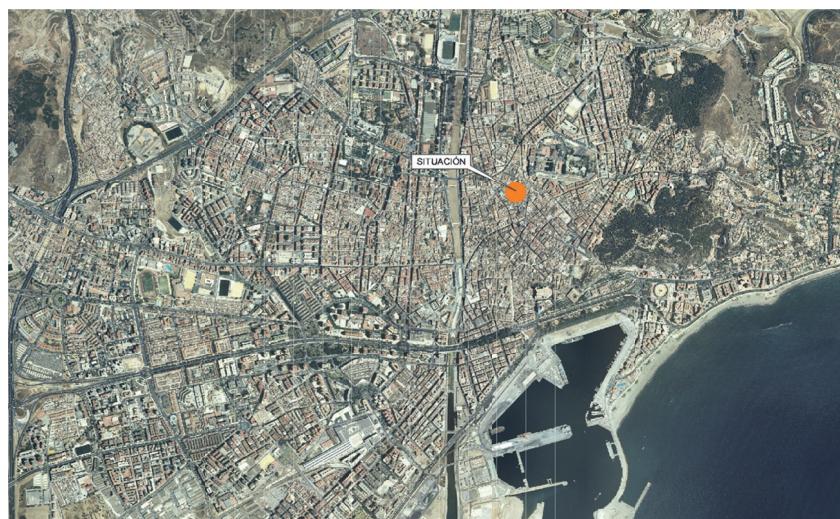
La oportunidad de intervenir en un área de rehabilitación del centro histórico de Málaga, con presencia de restos arqueológicos, se realiza de acuerdo a una serie de principios básicos:

- integrar los restos encontrados en el entorno arqueológico de la ciudad de Málaga, en una actitud de respeto hacia el pasado, permitiendo su incorporación al conjunto de la ciudad.
- dinamizar la vida comunitaria, dando especial importancia a los espacios de relación, dotándolos de contenido mediante la incorporación de actividades relacionadas con los restos arqueológicos u otro tipo de actividades comunitarias.
- diseñar el edificio con la mayor sencillez constructiva y tipológica posible, de forma que se reduzca al máximo su coste.
- utilizar recursos bioclimáticos que minimicen el consumo energético del edificio, permitiendo al mismo tiempo un alto grado de confort para sus habitantes.

2. ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES

El proyecto en respuesta a la iniciativa de la Empresa Pública del Suelo de Andalucía (EPSA), para la "Redacción del Estudio Previo, Proyecto Básico y de Ejecución, Estudio de Seguridad y Salud, Proyecto y Dirección de Obras de 31 viviendas protegidas de precio general en venta en c/Chinchilla y Alta, y c/Chinchilla y Dos Aceras en el área de rehabilitación del centro histórico de Málaga", convocado mediante concurso en 2011.

Figura 1. Situación de la parcela en la ciudad de Málaga. Fuente: EPSA.



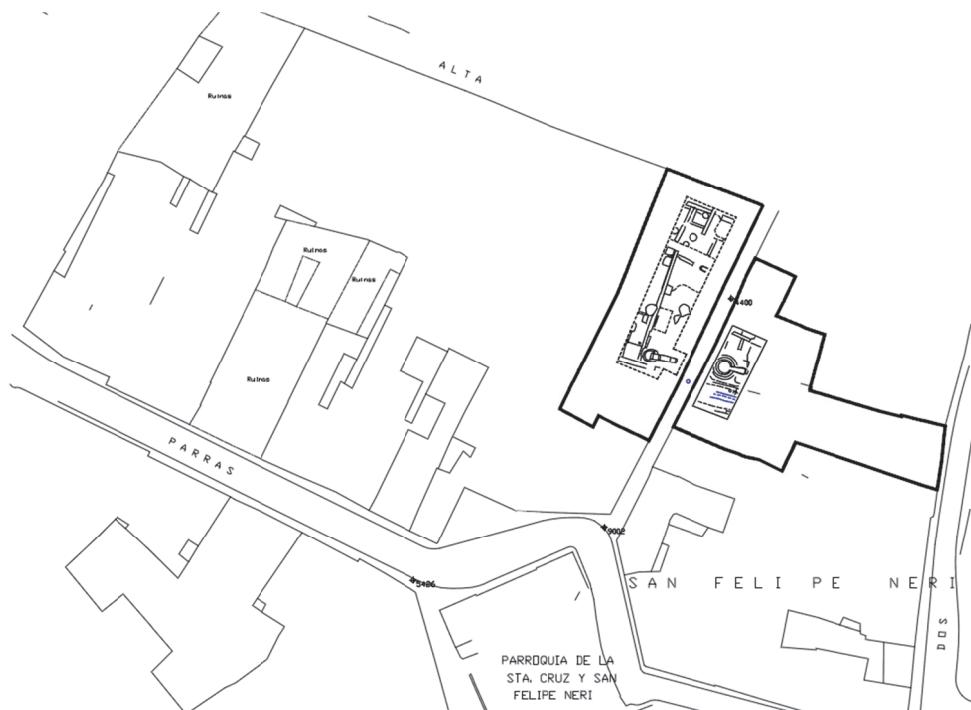
La superficie de suelo objeto del proyecto es de 1.210,96 m²; se trata de la suma de varios solares entre medianeras de construcciones existentes, con una geometría muy irregular, divididos en dos sectores por la calle Chinchilla, de uso peatonal (figura 2).

Figura 2. Localización de la superficie de actuación, centro histórico de Málaga. Fuente: EPSA.



En los solares objeto del proyecto existen una serie de restos arqueológicos de interés patrimonial (figura 3), algo común y característico del centro histórico de Málaga. De acuerdo con las Resoluciones de la Consejería de Cultura, se hace necesario preservarlos *in situ*.

Figura 3. Localización de restos arqueológicos encontrados en la zona de actuación, a ambos lados de la calle peatonal que divide la superficie total en dos áreas diferenciadas. Fuente: EPSA.



En las figuras 2 y 3 se observa que la superficie total de actuación queda dividida en dos zonas por la calle Chinchilla, peatonal. Consideramos esta calle como parte integrante de la propuesta, potenciando su uso y dando continuidad en planta baja a las dos zonas de actuación con el espacio de la calle peatonal, logrando fluidez espacial entre las dos edificaciones propuestas, que aunque están físicamente separadas, forman como resultado una unidad de conjunto (figura 4).

Figura 4. Propuesta: vista interior en planta baja desde uno de los patios interiores: ciudad y peatón fluyen a través del espacio continuo de la calle y los patios propuestos. Elaboración propia.

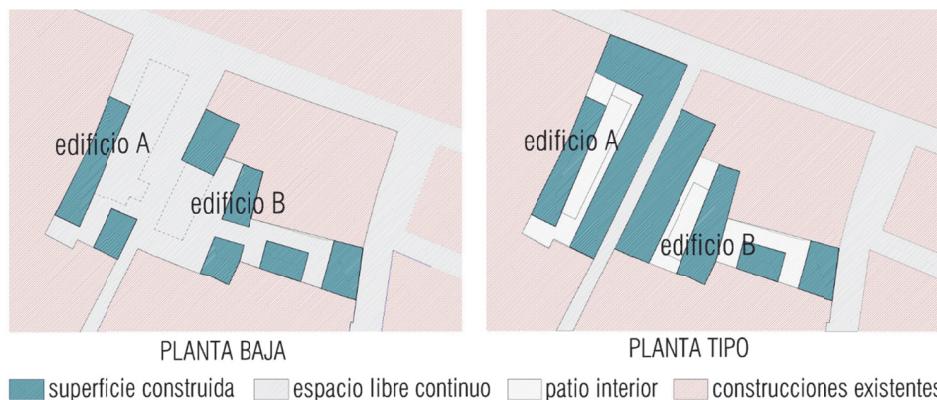


3. PROPUESTA

La integración de los restos arqueológicos en el entorno de la ciudad y en la vida cotidiana de los ciudadanos es la idea generadora del proyecto: actuamos en una zona de Protección Arqueológica, y la normativa de aplicación, tanto de Patrimonio como municipal, permite su cubrición o enterramiento. Desde nuestra propuesta fomentamos el respeto y el conocimiento del pasado, a la vez que asumimos el reto de hacerlo posible; por lo tanto, planteamos la exhibición de los restos, para el disfrute y conocimiento de los habitantes y visitantes de la ciudad.

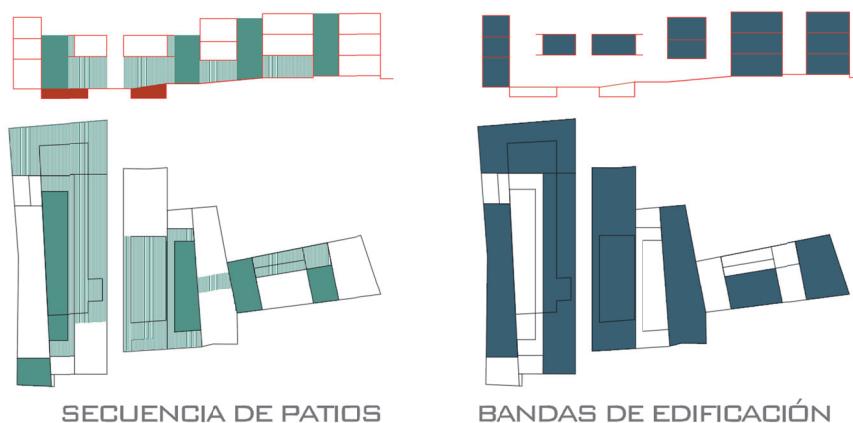
Con esta premisa, liberamos gran parte de la planta baja para dejar al descubierto los restos arqueológicos y crear un nuevo espacio que se integra al espacio urbano: la calle Chinchilla, de extrema estrechez en la actualidad, se expande en planta baja con la suma de los espacios de los restos arqueológicos (a un nivel inferior de la cota de la calle) y los espacios de los patios de los edificios generados a ambos lados de la calle (figura 5).

Figura 5. Esquema: integración de espacio libre en planta baja. Elaboración propia.



Dada la geometría de la superficie de actuación, y en la búsqueda de ventilación cruzada de todas las viviendas, se plantea en ambos edificios sendas secuencias de bandas de patios y edificación (figura 6).

Figura 6. Esquema: secuencia de patios y bandas de edificación intercalados. Elaboración propia.

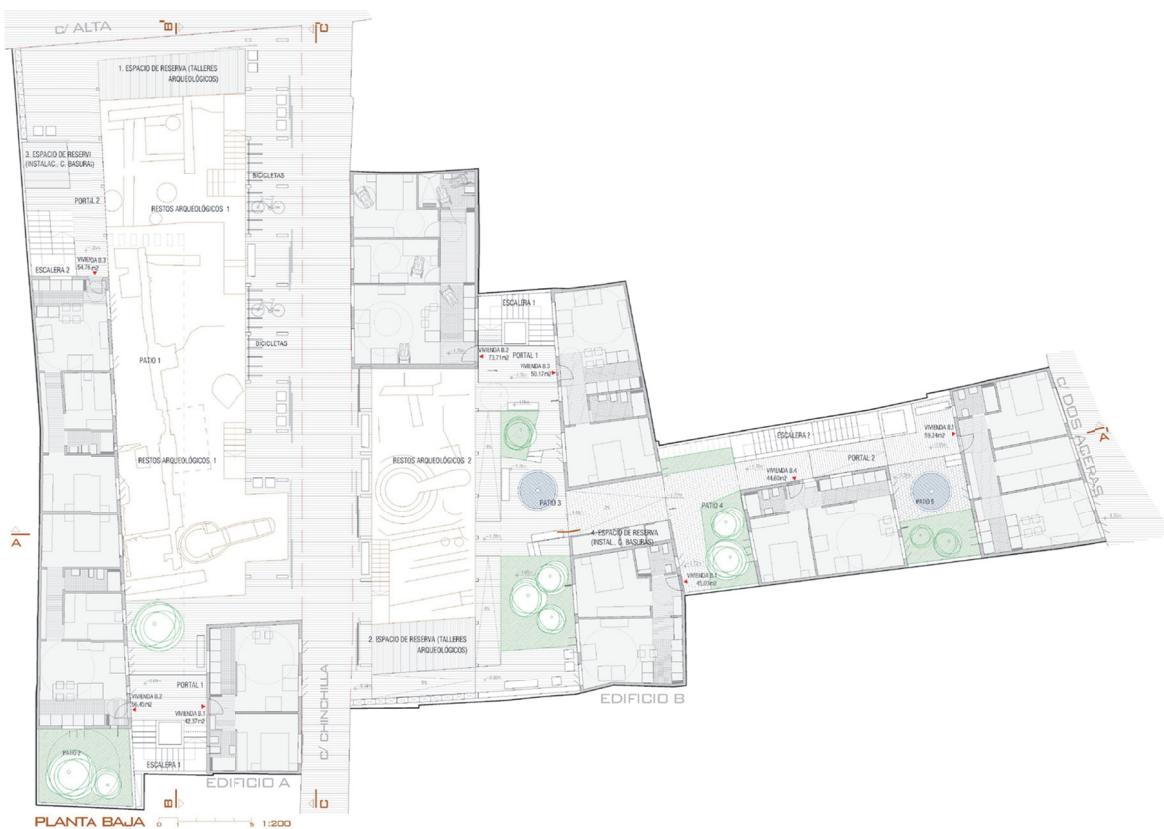


De esta manera, ensanchando en planta baja la calle, proporcionamos un nuevo espacio para la ciudad, dando lugar a una zona de paso más cómoda, a la vez que generamos una zona de estancia y contemplación de los restos preservados.

Para lograr la percepción espacial de continuidad entre edificaciones y que el peatón se sienta involucrado, delimitamos las parcelas con frente a la calle Chinchilla mediante elementos móviles discontinuos, que permiten integrar física y visualmente el espacio público exterior con los patios estructurantes de los edificios propuestos, las zonas arqueológicas y los accesos a las viviendas.

El espacio, tanto público o privado, fluye libremente a través de la planta baja, de manera que el ciudadano lo percibe como un espacio continuo y lleno de vida (figura 7), contrariamente a lo que es en la actualidad, un espacio estrecho en una zona degradada del centro de la ciudad.

Figura 7. Planta baja: restos arqueológicos, espacios libres de paso y estancia, portales de acceso y viviendas, talleres e instalaciones. Elaboración propia.



En lo que se refiere los usos en planta baja, damos prioridad a la ocupación de los restos arqueológicos y sus zonas de acceso, además de recorridos peatonales entre patios, espacios de estancia, aparcamiento para bicicletas y accesos a los portales de las viviendas. También incluimos dos zonas destinadas a talleres para formación y divulgación vinculados a los restos arqueológicos. Dado el planteamiento de respeto al patrimonio arqueológico, sólo un tercio del total de la superficie en planta baja se destina a viviendas y espacios anexos para instalaciones.

Los patios estructurantes que proponemos cobran tanta importancia como los propios espacios edificados: en planta baja se incorporan al espacio urbano (figura 5), ampliéndolo a modo de plaza (figura 4); en las plantas superiores (figuras 8 y 10), sirven para ventilar, iluminar o sombrear mediante toldos a nivel de cubierta.

Con la presencia de los patios estructurantes interiores rescatamos el espíritu del patio típico de la vivienda andaluza, con vegetación autóctona y agua en movimiento, creando olores y sonidos que invitan a la estancia y a la vida comunitaria.

Figura 8. Planta primera: acceso a viviendas desde galería exterior cubierta. Elaboración propia.



El proyecto conecta con recorridos generosos y accesibles las diferentes formas de ocupación de los espacios, desde los recintos arqueológicos hasta los huertos urbanos de cubierta, definiendo una serie de espacios intermedios a diferentes niveles, enlazados mediante rampas y plataformas que, además de permitir el acceso a las viviendas, favorecen la relación y la comunicación en la vida diaria de los residentes.

La propuesta se adapta tanto a la geometría en planta, aprovechando todos los espacios y sus irregularidades, como a la topografía, con pendiente pronunciada en el sentido de la calle Chinchilla (figura 9), facilitando la accesibilidad desde cualquier punto, minimizando el impacto visual e integrando la solución final con las edificaciones colindantes.

Figura 9. Sección paralela a la calle Chinchilla. Planta baja diááfana con acceso a restos arqueológicos y recorridos por galerías interiores. Toldos en patios. Elaboración propia.



Mediante la secuencia de recorridos enlazados reducimos al mínimo el número de núcleos de comunicación vertical: existen 4 núcleos, con 3 ascensores en total, lo cual contribuye de forma favorable a la viabilidad económica de la propuesta, aprovechando al máximo el espacio disponible. Esto se hace posible a través de una galería exterior que da acceso a las viviendas superiores (figuras 8, 9 y 10).

Figura 10. Planta segunda-átilo: viviendas y huertos urbanos. Elaboración propia.



En la planta segunda-átilo (figura 10) aprovechamos la zona de alineación con la calle Chinchilla, de menor altura, para ubicar huertos urbanos, que permiten completar el perfil de

la calle con vegetación, y proporcionan una zona de actividad y relación a sus ocupantes; el resto de la superficie son viviendas y galerías de acceso.

Por último, recuperamos el espacio de las cubiertas como zona de uso comunitario, con huertos urbanos y tendederos (figura 11). En esta planta ubicamos paneles solares, con inclinación y orientación adecuados para obtener el mayor rendimiento posible, separados de las fachadas para minimizar su impacto visual.

Figura 11. Planta cubierta: huertos urbanos, tendederos comunitarios y paneles solares.
Elaboración propia.

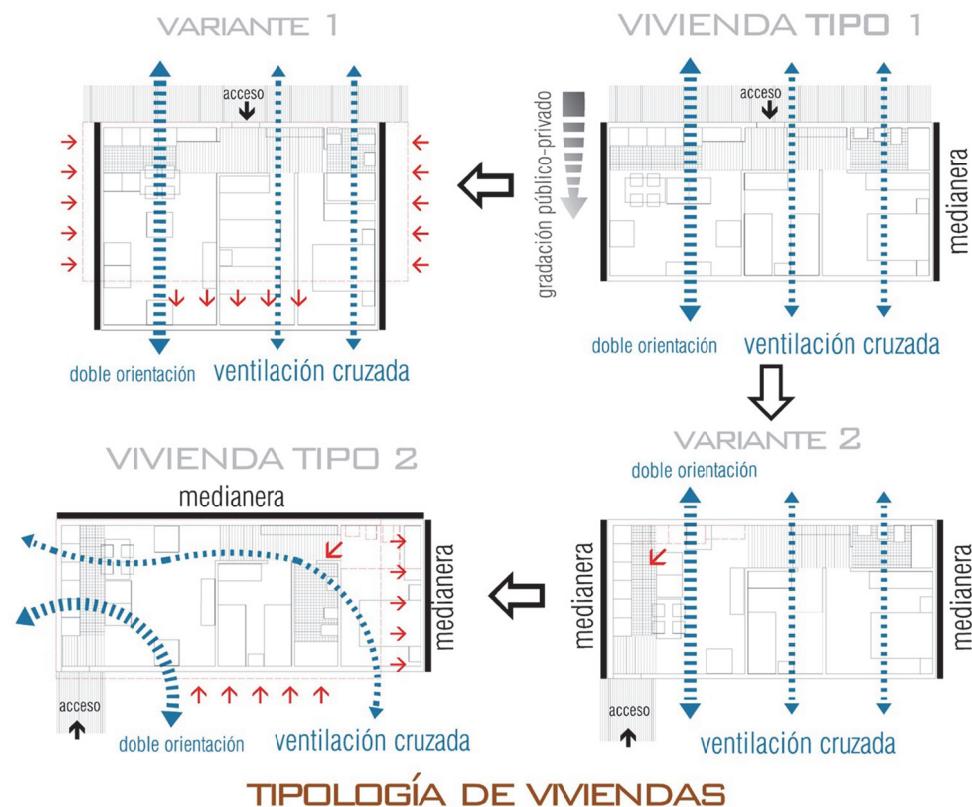


El programa desarrollado consta de 29 viviendas de protección pública, principalmente de dos dormitorios, con una superficie construida total de 2.200 m².

Para facilitar la ejecución de las obras, minimizar costes, materiales e impacto en el medio ambiente, proponemos únicamente dos tipologías de vivienda (figura 12), atendiendo a criterios de orientación y ventilación; de esta manera, todas las estancias de las viviendas, incluso las consideradas no vivideras (zonas de paso y baños), tienen iluminación y ventilación natural. Se mantiene siempre una separación entre zona de día (cocina-estar-comedor) y zona de noche (dormitorios y baño), que se articulan entre sí y con las zonas comunes por medio del vestíbulo de acceso. Dentro de estas dos tipologías, existen pequeñas variaciones para adaptarse a la geometría irregular del emplazamiento, o según el punto de acceso a cada vivienda en relación con la galería exterior.

Las viviendas están conformadas por 22 de dos dormitorios y 7 de un dormitorio, manteniendo siempre la misma tipología. Hay dos viviendas adaptadas, ubicadas en planta baja para facilitar el acceso a las mismas, que corresponden al tipo 1, descrito en la figura 12.

Figura 12. Tipologías de viviendas, ventilación cruzada y gradación de espacio público-privado. Elaboración propia.



4. CRITERIOS SOSTENIBLES EN EL EMPLAZAMIENTO

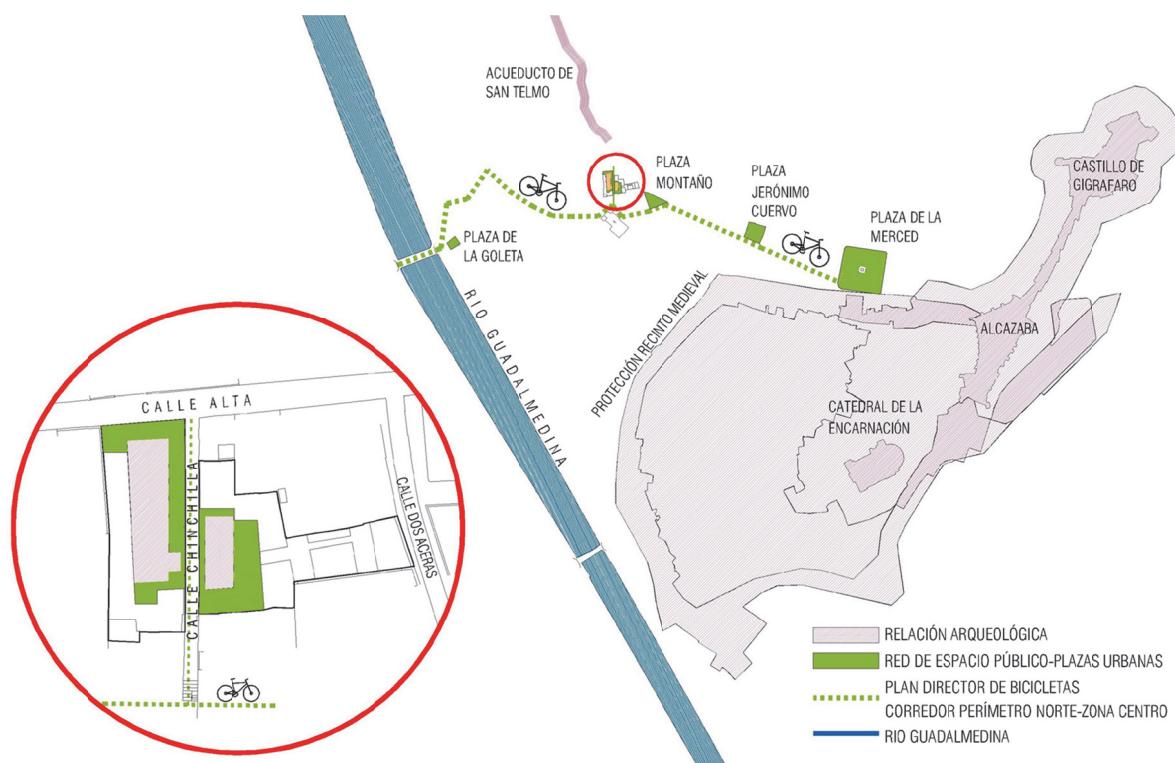
El emplazamiento del proyecto en zona urbana permite el acceso peatonal a los servicios básicos y a la red de transporte público municipal.

Nos sumamos al actual Plan Director de Bicicletas de la ciudad de Málaga (corredor perímetro norte - zona centro), incorporando la zona de actuación a la ruta del carril-bici previsto y dotando a la planta baja de aparcamiento para bicicletas.

El proyecto no contempla la construcción de nuevas plazas de aparcamiento, potenciando de esta forma el transporte alternativo: público, peatonal y en bicicleta, de manera que reducimos la emisión de CO₂ y la contaminación, y contribuimos a la preservación del medio ambiente y de los restos arqueológicos.

Asimismo, prevemos integrar los restos arqueológicos dentro del conjunto de yacimientos y puntos de interés histórico y cultural de la ciudad (figura 13), y para ello proyectamos, también en planta baja, espacios para talleres destinados a la formación y divulgación de la Historia y la Cultura de la ciudad.

Figura 13. Esquema de relación urbana: vinculación con otros puntos de interés histórico y cultural y con plazas urbanas cercanas. Elaboración propia.

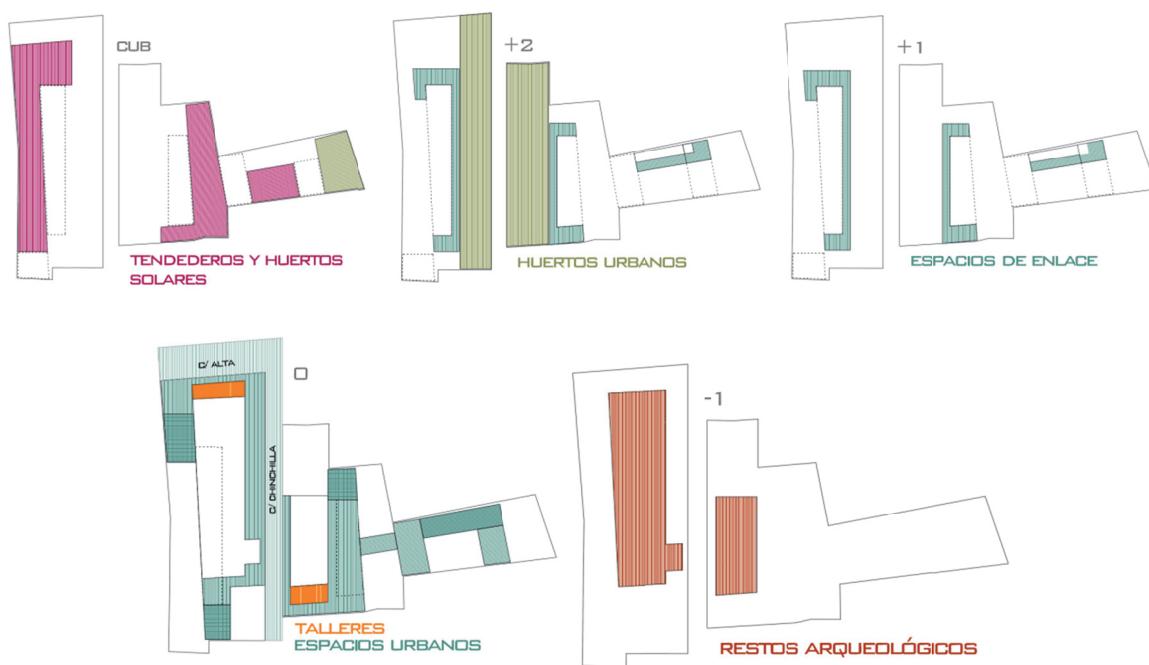


Nuestra propuesta incide de forma especial en el tratamiento de los espacios libres, ya que son estos espacios los que favorecen la vida comunitaria y redundan en una mayor integración social (figura 14). Así, liberamos el acceso a los restos arqueológicos, configurando una secuencia de patios enlazados que proporcionan espacios de relación, y que mediante una serie de recorridos dinámicos de rampas y galerías conectan con los huertos urbanos de la cubierta, dinamizadores de la vida comunitaria, y que simbólicamente complementan el respeto al pasado (nivel restos arqueológicos) con el ideal de un presente y un futuro mejor y más sostenible (nivel huertos urbanos).

De esta manera, proponemos la creación de espacios abiertos ajardinados en planta baja y cubierta con especies autóctonas, lo que añade a la parcela y al entorno valor ecológico (figuras 7, 10 y 11). Prevemos un sistema de recogida de agua de lluvia que se usará para riego tanto de los huertos urbanos como de las zonas ajardinadas, y que además contribuirá a reducir el impacto de las tormentas.

Asimismo, el efecto isla de calor se minimiza doblemente; por un lado, con la vegetación de las zonas ajardinadas y los huertos urbanos, y por otro, con los toldos móviles previstos en los patios, a la altura de la cubierta (figura 9).

Figura 14. Secuencia de espacios libres desde los restos arqueológicos (esquema inferior derecha) hasta la planta cubierta (esquema superior izquierdo). Elaboración propia.



El impacto ambiental es nulo, por tratarse de un espacio urbano ya consolidado. La construcción de las viviendas mejorará la ciudad y el entorno, ya que la zona se encuentra actualmente degradada por falta de actuación en ella. Se muestran a continuación una serie de fotografías actuales que evidencian esta situación (figuras 15, 16 y 17).

Figura 15. Vista actual desde la calle Alta: la calle Chinchilla que baja hasta la iglesia divide en dos la zona de actuación. A la derecha, primer plano de la ubicación del edificio A. Fuente: EPSA.



Figura 16. Vista actual de la calle Dos Aceras. En la mitad izquierda, fachada del solar de actuación con las medianeras de las edificaciones colindantes. Fuente: EPSA.



Figura 17. Vista actual de la calle Chinchilla, peatonal, desde el extremo opuesto a la calle Alta, que divide en dos la zona de actuación. Se aprecia la pendiente pronunciada de la calle.

Fuente: EPSA.



5. ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Uno de los principales objetivos de la sostenibilidad es el ahorro energético; con esta propuesta conseguimos un elevado nivel de eficiencia energética que minimiza el consumo de energía y, en consecuencia, reduce las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Adaptándonos a las características del clima de Málaga, con inviernos suaves, veranos calurosos, y gran cantidad de horas de sol, proponemos una serie de medidas innovadoras para reducir el consumo energético, que detallamos a continuación:

- CLIMATIZACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE AIRE:

Recurrimos a la combinación de dos dispositivos de eficacia probada y con un consumo energético mínimo: chimeneas solares y colectores enterrados de aire (figuras 18 y 19).

En verano, el aire, ya pretratado (refrescado y humedecido) en su paso por los patios sombreados y con vegetación y fuentes de agua, es enfriado en los colectores enterrados y se impulsa al interior de las viviendas gracias al tiro natural que proporcionan las chimeneas solares. En invierno, el aire frío se precalienta en los colectores enterrados, y posteriormente pasa a las chimeneas solares, que en este

caso actúan como paneles térmicos de aire, desde donde se impulsa al interior de las viviendas.

Figura 18. Esquema bioclimático. Climatización por aire: chimeneas solares y colectores enterrados, funcionamiento en verano. Elaboración propia.

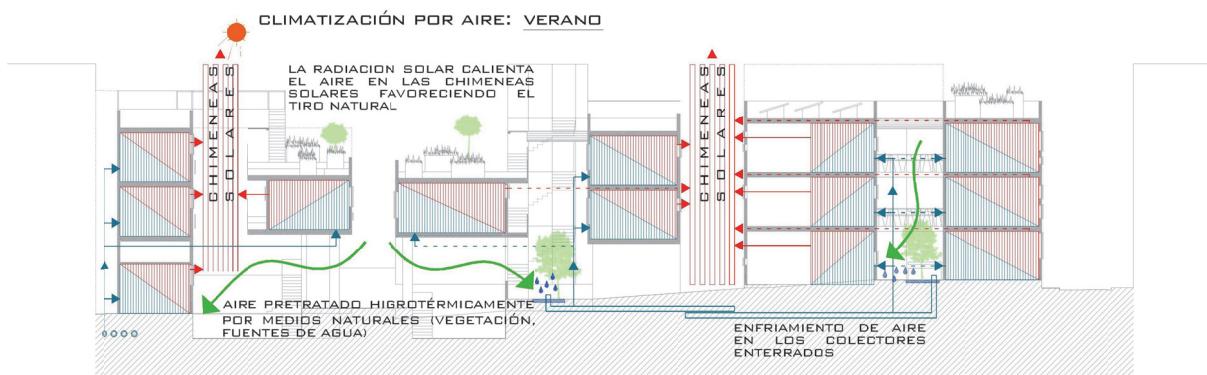
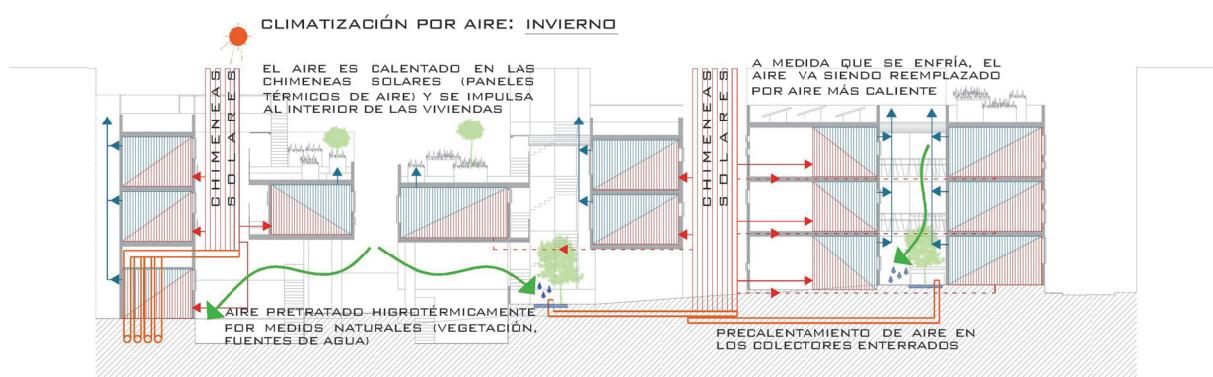


Figura 19. Esquema bioclimático. Climatización por aire: chimeneas solares y colectores enterrados, funcionamiento en invierno. Elaboración propia.



De esta manera, evitamos el uso de materiales refrigerantes contaminantes (CFC o similares), ya que el sistema de climatización es 100% natural. Además reducimos prácticamente a cero el consumo de energía para climatización, sólo usamos la necesaria para hacer funcionar los ventiladores (en chimeneas y en colectores enterrados) necesarios para garantizar la circulación de aire.

- **APROVECHAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR, VENTILACIÓN NOCTURNA E INERCIA TÉRMICA:**

En verano, usamos la ventilación cruzada y nocturna (figura 20), aprovechando la inercia térmica de los forjados para mantener refrigerada la vivienda durante el día. En invierno usamos la radiación solar para calentar el interior de las viviendas (figura 21), dimensionando los huecos en función de la orientación y el tiempo de exposición al sol, y aprovechando igualmente la inercia térmica de los forjados, que irradian el calor lentamente hacia el interior.

Con este sistema innovador conseguimos un rendimiento excepcional del sistema de climatización, únicamente usando medios naturales: tierra y sol.

Figura 20. Esquema bioclimático. Ventilación nocturna e inercia térmica, funcionamiento en verano. Elaboración propia.

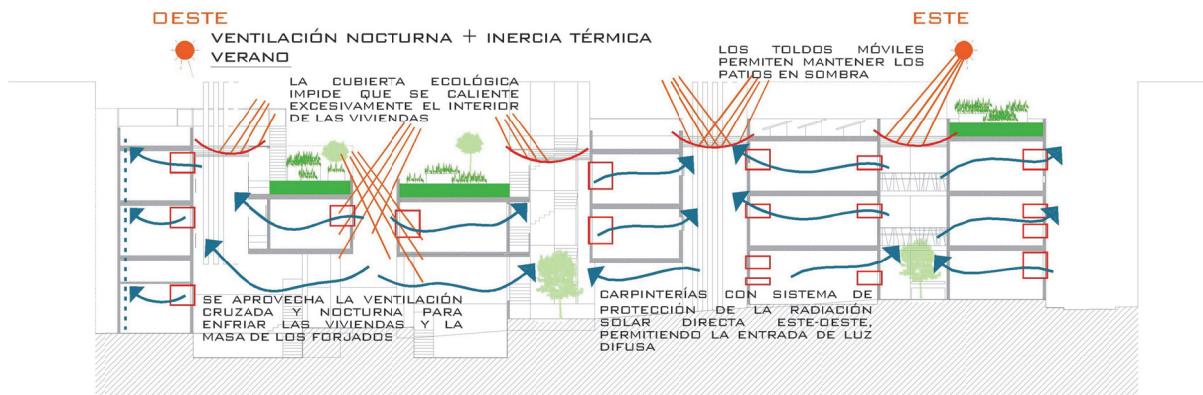
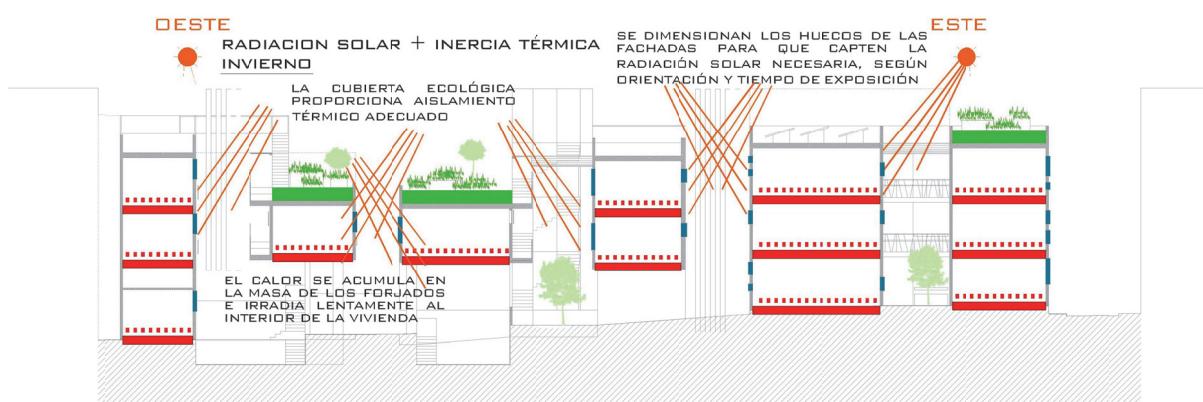


Figura 21. Esquema bioclimático. Aprovechamiento de la radiación solar e inercia térmica, funcionamiento en invierno. Elaboración propia.



- **ESTUDIO DE LA ENVOLVENTE:**

Proponemos una envolvente formada por sistemas prefabricados y de montaje en seco que, con un elevado aislamiento térmico, proporciona un coeficiente de transmisión térmica $U=0,285\text{W/m}^2\text{K}$ en tan sólo 18,3 cm de espesor (figuras 22 y 23). La fachada es pasante por delante del forjado, con lo que se evita el puente térmico y aumenta la eficacia del aislamiento térmico.

Las carpinterías se dotan de dispositivos de sombreado, lamas móviles desplazables de eje vertical, que se adaptan a la desfavorable orientación este-oeste de las fachadas, la cual viene dada por el emplazamiento (figura 24).

Los huertos urbanos proporcionan un aislamiento adicional en las cubiertas (figuras 10 y 11), mientras que en los patios se instalan sistemas de toldos móviles con el objeto de proporcionar sombra en los sofocantes veranos de Málaga (figura 9).

Figura 22. Estudio de la envolvente. Elaboración propia.

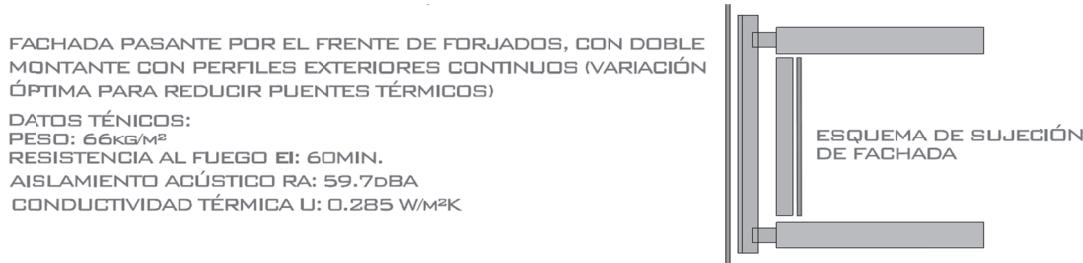


Figura 23. Estudio de la envolvente: detalle constructivo de fachada. U=0,285W/m². Fuente: Knauf.

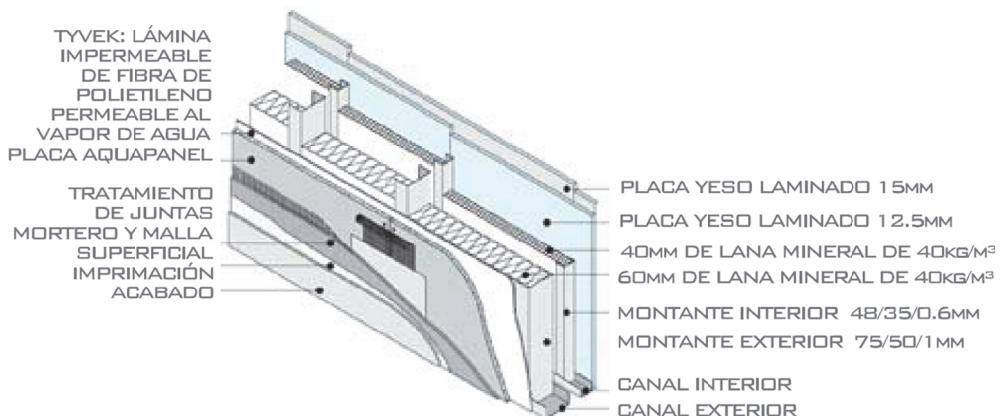
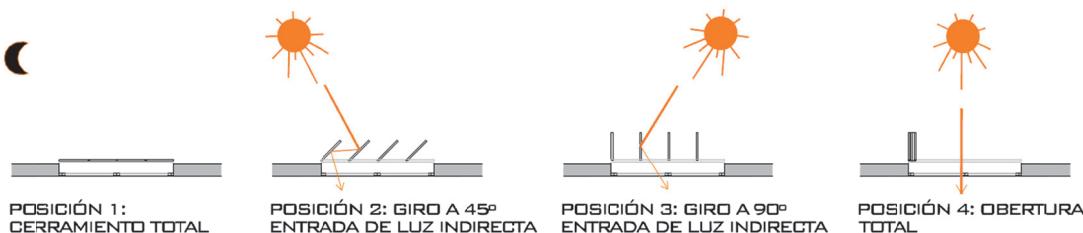


Figura 24. Sombreamiento de huecos en fachada con lamas móviles de eje vertical para el control de la radiación solar en el interior de las viviendas. Elaboración propia.



PROTECCIÓN SOLAR EN VENTANAS MEDIANTE LAMAS MÓVILES DESPLAZABLES, QUE PERMITEN 4 POSICIONES DIFERENTES PARA AJUSTARSE A LA ORIENTACIÓN DE LA FACHADA Y A LA NECESIDAD DE PROTEGERSE MÁS O MENOS DE LA RADIACIÓN SOLAR.

El uso combinado de recursos innovadores con los de la arquitectura popular, nos permite optimizar al máximo el rendimiento energético de la solución propuesta, de manera que reducimos notablemente el consumo de energía, a la vez que generamos gran parte de la que se necesita, haciendo posible el estándar de Edificio de Energía Casi Nula.

Asimismo, se prevé la monitorización del funcionamiento energético del edificio, de cara a tener datos fiables y optimizar su rendimiento en el tiempo.

6. MATERIALES Y RECURSOS NATURALES

La propuesta responde en cuanto a texturas y calidad ambiental a criterios tradicionales: acabados continuos y rugosos, patios interiores con vegetación y fuentes (figura 25); sin embargo, en su expresión formal es decididamente moderna, tanto por los materiales empleados (sistemas industrializados) como por los sistemas compositivos (organización en bandas, planta baja diáfana, formalización de fachada). La organización del edificio se adapta a la geometría del solar, mediante una estudiada secuencia de llenos y vacíos que se van desplazando y girando según las condiciones de contorno.

Figura 25. Vista exterior de la propuesta desde la calle Alta: la calle Chinchilla a la izquierda on la iglesia al fondo. Elaboración propia.



Priorizamos el uso del agua como recurso natural, en ocasiones escasa en la zona, de manera que a la recogida de agua de lluvia para riego de huertos urbanos y zonas ajardinadas, añadimos el reciclaje de aguas grises para riego de zonas ajardinadas.

Asimismo, se reduce el consumo de agua en aparatos sanitarios de las viviendas mediante perlitadores y fluxores de probada eficacia, con el mismo confort para los usuarios y bajo impacto económico.

A las estrategias pasivas de sostenibilidad ya comentadas, hemos sumado la captación solar para producción de electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos, aprovechando la elevada cantidad de horas de radiación solar en la zona; la superficie de captación se ha calculado para generar más del 15% de la demanda total de electricidad.

Para facilitar la recogida y el reciclaje de materiales, incluimos un espacio en planta baja para la recogida y reciclaje de basuras, de forma separada para cada uno de los diferentes materiales: orgánico, papel, cartón, vidrio, plástico y metal. De igual modo, en la fase de obra, el proyecto contará con un sistema de gestión de residuos.

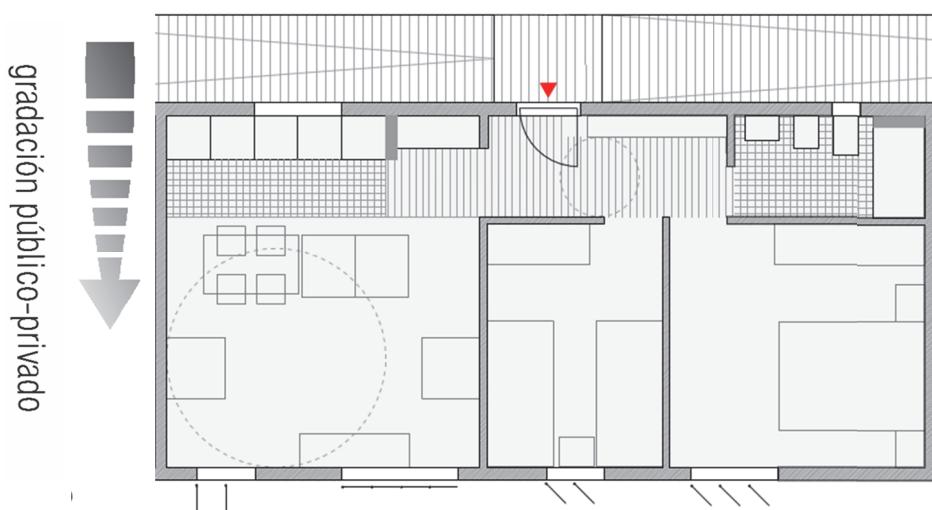
7. CONFORT Y AMBIENTE INTERIOR

Nuestra propuesta responde a todas las exigencias básicas de calidad, de manera que se garantiza el bienestar de las personas, la protección del medio ambiente y la satisfacción de las necesidades de los usuarios.

La organización en bandas de la propuesta (figura 6) nos permite, por una parte, optimizar los parámetros funcionales y la sencillez de ejecución; por otra, define una secuencia de patios enlazados que configuran una serie de recintos de estancia y relación, y favorecen la ventilación cruzada (figura 12).

La optimización de los espacios, la orientación, y la ventilación cruzada en todas las viviendas, han sido los ejes vertebradores considerados a la hora de diseñar y distribuir los espacios interiores (figura 26).

Figura 26. Esquema de vivienda tipo: distribución de espacios interiores y gradación espacio público-privado. Elaboración propia.



El innovador sistema de climatización por desplazamiento de aire con chimeneas solares y colectores enterrados garantiza la renovación continua del aire en el interior de las viviendas, eliminando los aireadores de las carpinterías exteriores y los puentes térmicos, aumentando así la eficacia del aislamiento térmico de la fachada y reduciendo la demanda energética en climatización y calefacción, de manera que aumentamos la eficiencia de todos los sistemas.

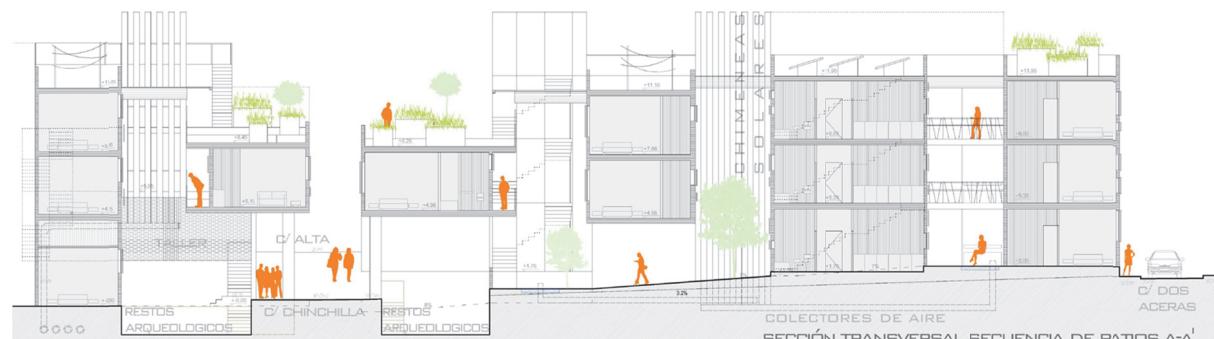
Todas las viviendas cuentan con vistas directas al exterior, luz natural con niveles de iluminación adecuados y control de deslumbramiento por medio del sistema de protección solar de las carpinterías; también cuentan con control de climatización individual para cada vivienda y de iluminación en cada dependencia, así como control horario y sensores de movimiento en las zonas comunes.

8. ASPECTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS

Edificar viviendas no es sólo construir un edificio, es habilitar espacios que faciliten una experiencia vital lo más gratificante posible a sus ocupantes. En el caso de viviendas públicas, esa dimensión pública adquiere un aspecto especialmente relevante: supone un modelo de convivencia que la sociedad propone a sus ciudadanos. La presencia en el solar de restos arqueológicos aporta un condicionante adicional, extraordinario, que nos ofrece la oportunidad de responder desde la arquitectura a todas estas inquietudes: respeto por el patrimonio arqueológico, integración en el entorno urbano, dimensión comunitaria de la vida urbana.

En nuestra propuesta recuperamos el espacio de la cubierta como zona de uso comunitario. Para ello proponemos su ocupación con una serie de huertos urbanos, que junto con los tendederos y paneles solares, van ocupando los diferentes niveles de la cubierta (figura 11). De esta forma, potenciamos el aprovechamiento económico y la sostenibilidad de la actuación, impulsamos la conciencia ecológica de los ciudadanos y favorecemos la vida comunitaria de los ocupantes del edificio (figura 27).

Figura 27. Sección transversal: los espacios comunes intermedios y el uso de la cubierta permiten el acceso a las viviendas, favorecen la relación y la comunicación diaria de los residentes. Elaboración propia.



La calle Chinchilla, eje de la actuación, tiene una pendiente del 9% (figura 28). Ambos edificios se abren a esta calle en su planta baja, manteniendo la pendiente en la parte comprendida entre la calle y los recintos arqueológicos y, suavizando la misma, en forma de rampas, escaleras y plataformas, formando zonas de estancia y relación, en los patios interiores, manteniendo en todo momento la accesibilidad a patios y viviendas.

En las plantas altas, las viviendas se escalonan siguiendo la pendiente de la calle de forma menos acusada, jugando con los límites superior e inferior de altura permitidos por la normativa urbanística. De esta forma, mantenemos una continuidad en los elementos de circulación, salvando las diferencias de nivel con rampas de suave pendiente y favoreciendo la relación comunitaria.

Figura 28. Sección por calle Chinchilla. Alzado edificio A. Elaboración propia.



Por otro lado, la organización general del edificio en forma de bandas nos permite optimizar el sistema estructural, tanto en lo referente a la disposición de la estructura (luces y elementos de dimensiones similares, sistemas continuos), como a los sistemas empleados (estructura metálica, forjados de chapa metálica colaborante), que permiten una ejecución sencilla, rápida y económica.

Esta estrategia en el diseño de la estructura, junto con la distribución de las viviendas, únicamente en base a dos tipos básicos y dos variantes, que facilita el replanteo y la ejecución de la obra, y la implantación de sistemas industrializados (fachada con sistema de montaje en seco especial para exteriores, tabiquería de montaje en seco) permite acortar tiempos en la construcción de la obra y optimizar recursos técnicos y económicos.

9. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO: MÉTODO LEED

Por último, en la tabla 1 se presenta la evaluación de la sostenibilidad del proyecto mediante el método LEED, reconocido internacionalmente, desarrollado por el US Green Building Council, indicando los créditos a obtener en cada uno de los apartados, junto con una breve explicación de los mismos, y la certificación final.

LEED 2009 · NUEVAS CONSTRUCCIONES Y GRANDES REHABILITACIONES



CRÉDITO	EMPLAZAMIENTO SOSTENIBLE	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
REQ	Prevención de contaminación durante la construcción		SÍ	plan de obra para prevenir erosión, sedimentación por escorrentías y polución del aire
SS 1	Selección de emplazamiento	1	1	suelo previamente urbanizado, nula afección de terreno natural o sin edificar
SS 2	Densidad de desarrollo y conectividad urbana	5	5	es una zona urbana con acceso peatonal a servicios básicos
SS 3	Recuperación de zonas industriales abandonadas	1		no aplicable
SS 4.1	Transporte alternativo -acceso a transporte público	6	6	cuenta con acceso a transporte público en una distancia <400m
SS 4.2	Transporte alternativo - aparcamiento de bicicletas y vestuarios	1	1	se ha previsto aparcamiento de bicicletas y acceso a carril bici urbano
SS 4.3	Transporte alternativo -vehículos de baja emisión y carburantes eficientes	3		no se contempla
SS 4.4	Transporte alternativo -capacidad de aparcamiento	2	2	no se prevén plazas de aparcamiento
SS 5.1	Desarrollo de emplazamiento - proteger o restaurar el hábitat	1	1	vegetación autóctona en espacios libres y en cubierta verde, en una superficie >20%
SS 5.2	Desarrollo de emplazamiento - maximizar espacios abiertos	1	1	existen espacios abiertos con vegetación, incluyendo cubierta verde, en una superficie >20%
SS 6.1	Diseño de escorrentías - control cuantitativo	1	1	cubierta vegetal y recogida de aguas pluviales para minimizar el impacto de las tormentas
SS 6.2	Diseño de escorrentías -control cualitativo	1	1	cubierta vegetal y recogida de aguas pluviales para reducir la contaminación por agua
SS 7.1	Efecto isla de calor -espacios no cubiertos	1	1	sombreado de patios mediante toldos
SS 7.2	Efecto isla de calor – cubiertas	1	1	cubierta vegetal y huertos solares que protegen la cubierta de la radiación solar
SS 8	Reducción de contaminación lumínica	1	1	proyecto de iluminación cumpliendo las especificaciones de contaminación lumínica
TOTAL		26	22	

CRÉDITO	USO EFICIENTE DE AGUA	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
REQ	Reducción en el uso de agua - reducción del 20%		SÍ	sanitarios con dispositivos de reducción de consumo; recogida de aguas pluviales y reciclaje de aguas grises para uso no potable
WE 1	Jardinería eficiente en el uso de agua	4	2	especies locales adaptadas al clima; uso de aguas pluviales y grises para riego
WE 2	Tecnologías innovadoras para aguas residuales	2		no se contempla
WE 3	Reducción en el uso de agua	4	3	se estima una reducción de consumo del 35%, con las estrategias indicadas en 'REQ'
	TOTAL	10	5	

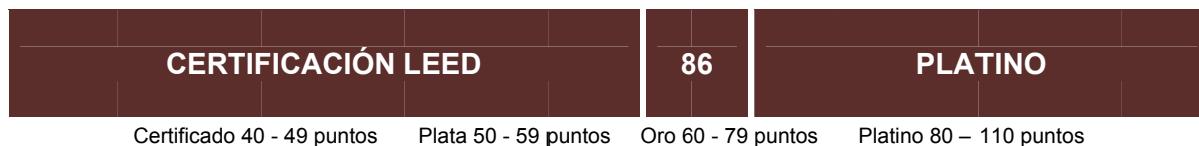
CRÉDITO	ENERGÍA Y ATMÓSFERA	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
REQ	Control básico de puesta en marcha de sistemas energéticos		SÍ	se pretende que una OC documente la instalación de todos los sistemas energéticos
REQ	Eficiencia energética mínima		SÍ	la estimación de ahorro energético sobre el edificio base es muy superior al 10% (ver crédito EA 1)
REQ	Gestión básica de refrigerantes		SÍ	no se contempla el uso de CFC en el sistema de climatización
EA 1	Optimización de eficiencia energético	19	19	se ha diseñado un sistema de climatización cuyo consumo de energía es mínimo, con una ahorro estimado del 90%
EA 2	Uso de energía renovable producida in-situ	7	7	paneles fotovoltaicos; se estima que se cubre el 15% de la demanda de electricidad
EA 3	Control de sistemas energéticos mejorado	2	2	se pretende que la OC revise y documente desde la fase diseño hasta el primer año de funcionamiento de los sistemas
EA 4	Gestión de refrigerantes mejorada	2	2	no se contempla el uso de CFC en el sistema de climatización
EA 5	Medida y verificación	3	3	medida de la eficiencia energética del edificio al menos durante 1 año según el IPMVP
EA 6	Energía verde	2		en este momento no se considera posible elegir el origen de la energía eléctrica de la red
	TOTAL	35	33	

CRÉDITO	MATERIALES Y RECURSOS	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
REQ	Almacenamiento y recogida de materiales reciclables		SÍ	se prevé espacio para la recogida de basuras, de forma separada para cada uno de los diferentes materiales
MR 1.1	Reutilización de edificio - conservación de muros, forjados y cubierta existentes	3		no aplicable; el proyecto contempla la preservación e integración de los restos arqueológicos existentes
MR 1.2	Reutilización de edificio - conservación de elementos interiores no estructurales	1		no aplicable
MR 2	Gestión de residuos de construcción	2	1	cuenta con sistema de gestión de residuos; se estima un porcentaje de material reciclabl e o reutilizable del 60%
MR 3	Reutilización de materiales	2		no se contempla
MR 4	Uso de materiales reciclados 10% - 20%	2	1	se incluyen materiales reciclados en acabados interiores; porcentaje estimado: 12%
MR 5	Uso de materiales de origen regional	2	2	más del 20% de materiales tienen origen en un radio menor de 800km
MR 6	Materiales renovables a corto plazo	1		no se contempla
MR 7	Uso de madera certificada	1	1	exigencia de que toda la madera instalada tenga certificado de origen
TOTAL		14	5	

CRÉDITO	CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
REQ	Prestaciones mínimas de calidad de aire interior		SÍ	ventilación mecánica incorporada al sistema de climatización; cumple con requerimientos de ratio de ventilación + calidad aire interior
REQ	Control de humo de tabaco ambiental		SÍ	se prohíbe fumar en áreas comunes y se ha cuidado de forma especial la estanqueidad de cerramientos, particiones y carpinterías
IEQ 1	Monitorización de la calidad del aire aportado	1	1	el sistema de ventilación cuenta con sensores de CO2 para medir la calidad del aire
IEQ 2	Ventilación mejorada	1	1	se mejoran las prestaciones mínimas por encima del 30%; climatización por desplazamiento de aire no reutilizado
IEQ 3.1	Plan de gestión de calidad de aire interior - en fase de construcción	1	1	se contempla la existencia de un plan de gestión que considera medidas para la protección de la salud de trabajadores
IEQ 3.1	Plan de gestión de calidad de aire interior -antes de la ocupación	1	1	se considera el barrido de aire interior previo a la ocupación del edificio
IEQ 4.1	Materiales de baja emisividad-adhesivos y sellantes	1	1	cumplen con los límites de sustancias volátiles
IEQ 4.2	Materiales de baja emisividad-pinturas y recubrimientos	1	1	cumplen con los límites de sustancias volátiles
IEQ 4.3	Materiales de baja emisividad - moquetas	1	1	cumplen con los límites de sustancias volátiles
IEQ 4.4	Materiales de baja emisividad-composites de madera y fibras	1	1	no tienen resinas a base de urea o formaldehidos
IEQ 5	Control de partículas contaminantes y sustancias químicas en interiores	1	1	el sistema de ventilación cuenta con filtrado de aire
IEQ 6.1	Controlabilidad de sistemas - iluminación	1	1	control individual de iluminación >90%; todas las dependencias cuentan con control de iluminación
IEQ 6.2	Controlabilidad de sistemas - confort térmico	1	1	control individual de condiciones de confort >50%; todas las viviendas cuentan con control de climatización
IEQ 7.1	Confort térmico - diseño	1	1	se cumplen las condiciones de confort requeridas en cuanto a temperaturas de aire y radiante, humedad y velocidad de aire
IEQ 7.2	Confort térmico - verificación	1		no aplicable a edificios residenciales
IEQ8.1	Luz natural y vistas - luz natural	1	1	niveles de iluminación adecuados y control de deslumbramiento por medio del sistema de protección solar de las carpinterías
IEQ 8.2	Luz natural y vistas - vistas	1	1	todas las dependencias cuentan con visión directa al exterior
	TOTAL	15	14	

CRÉDITO	INNOVACIÓN EN EL DISEÑO	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
ID 1	Innovación en el diseño	5	3	rendimiento excepcional del sistema de climatización, únicamente usando medios naturales (tierra y sol)
ID 2	Profesional acreditado LEED	1		no se contempla
	TOTAL	6	3	

CRÉDITO	CRÉDITOS DE PRIORIDAD REGIONAL	PUNTOS	LOGRO	OBSERVACIONES
RP 1	Prioridad regional	4	4	1 crédito EA 1, opción 1>12% / 1 crédito EA 5, opción 2 / 1 crédito WE 1, opción 1 / 1 crédito WE 3, >30%
	TOTAL	4	4	



10. CONCLUSIÓN

En esta ponencia se ha presentado un ejemplo de arquitectura que, desde la sostenibilidad, da respuesta a los retos planteados: actitud de respeto al pasado, integración en la ciudad y en la vida urbana, y modelo de convivencia comunitaria.

Así, el alto grado de desempeño medioambiental mostrado en el proyecto va de la mano de un elevado compromiso social y de un significativo esfuerzo por garantizar su viabilidad técnica y económica.

Se ha explicado cómo se ha aprovechado la existencia de restos arqueológicos para integrar el edificio en la ciudad, proporcionando un nuevo espacio de uso público a la ciudad en una zona degradada de la misma, y generando al mismo tiempo una serie de actividades relacionadas con los restos arqueológicos y con los huertos urbanos, para de esta forma convertir los espacios comunes en oportunidades de convivencia entre los vecinos y con el resto de la comunidad.

Se ha expuesto un innovador sistema de climatización por aire, que combina dos recursos tradicionales, como son los colectores enterrados o pozos canadienses con las chimeneas solares, con un consumo energético mínimo. Junto con otros recursos bioclimáticos utilizados, proporciona un elevado confort para los usuarios y unas condiciones ambientales satisfactorias.

Por último, se ha evaluado su desempeño medioambiental mediante el sistema LEED, alcanzando la máxima calificación, PLATINO.

11. BIBLIOGRAFÍA

- NEILA GONZÁLEZ, F. Javier (2004). "Arquitectura Bioclimática En Un Entorno Sostenible". Ed. Munilla-Lería.
- US GREEN BUILDING COUNCIL (2009). "Leed Greenbuilding Design And Construction".
- ALTANER, Steve et al. (2011). "Sustainability: A Comprehensive Foundation". Rice University, Houston, Texas.
- SCHLAICH, Jörg (1995). "The Solar Chimney: Electricity From The Sun". Ed. Axel Menges.
- YÁÑEZ PARAREDA, Guillermo (2008). "Arquitectura Solar E Iluminación Natural". Ed. Munilla-Lería.

Cesión de derechos

Por la presente, y como autor del trabajo mencionado arriba, cedo al Palacio de Ferias y Congresos de Málaga una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmo que esta cesión no lesiona los derechos de terceros.