

## **PROYECTO HAZ [OTEA]**

**RICARDO ALVIRA BAEZA**

Arquitecto

*Este documento ha sido desarrollado por el autor como parte de la aplicación práctica de su proyecto de Tesis Doctoral "Meta[S]. Un Modelo Estratégico para la Transformación de Asentamientos para su Sostenibilidad" dirigida por D. José Fariña Tojo, y actualmente en realización.*

Julio / Agosto 2016

<b>Director:</b>	José Fariña Tojo
<b>Consejo de Redacción:</b>	
<i>Director</i>	Ester Higuera García
<i>Jefe de redacción</i>	María Emilia Román López
<i>Vocales</i>	Julio Alguacil Gómez (Univ. Carlos III de Madrid), Pilar Chías Navarro (Univ. Alcalá de Henares, Madrid), José Antonio Corraliza Rodríguez (Univ. Autónoma de Madrid), Alberto Cuchí Burgos (Univ. Politécnica de Cataluña), José Fariña Tojo (Univ. Politécnica de Madrid), Agustín Hernández Aja (Univ. Politécnica de Madrid), Mariam Leboreiro Amaro (Univ. Politécnica de Madrid), Rafael Mata Olmo (Univ. Autónoma de Madrid), Fernando Roch Peña (Univ. Politécnica de Madrid), Carlos Manuel Valdés (Univ. Carlos III de Madrid)
<b>Consejo Asesor:</b>	M <sup>a</sup> Teresa Arredondo (Directora de Relaciones con Latinoamérica, Univ. Politécnica de Madrid), Luis Maldonado (Director de la Escuela Superior de Arquitectura, Univ. Politécnica de Madrid), Antonio Elizalde, Julio García Lanza, Josefina Gómez de Mendoza, José Manuel Naredo, Julián Salas, Fernando de Terán
<b>Comité Científico:</b>	Antonio Acierno (Univ. Federico II di Napoli, Nápoles, ITALIA), Miguel Ángel Barreto (Univ. N <sup>al</sup> . del Nordeste, Resistencia, ARGENTINA), Luz Alicia Cárdenas Jirón (Univ. de Chile, Santiago de Chile, CHILE), José Luis Carrillo (Univ. Veracruzana, Xalapa, MÉXICO), Marta Casares (Univ. N <sup>al</sup> . de Tucumán, ARGENTINA), María Castrillo (Univ. de Valladolid, ESPAÑA), Mercedes Ferrer (Univ. del Zulia, Maracaibo, VENEZUELA), Fernando Gaja (Univ. Politécnica de Valencia, ESPAÑA), Alberto Gurovich (Univ. de Chile, Santiago de Chile, CHILE), Josué Llanque (Univ. N <sup>al</sup> . S. Agustín Arequipa, PERÚ), Angelo Mazza (Univ. Federico II di Napoli, Nápoles, ITALIA), Luis Moya (Univ. Politécnica de Madrid, ESPAÑA), Joan Olmos (U. Politécnica de Valencia, ESPAÑA), Ignazia Pinzello (Univ. degli Studi di Palermo, Palermo, ITALIA), Julio Pozueta (Univ. Politécnica de Madrid, ESPAÑA), Alfonso Rivas (UAM Azcapotzalco, Ciudad de México, MÉXICO), Silvia Rossi (Univ. N <sup>al</sup> . de Tucumán, ARGENTINA), Adalberto da Silva (Univ. Estadual Paulista, Sao Paulo, BRASIL), Carlos Soberanis (Univ. Francisco Marroquín, Guatemala, GUATEMALA), Carlos A. Torres (Univ. N <sup>al</sup> . de Colombia, Bogotá, COLOMBIA), Graziella Trovato (Univ. Politécnica de Madrid, ESPAÑA), Carlos F. Valverde (Univ. Iberoamericana de Puebla, MÉXICO), Paz Walker (Univ. de la Serena, Santiago de Chile, CHILE), Fernando N. Winfield (Univ. Veracruzana, Xalapa, MÉXICO)

Maquetación: Antonio Jesús Antequera Delgado: ciur.urbanismo.arquitectura@upm.es

Distribución: Maireia Libros: distribucion@maireia-libros.com

© **COPYRIGHT 2016**

RICARDO ALVIRA BAEZA

I.S.S.N. (edición impresa): 1886-6654

I.S.S.N. (edición digital): 2174-5099

DOI: 10.20868/ciur.2016.107

Año IX, Núm. 107, julio-agosto 2016, 84 págs.

Edita: Instituto Juan de Herrera

Imprime: FASTER, San Francisco de Sales 1, Madrid

## **DESCRIPTORES:**

Ecosistema urbano / Prospectiva ecológica / Metabolismo urbano / Capacidad de carga

## **KEY WORDS:**

*Urban ecosystem / Ecological prospective / Urban metabolism / Loading capacity*

## **RESUMEN:**

Desde hace ya tiempo es frecuente oír hablar del gran potencial de la ‘puesta en carga’ de las azoteas urbanas no utilizadas para incrementar la sostenibilidad de las ciudades, generalmente aludiendo a su habilitación como azoteas verdes o para ubicar elementos generadores de energía re-novable. Sin embargo, por varios motivos resulta difícil valorar en qué grado son correctas dichas afirmaciones: La información disponible de diferentes soluciones de azoteas describe cuestiones técnicas e impactos focalizados en aspectos muy concretos de la realidad (aislamiento térmico, re-retención de agua de lluvia...) difícilmente relacionables con el efecto global sobre las áreas urbanas de habilitar las azoteas. El efecto de un diseño/solución técnica es diferente en áreas urbanas diferentes. Las azoteas pueden ser destinadas a numerosos usos y antes de afirmar el mayor o menor interés de cada uno de ellos es necesario compararlos entre sí. Para ayudar en este debate, en este texto tratamos de aportar una estimación más completa del potencial de transformar la ciudad mediante la actuación sobre las azoteas de los edificios, incorporando dos cuestiones frecuentemente ausentes: revisaremos tanto las soluciones frecuentemente denominadas ‘sostenibles’ como un rango amplio de otras transformaciones posibles que seleccionamos a partir de una revisión extensa de ejemplos actuales y pasados de aprovechamiento de azoteas en todo el mundo. Paralelamente, realizaremos una estimación del impacto previsible de habilitar todas las azoteas de un área urbana existente, lo que nos permitirá valorar impactos globales que solo es posible apreciar al incrementar la escala de análisis.

Para ello, estimaremos el impacto previsible de la posible transformación de un área urbana existente (el barrio Palos de Moguer en Madrid) utilizando el modelo Meta[S] propuesto por el autor (Alvira, 2015). La evaluación nos permite poner de manifiesto tres cuestiones fundamentales: no todas las transformaciones posibles de las azoteas producen el mismo beneficio sobre las ciudades, maximizar el beneficio de poner en carga las azoteas requiere el análisis particularizado de cada área urbana, y la cantidad de usos que es posible implantar y la facilidad de dicha implantación se incrementan si se introducen cambios en la normativa. Estas dos últimas cuestiones nos permiten afirmar el interés no solo de actualizar las normas estatales de edificación, sino también de que los ayuntamientos regulen las condiciones y utilización de los espacios de azotea, y en las conclusiones enumeramos algunas cuestiones que consideramos deberían contemplar o incorporar las diferentes normativas en relación a las azoteas.

**ABSTRACT:**

*For some time now, it has become increasingly common hearing about the great potential trans-forming urban rooftop spaces poses for increasing cities' sustainability, in a speech usually encour-aging their adaptation into green roofs or use for locating renewable energy generators. However, it is currently extremely difficult assessing to what extent these statements are correct:*

- *Available information and assessments of these rooftops' types describe technical issues and/or focus on specific aspects of their impact on reality [thermal insulation, rain water re-tention ...] being hardly relatable to the impact a general transformation of an urban area's rooftops would imply for the area's overall state.*
- *The impact of some technological solution/design may be different in different urban are-as.*
- *Rooftops may host several uses, yet we have found no document providing an extensive comparison of the impact of each of them.*

*To assist in this debate, in this text we estimate the expected impact of the hypothetical transfor-mation of all available rooftops in an existing urban area: Palos de Moguer neighborhood in Madrid. In order to do so, we use Meta[S] model proposed by the author as PhD Thesis project, which as-sesses 64 dimensions of urban reality. The assessment allows us to highlight three key issues:*

- *Not all possible rooftops transformations produce the same benefit for cities/urban areas, and in urban consolidated environments rooftop transformations that allow people's use may pose higher collective benefit.*
- *Rooftops transformations benefit maximization requires individual analysis of each urban area, relating its particular needs with available rooftop surface characteristics.*
- *The number of different rooftops possible uses and their ease of implementation can be greatly increased if some previsions are incorporated in Urban Planning/Building Codes*

*These last two issues allow us to state the interest of both updating national Building & Design Codes and that municipalities regulate the conditions and use of rooftop spaces. In the Conclusions we list some issues we believe should be incorporated by different rooftops' regulations.*

**CONSULTA DE NÚMEROS ANTERIORES/ACCESS TO PREVIOUS WORKS:**

La presente publicación se puede consultar en color en formato pdf en la dirección:

*This document is available in pdf format and full colour in the following web page:*

<http://www2.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/institucional/publicaciones/ciur/>

## ÍNDICE

1	Introducción .....	06
2	Características del modelo meta[s] .....	07
3	Evaluación del ámbito de estudio: el barrio “Palos de Moguer” .....	10
	3.1 Descripción del ámbito.....	10
	3.2 Datos numéricos de la evaluación.....	11
	3.3 Establecimiento de prioridades de actuación.....	13
	3.4 Conclusiones y resumen de prioridades.....	15
4	Posibilidades de utilización de las azoteas en la edificación .....	16
	4.1 Espacios de azotea con acceso y uso público .....	16
	4.2 Espacios de azotea con acceso restringido a ocupantes del edificio.....	20
	4.3 Espacios de azotea con acceso restringido a trabajadores.....	22
	4.4 Espacios de azotea con acceso exclusivo para mantenimiento.....	24
	4.5 Otros espacios de cubierta aprovechables .....	26
	4.6 Posibilidad de incrementar la sostenibilidad del área con azoteas.....	28
5	Características y superficies de azotea disponible en el ámbito .....	30
	5.1 Superficie de azoteas disponible.....	31
	5.2 Características de la edificación.....	32
6	Posibilidades de transformación urbana .....	37
	6.1 Formulación de escenarios de evaluación .....	37
	6.2 Complementariedades y exclusiones entre escenarios.....	45
	6.3 Resultados de la evaluación.....	48
	6.4 Escenario elegido.....	56
7	Conclusiones .....	59
	7.1 Algunas conclusiones generales.....	59
	7.2 Cuestiones más relevantes a considerar en la normativa.....	62
8	Bibliografía .....	66
9	Anexos .....	70

## 1 INTRODUCCIÓN

Numerosos autores/empresas llevan tiempo insistiendo en los efectos negativos para las ciudades de las superficies de azoteas en su estado habitual (ej., Efecto Isla de Calor, EIC) frente a los numerosos efectos beneficiosos que tendría la generalización de las azoteas verdes. Entre ellos se suelen citar: mejora del bioclima (reducción Efecto Isla de Calor y polución), incremento de la biodiversidad (creación de corredores verdes), reducción del gasto energético de la edificación (al mejorar el bioclima e incrementar su aislamiento térmico), mejora de los ciclos hidrológicos...

Adicionalmente, algunos autores han propuesto *usar los espacios de azotea para la agricultura urbana* con el objetivo de reducir la presión de las ciudades sobre el medioambiente/territorio no urbano<sup>1</sup>, o para ubicar paneles solares que permitan sustituir parte del actual consumo de Energía no Renovable por Energía Renovable. Sin embargo, estas propuestas no son las únicas posibilidades de transformar las azoteas. Desde el comienzo de la civilización (y con mayor intensidad desde comienzos del SXX)<sup>2</sup>, se han producido numerosos ejemplos de utilización de azoteas y muchos de ellos presentan algún aspecto que los hace interesantes desde la perspectiva de *Sostenibilidad*. Por ello, en el presente texto además de considerar las tipologías de azoteas actualmente llamadas 'sostenibles' (ej. azoteas verdes extensivas, agrícolas o que implican producción de ER), evaluaremos un amplio espectro de usos/transformaciones alternativos. También estimaremos el impacto positivo de utilizar 'otras superficies de cubierta aprovechables' que presentan dos cualidades que hace interesante su revisión conjunta con las azoteas:

- En muchas ciudades existe gran superficie de este tipo de superficies.
- Permiten alojar algunos de los muchos usos que *compiten* por el espacio de las azoteas, y su planificación conjunta permite optimizar la solución alcanzada.

Para la estimación utilizaremos el modelo Meta[S] (Alvira, 2015), que nos permite valorar la idoneidad de cada uso tanto aisladamente como en diferentes combinaciones, considerando su implementación en un área urbana existente: el Barrio de Palos de Moguer en Madrid. En dicho ámbito encontramos numerosas pequeñas azoteas distribuidas entre sus casi 600 edificios. Dado que en su mayoría son superficies de propiedad privada<sup>3</sup>, seguimos el planteamiento de considerar que nuestro objetivo es sentar las bases para la regulación normativa de los espacios de Azotea. En el análisis incorporamos parcialmente el ámbito de la Estación de Atocha

---

<sup>1</sup> Estos autores argumentan que la producción local de comida elimina/reduce el consumo de energía asociado al transporte de alimentos. Complementariamente, se podría argumentar que algunos países superan el Umbral de insostenibilidad (0,560Hag-eq) en el consumo de territorio/biocapacidad agrícola. La transformación de los espacios de azotea sería una vía para incrementar (algo) la 'bioproductividad' total disponible, reduciendo (algo) dicha insostenibilidad sin necesidad de reducir los consumos.

<sup>2</sup> Para una revisión interesante de usos de las Azoteas a lo largo de la historia, se recomienda Martínez, 2005

<sup>3</sup> De los casi 600 edificios del ámbito, menos del 11% son de propiedad pública. Por ello, seguiremos el planteamiento habitual de la AAPP para intervenir sobre espacios de titularidad privada; mediante Legislación/Normativa.

propiedad de la empresa pública Adif y situada en el borde NE del barrio de Palos de Moguer<sup>4</sup>, que en la actualidad presenta una gran superficie de azotea disponible. Esto nos permitirá valorar el impacto de habilitar las azoteas en edificios singulares de gran tamaño, que aparecen con cierta frecuencia en la trama urbana. Los resultados de la estimación sugieren que sería posible lograr un impacto apreciable sobre la sostenibilidad del área evaluada aprovechando los espacios de azotea actualmente sin uso, y que dicho impacto se maximizaría para cierta distribución de los usos posibles. Esto hace que la regulación adecuada de estos espacios (y de sus usos posibles) desde la propia AAPP adquiera importancia. La gran cantidad de cuestiones que vamos a revisar en este (necesariamente) breve texto, hace conveniente esbozar el guion que seguiremos, que será:

- Describimos *brevemente las características del modelo Meta[S]* y metodología de utilización.
- *evaluamos la situación actual del ámbito* y establecemos prioridades de actuación.
- revisamos *usos posibles de las azoteas*, a partir de un grupo numeroso de ejemplos.
- relacionamos los usos posibles de las azoteas con las *prioridades del ámbito*.
- revisamos las *características de las azoteas existentes en el ámbito* (superficie, carga admisible, condiciones aislamiento térmico,...) que condicionan tanto los usos posibles como el beneficio total obtenido según el tipo de intervención.
- a resultas de lo anterior, *diseñamos escenarios de evaluación* que corresponden a propuestas de implantación de cada uno de los usos que es posible y a priori consideramos 'beneficioso' incorporar en el ámbito, y *evaluamos el impacto de cada uno de ellos*, hasta llegar a la combinación de usos que consideremos óptima para el área evaluada.
- por último esbozamos algunas *conclusiones y recomendaciones básicas que los resultados sugieren deberían incorporar las normativas de edificación*.

## 2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO META[S]

El modelo Meta[S] ha sido diseñado por el autor<sup>5</sup> como herramienta para ayudar en los procesos habituales de conformación de ciudad; conformación que puede hacerse directamente (diseño de proyectos de transformación urbana) o indirectamente (redacción de normativas y regulaciones). El modelo descompone la sostenibilidad urbana en las siguientes tres dimensiones e indicadores:

---

<sup>4</sup> Aunque la Estación de Atocha no pertenece al Barrio de Palos de Moguer sino al de Atocha, la escasa densidad de población de este barrio y su geometría alargada -paralela a las vías del tren- hacen que a efectos prácticos, la Estación de Atocha se integre funcionalmente en mayor medida con el Barrio de Palos de Moguer, y con los de Embajadores y Pacifico en menor medida. Por tanto la incluimos en el presente estudio, asignando el 50% de su superficie al ámbito Palos de Moguer y dividiendo el otro 50% entre las otras áreas de influencia.

<sup>5</sup> El modelo Meta[s] ha sido desarrollado por el autor como proyecto de Tesis doctoral dentro del programa de Doctorado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la ETS Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid. Fue acabado en Agosto de 2015, si bien ciertos requerimientos administrativos han impedido su lectura hasta la fecha.

TABLA 2-1_ INDICADORES DEL MODELO META [S]				
INDICADORES INFORMACIÓN GLOBAL		INDICADORES INFORMACIÓN DETALLADA (2)		
NIVEL 0 (1)	NIVELES 1 Y 2	NIVEL 3	NIVEL 4	
<b>INDICADORES SOSTENIBILIDAD</b>	$\Delta Q$	Q_ CALIDAD Y HABITABILIDAD DEL ÁREA URBANA	C_ Ciudad Compacta	DP/DV_ Densidad de Población / Viviendas
			EQ_ Accesibilidad y Dotación Equipamientos	CC_ Compacidad Corregida DEQ_ Dotación Equipamientos
			ZV_ Accesibilidad y Dotación a Zonas Verdes	AEP_ Accesibilidad Equipamientos Proximidad Dotación y Funcionalidad Zonas Verdes
			BIV_ Biodiversidad e Infraestructura Verde	IB_ Índice de Biotopo AV_ Arbolado en Viario RVB_ Redes Verdes y de Biodiversidad
			MU_ Mezcla de Usos	EQ_ Equilibrio Actividad y Residencia PC_ Proximidad a comercio cotidiano
			DH_ Diversidad Habitacional	DT/DS_ Diversidad de Tipologías / Superficies Residenciales DCV_ Diversidad Coste de Vivienda
			BS_ Bioclima y Salud	CA_ Calidad del Aire CU_ Confort Acústico CT_ Confort Térmico
			AM_ Accesibilidad y Movilidad	AF_ Actividad Física AP_ Peatonal AC_ Ciclista
			EU_ Estructura Urbana	ATP_ Transporte Publico TD_ Tiempo Desplazamiento FV_ Funcionalidad del viario
			PI_ Paisaje e Identidad	CR_ Conectividad de la Red CUR_ Configuración Urbana PC_ Proporción de calle CEU_ Calidad de la Escena Urbana PVU_ Percepción del Verde Urbano
	$\Delta M$	M_ METABOLISMO URBANO	RH_ Uso Recursos Hídricos CH_ Contaminación Hídrica	Agrícola Ganadero Forestal
			TB_ Utilización del territorio Bioproductivo	Plataforma Pesquera Urbanizable
			RS_ Utilización Recursos Solidos	RB_ Recursos Bióticos RA_ Recursos Abióticos
			CE_ Consumo de Energía	ENR_ Energía No Renovable ER_ Energía Renovable
			GEI_ Emisión de Gases de Efecto Invernadero	TE_ Tasa Desempleo/Variedad Urbana
			EM_ Empleo	EL/DL_ Estructura/Diferenciación Laboral EL_ Estabilidad laboral
			EE/DE_ Estructura/ Diversificación Económica	
	$\Delta E$	E_ ECONOMÍA	DI_ Diferenciación Ingreso	CEP_ Sector Publico
			CE_ Carga Económica	CEH_ Habitantes
	$\Delta S$	S_ SOSTENIBILIDAD		
	<b>INDICADOR ECONÓMICO</b>		EE_ ESFUERZO ECONÓMICO	

FUENTE: Elaboración propia. El modelo Meta [S] está diseñado siguiendo la Teoría Matemática de la Sostenibilidad (Alvira, 2014a), y satisface todos los Axiomas y Teoremas de dicha Teoría.

(1) Los indicadores de Nivel 0 informan de la variación del sistema. Permiten evaluar la sostenibilidad de su desarrollo/evolución

(2) No incluimos los indicadores de niveles 5 a 7.

Figura 1. Tabla de indicadores del modelo Meta[s]

Fuente: Elaboración propia



Alternativamente, podemos representarlos gráficamente como:

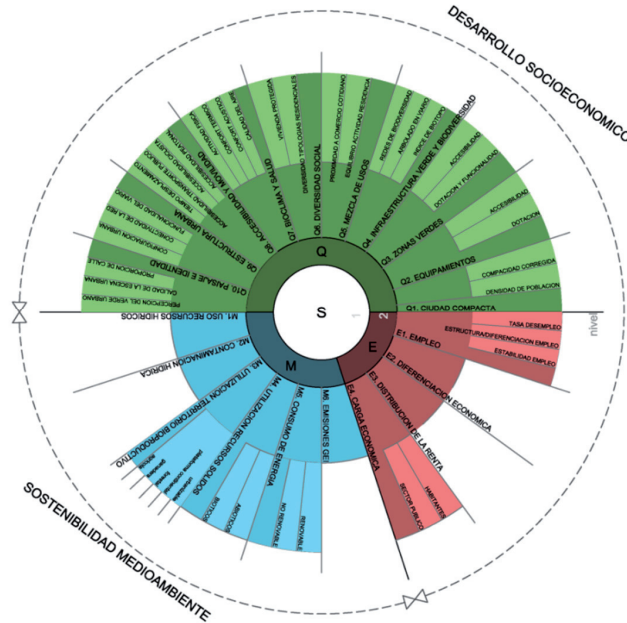


Figura 2. Estructura de indicadores del modelo Meta[s]. Se ha representado en verde la Dimensión Q, en Azul la Dimensión M y en Rojo la Dimensión E. Se excluyen los indicadores de niveles 5 a 7; los indicadores de variación (que no pertenecen a la descomposición jerárquica) y el indicador Esfuerzo Económico.

Fuente: Elaboración propia

El modelo se basa en la evaluación de Escenarios, que serán los siguientes:

- Escenario E00. Caracteriza la Situación Actual
- Escenario E0T. Caracteriza la Situación previsible si el sistema mantiene la Tendencia actual
- Escenarios E-XX. Caracterizan cada transformación que se quiere evaluar

El primer paso será evaluar los Escenarios 00/0T, para valorar el estado actual/previsto del área urbana si no se interviene sobre ella. Utilizando dicha evaluación/previsión estableceremos las *prioridades de actuación* en el área urbana, valorando tanto el *grado de insostenibilidad* en cada dimensión como su influencia sobre el estado global del sistema. A partir de estas prioridades de intervención, pre-seleccionamos posibles transformaciones que consideramos podrían incrementar en grado elevado la sostenibilidad en las áreas prioritarias. Plantearemos Escenarios de Evaluación que correspondan a cada una de estas posibles transformaciones (lo más desagregadas posible), y modelizaremos estos Escenarios de Evaluación, calculando y evaluando para cada uno 7 parámetros/dimensiones. Esto nos permitirá preseleccionar estrategias (cada una representada por un escenario de evaluación), y combinarlas o descartarlas hasta llegar a la transformación global mejor posible del área urbana (equivale a su imagen final). Vamos por tanto a comenzar por evaluar la situación actual del área urbana.

TABLA 2-2_ CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE TRANSFORMACIONES URBANAS	
Esfuerzo Económico [EE]	EE<5%RD (1)
Incremento de Sostenibilidad [ΔS]	ΔS>0
Variación de las Dimensiones [ΔQ, ΔM y ΔE]	Q <sub>2</sub> >0,7 o ΔQ≥0
	M <sub>2</sub> >0,7 o ΔM≥0
	E <sub>2</sub> >0,7 o ΔE≥0
Variación de la Carga Económica [ΔCE]	CE <sub>2</sub> >0,6 o ΔCE≥0
Variación de la Distribución del Ingreso [ΔDI]	DI <sub>2</sub> >0,75 o ΔDI≥0
Variación indicadores de sostenibilidad [ΔI] (2)	I <sub>2</sub> >0,5 o ΔI≥0
FUENTE: Compilación a partir de -----, 2015	
(1) Esta es la única condición que debe ser establecida específicamente para cada evaluación. En varios ejemplos hemos utilizado el tope del 5% obteniendo resultados coherentes, pero en otros contextos puede elegirse un valor diferente.	
(2) Adaptación del Criterio de Pareto a la toma de decisiones multivariable que establece que solo será aceptable una reducción del valor de un indicador de sostenibilidad, si en su estado final presenta un valor igual o superior a 0.5, es decir, si en el estado final el indicador implica que el sistema pertenece en mayor medida al espacio 'sostenibilidad' que al espacio 'insostenibilidad'.	

Figura 3. Criterios de aceptación de transformaciones urbanas

Fuente: Elaboración propia

### 3 EVALUACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO: EL BARRIO DE "PALOS DE MOGUER"

Para utilizar el modelo Meta\_[S] lo primero es evaluar la situación actual/prevista del área urbana, lo que hacemos modelizando y evaluando dos escenarios *de referencia*:

- E00 que describe la *situación actual del ámbito*
- E0T que describe el *estado previsto del ámbito en un momento temporal futuro* si no se realiza ninguna intervención específica sobre el mismo<sup>6</sup>

El análisis nos permitirá valorar tanto el estado actual como el futuro previsto; detectar las principales carencias del área y establecer prioridades de actuación. Esta información será la que nos permita preseleccionar posibles estrategias de transformación urbana. Complementariamente, E00 es el escenario de referencia contra el cual posteriormente comparamos los Escenarios de evaluación obteniendo el impacto previsible de cada uno de ellos.

#### 3.1 Descripción del ámbito evaluado

El Ámbito que vamos a analizar es el Barrio de Palos de Moguer situado en la almendra central de la ciudad de Madrid. Se trata de un área urbana consolidada, perteneciente al Ensanche Madrileño proyectado en 1860 por Carlos M<sup>a</sup> de Castro y comenzado a construir algunos años más tarde.

<sup>6</sup> En muchos casos no es posible diseñar E0T con suficiente certidumbre, y es preferible considerar que sea igual que la Situación Actual E00. Complementariamente, la dimensión Q alude en muchas ocasiones al medio físico, cuya situación futura es en muchos aspectos igual a la presente (salvo que se acometan transformaciones intencionadas). La situación futura en la Dimensión M se haya valorada en el propio modelo Meta[S] que incorpora para todos los indicadores de la Dimensión M límites referidos a biocapacidad en plazos suficientemente alejados (2050/2150) haciendo factible considerar que su utilización sobre E00 equivale a su utilización (utilizando límites de 2015) sobre E0T. La Dimensión E la consideramos intrínsecamente impredecible más allá de su valoración global implícita en el valor actual de E. Por todo ello en este caso, consideramos E00 = E0T



Figura 4. Barrio de Palos de Moguer, Madrid. La elevada colmatación del ámbito y escasez de Espacios Libres Públicos es evidente, llevando a una alta densidad de población que lo sitúa entre los diez barrios más densos de Madrid. El borde formado por la C/Méndez Álvaro lo separa de la Estación de Atocha, cuyo efecto de límite le otorga gran presencia (y longitud de contacto) con el barrio.

Fuente: Elaboración propia

Se trata de un área característica de Ensanche del XIX, con elevada colmatación, morfología de manzanas cerradas la mayoría divididas en varias parcelas, edificación entre 5 y 7 plantas, y patios de manzana interiores frecuentemente ocupados por construcciones auxiliares (talleres, industrias,...).

TABLA 3-1_ DATOS GENERALES DEL BARRIO PALOS DE MOGUER				
Superficie Total		64,35	Ha	
Número Habitantes		27.845	Hab	
Número de viviendas		13.852	Viv	
N viviendas consideradas Hogares [Viviendas principales + secundarias]		11.760	Viv	
Densidad Bruta		215,26	viv/Ha	
Nº de Habitantes por vivienda		2,37	Hab/viv	
Superficie Construida	Residencial	1.160.060	m <sup>2</sup> c	
	Comercial	402.910	m <sup>2</sup> c	
	Institucional	132.031	m <sup>2</sup> c	
	m <sup>2</sup> Cresidenciales/viv	83,75	m <sup>2</sup> c /viv	
		m <sup>2</sup> Ccomercial e institucional/viv	29,09	m <sup>2</sup> c /viv
Edificabilidad	Bruta	2,63	m <sup>2</sup> c /m2	
	Neta	4,21	m <sup>2</sup> c /m2	
	Viales	227.444	m <sup>2</sup>	
Superficies de suelo			227.444	m <sup>2</sup>
	Espacios Libres Públicos	13.320	m <sup>2</sup>	

FUENTE: Compilación datos del Ayuntamiento de Madrid y medición sobre plano.

Figura 5. Datos generales del barrio Palos de Moguer.

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Datos numéricos de la evaluación

Evaluamos la situación actual del ámbito obteniendo los siguientes valores para cada indicador:

TABLA 3-2\_ EVALUACIÓN SITUACIÓN ACTUAL ÁMBITO PALOS DE MOGUER

INDICADORES NIVEL 1 Y 2	NIVELES 3 Y 4	EOO_SITUACION SIN CAMBIOS	INFLUENCIA EN EQUILIBRIO (1)	POTENCIAL DE MEJORA (2)
<b>Q_ CALIDAD Y HABITABILIDAD DEL ÁREA URBANA</b>				
Q1. COMPACIDAD		53%	33,33%	15,58%
Densidad de Población		85%	1,67%	1,64%
Compacidad Corregida		31%	1,67%	0,25%
1,15%				
Q.2. EQUIPAMIENTOS		66%	3,33%	1,12%
Dotación Equipamientos		73%	1,67%	0,46%
Accesibilidad a Equipamientos de Proximidad		61%	1,67%	0,65%
Q.3. ZONAS VERDES		25%	3,33%	2,51%
Dotación Zonas Verdes		10%	1,67%	1,51%
Accesibilidad a Zonas Verdes		46%	1,67%	0,89%
Q4. BIODIVERSIDAD		22%	3,33%	2,59%
Índice de Biotopo		21%	1,11%	0,87%
Arbolado en viario		77%	1,11%	0,26%
Corredores Verdes		0%	1,11%	1,11%
Q5_ MEZCLA DE USOS		87%	3,33%	0,43%
Equilibrio Actividad Residencia		100%	1,67%	0,00%
Proximidad a Comercio de uso cotidiano		77%	1,67%	0,39%
Q6. DIVERSIDAD HABITACIONAL		84%	3,33%	0,53%
Diversidad de Superficies Habitacionales		84%	1,67%	0,26%
Diversidad Coste de Vivienda		-	1,67%	
Q7. BIOCLIMA Y SALUD		42%	3,33%	1,94%
Calidad del Aire		52%	0,83%	0,40%
Confort Acústico		34%	0,83%	0,55%
Confort Térmico		43%	0,83%	0,48%
Actividad Física		41%	0,83%	0,49%
Q8. ACCESIBILIDAD		45%	3,33%	1,84%
Accesibilidad Peatonal		90%	0,83%	0,08%
Accesibilidad Ciclista		3%	0,83%	0,81%
Accesibilidad mediante Transporte Publico		86%	0,83%	0,12%
Tiempo destinado a movilidad obligada		48%	0,83%	0,43%
Q9. ESTRUCTURA URBANA		87%	3,33%	0,45%
Continuidad Funcional de la Calle		78%	1,11%	0,24%
Conectividad de la Red		95%	1,11%	0,05%
Configuración Urbana		88%	1,11%	0,13%
Q10. PAISAJE E IDENTIDAD		84%	3,33%	0,55%
Proporción de Calle		100%	1,11%	0,00%
Calidad de la Escena Urbana		51%	1,11%	0,47%
Percepción del Verde Urbano		99%	1,11%	0,01%
<b>M_ METABOLISMO URBANO</b>		13%	33,33%	29,01%
M.1. USO RECURSOS HÍDRICOS / SUMINISTRO AGUA		26%	5,56%	4,12%
M.2. CONTAMINACIÓN HÍDRICA		72%	5,56%	1,56%
M3. UTILIZACIÓN TERRITORIO BIOPRODUCTIVO		17%	5,56%	4,63%
Agrícola		0%	1,11%	1,11%
Ganadera		21%	1,11%	0,88%
Forestal		86%	1,11%	0,15%
Plataforma Continental [Pesca]		0%	1,11%	1,11%
Urbanizable		60%	1,11%	0,44%
M4 RESIDUOS		22%	5,56%	4,34%
Recursos Bióticos		8%	2,78%	2,55%
Recursos Abióticos		41%	2,78%	1,64%
M5 ENERGÍA		12%	5,56%	4,91%
Energía no renovable		9%	4,87%	4,42%
Energía renovable		98%	0,68%	0,01%
M6. EMISIONES GEI		0%	5,56%	5,56%
<b>E_ SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA</b>		41%	33,33%	19,70%
E1. EMPLEO		66%	8,33%	2,86%
E2. DIFERENCIACIÓN ECONÓMICA		53%	8,33%	3,92%
Diversificación Laboral		66%	4,17%	1,40%
Diversificación Económica		43%	4,17%	2,40%
E.3 DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA		40%	8,33%	5,01%
E4. CARGA ECONÓMICA		18%	8,33%	6,86%
Carga Económica Sector Publico		33%	2,10%	1,42%
Carga Económica Habitantes		14%	6,23%	5,39%
<b>S_ GRADO DE SOSTENIBILIDAD</b>		32,9%	100,00%	67,13%

FUENTE: Elaboración propia utilizando el modelo Meta[S]

- (1) Corresponde al rango de influencia de cada indicador sobre el valor global (Alvira; 2014<sup>a</sup>. Anexo VI)
- (2) Coincide con el concepto de 'posibilidad' como espacio de posible mejora mediante la variación del valor de cada indicador. Por sencillez, hemos considerado el rango de influencia del indicador en situación de equilibrio, si bien sería más correcto calcularlo para el valor concreto del indicador [el potencial se incrementa para indicadores con valor inferior a S y se reduce para indicadores con valor superior a S]

Figura 6. Evaluación de la situación actual del ámbito Palos de Moguer, Madrid.

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos un reducido valor de grado de sostenibilidad del ámbito (aprox. 33%), siendo necesario el análisis detallado de los indicadores para establecer prioridades de actuación que nos permitan elegir áreas de intervención y proponer escenarios de evaluación posibles.

### 3.3 Establecimiento de prioridades de actuación

Vamos a representar gráficamente los datos anteriores lo que nos facilita apreciar cuáles son los aspectos menos sostenibles del área urbana evaluada y establecer prioridades de actuación. Comenzamos por los indicadores de niveles 1-2.

#### Indicadores de información global: niveles 1 y 2

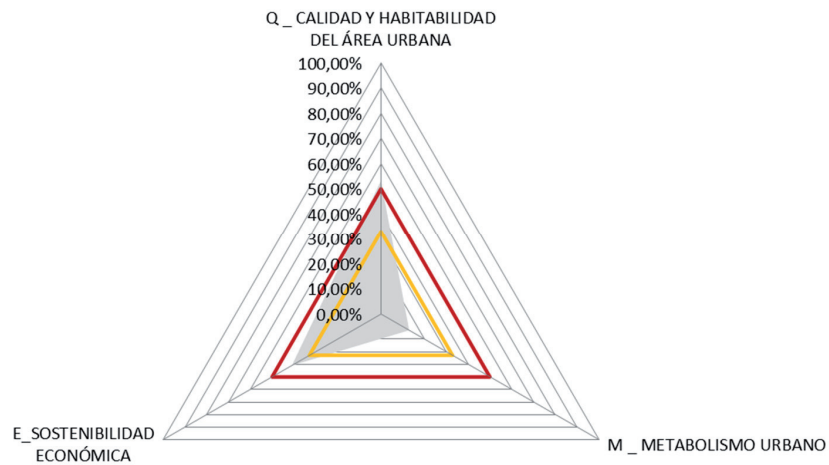


Figura 7. Indicadores de niveles 1 y 2 . En gris claro el estado actual del área. En rojo se indica el umbral que implica mayor Insostenibilidad que Sostenibilidad. La línea naranja marca el Grado de Sostenibilidad del área (indicador Global S), penalizado por la reducida sostenibilidad del Metabolismo Urbano

Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra con claridad la prioridad de actuar en este orden: Metabolismo Urbano [M], Sostenibilidad Económica [E] y Calidad/Habitabilidad urbana [Q]. Sin embargo, para diseñar posibles escenarios y estrategias de intervención es necesario revisar los indicadores inferiores.

### Indicadores de información detallada del área urbana: niveles 3 y 4

Para detectar más fácilmente las cuestiones en las que las actuaciones sobre el área pueden aportar mayores beneficios/reducir en mayor medida su insostenibilidad (y es por tanto prioritario actuar), representamos los indicadores de nivel 3 ordenados según su influencia/potencial de mejora:

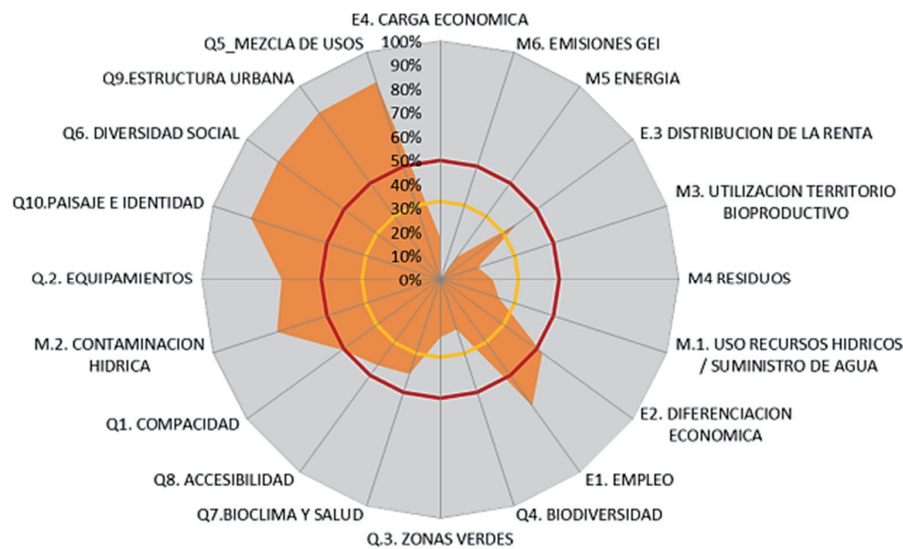


Figura 8. Indicadores de nivel 3. Ordenamos los indicadores desde menor a mayor influencia/potencial de mejora siguiendo el sentido de las agujas del reloj. El área naranja indica su valor actual. Destacan: Carga Económica, Emisiones GEI, Consumo de Energía, Utilización Territorio Bioproductivo, Residuos, Utilización Recursos Hídricos y Diferenciación Económica

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, algunos indicadores implican todavía cierta agregación de aspectos que no necesariamente presentan el mismo estado, siendo necesario revisar los indicadores de nivel inferior: Dentro de los indicadores de Nivel 4 destacan dos indicadores cuyo valor reducido se une a una elevada influencia sobre el valor global implicando un elevado potencial de mejora: Carga Económica de los Habitantes [CEH] y Consumo de Energía No Renovable [ENR].

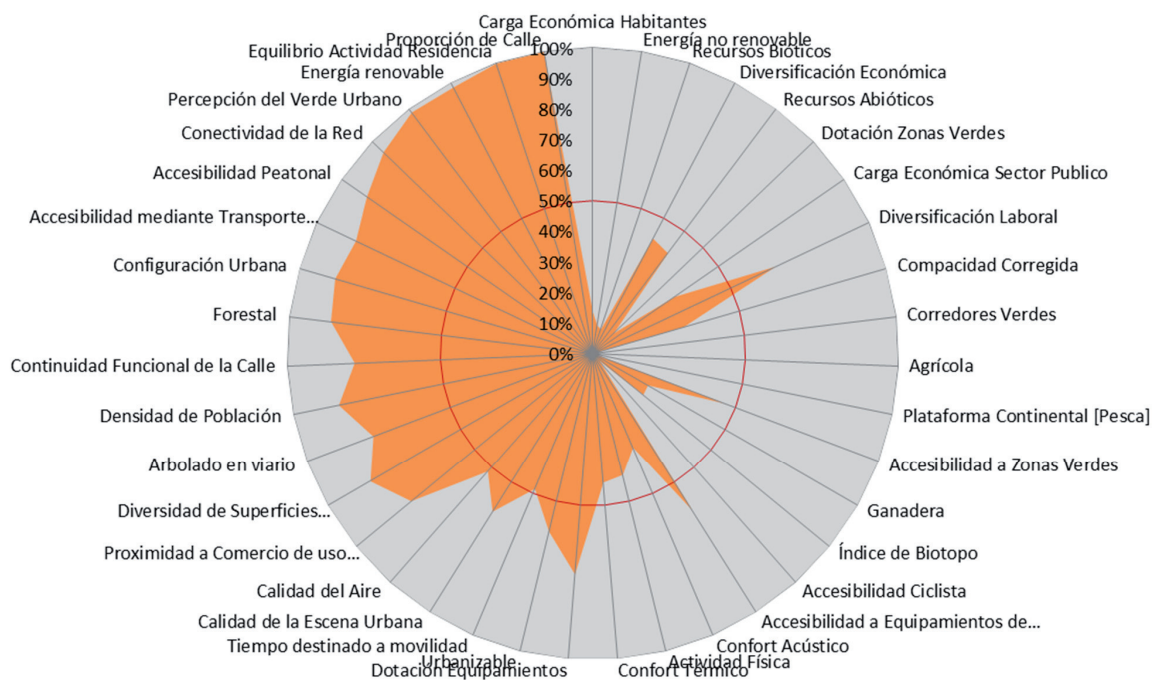


Figura 9. Indicadores de nivel 4 según potencial de mejora. La línea roja marca el valor 50%, límite por debajo del cual un indicador expresa mayor insostenibilidad que sostenibilidad. Vemos que el valor del indicador no es suficiente para establecer su prioridad. Puede ser menos prioritario actuar sobre un valor reducido con poca influencia sobre el valor global (ej. Corredores Verdes) que sobre un valor más elevado pero con mucha influencia sobre el valor global (ej. Diversificación Económica)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Conclusiones y resumen de prioridades

A partir de los resultados de la Evaluación podemos definir las siguientes prioridades de actuación:

TABLA 3-3\_ RESUMEN DE POSIBILIDAD/PRIORIDADES DE ACTUACIÓN

INDICADOR ELEMENTAL	NIVEL	VALOR INDICADOR	INFLUENCIA S/VALOR GLOBAL	POTENCIAL DE MEJORA (1)
GEI Emisiones GEI	3	0,00%	5,56%	5,56%
CEH Carga Económica Habitantes	4	13,93%	6,23%	5,36%
DI Distribución de La Renta	3	39,93%	8,33%	5,01%
ENR Energía no renovable	4	2,69%	4,87%	4,74%
RH Uso Recursos Hídricos / Suministro De Agua	3	25,84%	5,56%	4,12%
EM Empleo	3	65,68%	8,33%	2,86%
RB Recursos Bióticos	4	8,24%	2,78%	2,55%
DE Diversificación Económica	4	42,47%	4,17%	2,40%
RA Recursos Abióticos	4	41,00%	2,78%	1,64%
CH Contaminación Hídrica	3	72,00%	5,56%	1,56%
DZV Dotación Zonas Verdes	4	9,57%	1,67%	1,51%
CEP Carga Económica Sector Público	4	32,62%	2,10%	1,42%
DL Diversificación Laboral	4	66,31%	4,17%	1,40%
CC Compacidad Corregida	4	31,03%	1,67%	1,15%
CV Corredores Verdes	4	0,00%	1,11%	1,11%
TBA Utilización Territorio Agrícola	4	0,00%	1,11%	1,11%
TBP Utilización Plataforma Continental [Pesca]	4	0,00%	1,11%	1,11%
AZV Accesibilidad a Zonas Verdes	4	46,34%	1,67%	0,89%

TBG	Utilización Territorio Ganadero	4	20,88%	1,11%	0,88%
IB	Índice de Biotopo	4	21,37%	1,11%	0,87%
AC	Accesibilidad Ciclista	4	3,31%	0,83%	0,81%
AEP	Accesibilidad a Equipamientos de Proximidad	4	61,02%	1,67%	0,65%
CA	Confort Acústico	4	33,60%	0,83%	0,55%
AF	Actividad Física	4	41,17%	0,83%	0,49%
CT	Confort Térmico	4	42,64%	0,83%	0,48%
CEU	Calidad de la Escena Urbana	4	50,84%	1,11%	0,47%
DEQ	Dotación Equipamientos	4	72,62%	1,67%	0,46%
TBU	Utilización Territorio Urbanizable	4	60,18%	1,11%	0,44%
TD	Tiempo destinado a movilidad	4	48,44%	0,83%	0,43%
CA	Calidad del Aire	4	51,88%	0,83%	0,40%

FUENTE: propia utilizando el modelo Meta[S]

- (0) El establecimiento de prioridades de actuación debe referirse a indicadores elementales, ya que cualquier indicador agregado representa un resumen de aspectos cuya prioridad de intervención puede ser diferente. Solo incluimos aquellos cuyo espacio de potencial de mejora supera el 0,4%.
- (1) Valor resultante de multiplicar el valor del indicador por su influencia sobre el valor global en situación de equilibrio.

Figura 10. Resumen de posibilidad/prioridades de actuación

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidas las áreas de actuación prioritaria, vamos a revisar la posibilidad de actuar sobre ellas mediante la transformación de los espacios de azoteas.

## 4 POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN DE LAS AZOTEAS EN LA EDIFICACIÓN

Las azoteas son un tipo de espacio cuya singularidad las hace ideales para alojar muchos usos que se benefician de su carácter de *espacio controlado pero abierto* (vistas, sol, lluvia, y viento). En climas cálidos/templados encontramos numerosos ejemplos de utilización de azoteas desde el comienzo de la construcción de edificios, mientras que en otros climas su uso comienza en gran medida a partir de 1900/1910, facilitado por la industrialización de la construcción (generalización de las estructuras de hormigón y sistemas industriales de impermeabilización). La revisión de ejemplos en diversas zonas climáticas y momentos históricos nos proporciona una lista larga de usos posibles de las azoteas, cuya revisión organizamos de acuerdo al acceso que tienen/requieren<sup>7</sup>:

- Acceso público (puede requerir pago)
- Acceso restringido a personal residente en el edificio
- Acceso restringido a personal que trabaja en la azotea

### 4.1 Espacios de azotea con acceso y uso público

Incluimos en este grupo usos de azoteas que implican su acceso público y que suelen requerir que el edificio sobre el que se asientan tenga uso y acceso público (ej. sea un Equipamiento), aunque existen algunas excepciones. Encontramos un

<sup>7</sup> El objetivo de esta clasificación es operativo, ya que permite evaluar los usos que se pueden proponer en una zona a partir de datos fácilmente accesibles (superficie disponible de cada uso/acceso de edificio y fecha de construcción de la edificación). Conocidos los usos posibles, podremos diseñar los Escenarios de Evaluación que así satisfarán la primera condición requerida en el diseño/ evaluación de escenarios; su viabilidad (diseñar a partir de usos ya en funcionamiento/realizados implica que las opciones evaluadas son viables).



amplio rango de usos posibles: parques, pistas deportivas, miradores, exposiciones de arte, conciertos, cines,....

[01.1]



New Kimball Arts Centre [01.4]

[01.02]



Metropolitan Museum [01.5]

[01.03]



Circulo Bellas Artes [01.06]



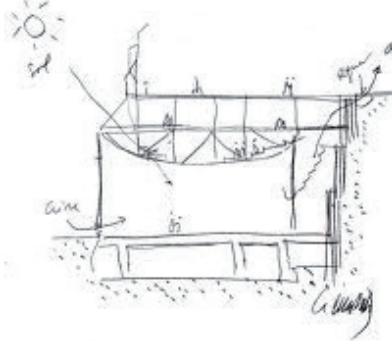
Terraza de La Casa Encendida [01.7]



Cinema Curtin House (1) [01.8]



Reichstag [01.9]



Gimnasio Colegio Maravillas [01.10]



Polideportivo Chopera [01.11]



Tidemill School



Casa Encendida [01.12]



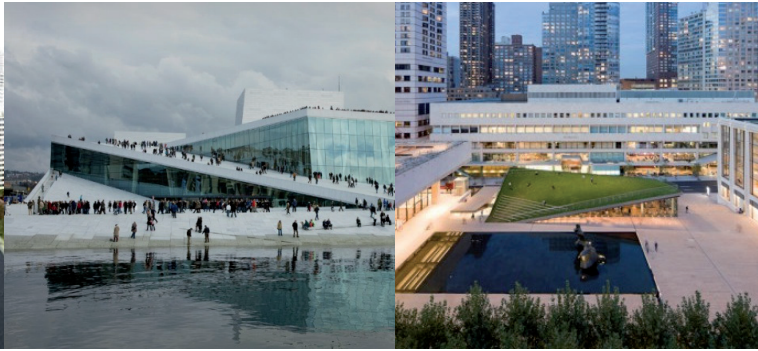
Harlem Community Rooftop Farm [01.13]

[01.01] a [01.05] Espacios Culturales / Multifunción y Miradores  
[01.7] a [01.9] Espacios Deportivos  
[01.10] [01.11] Huertos Comunitarios o Educativos  
[01.12] a [01.20] Áreas Ajardinadas o Espacios Libres Públicos  
[01.21] a [01.23] Jardines de 'Salud'  
[01.24] a [01.26] Espacios de restauración

[01.14]



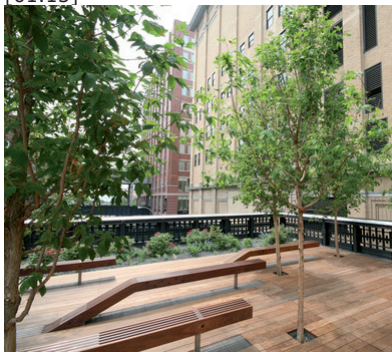
Ewha women University  
[01.15]



National Opera and ballet  
[01.16]



Hypar Pavillion  
[01.17]



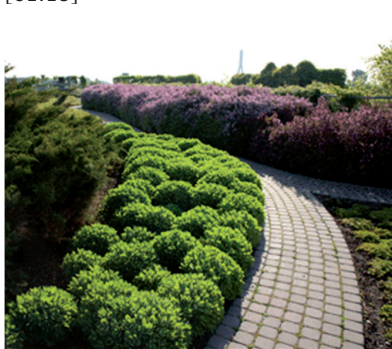
The High Line  
[01.18]



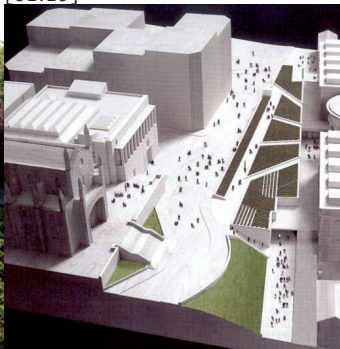
Terminal Maritima de Yokohama  
[01.19]



Kaiser Roof Garden  
[01.20]



Varsovia University Library 2002  
[01.21]



Ampliación Museo del Prado  
[01.22]



Chateau Cheval Blanc [bodegas]  
[01.23]



Ulfelder Healing Garden



Schwab Rehabilitation Roof Garden



Harrison Hospital Roof Garden



Figura 11. Tabla de azoteas con acceso público

Fuente: Elaboración propia

Es conveniente compilar las características de diseño de los usos anteriores, que nos servirá para estimar sus requerimientos de diseño/posibilidades de utilización y efecto sobre la ciudad.

TABLA 4-2\_ ESPACIOS DE AZOTEA CON USO / ACCESO PUBLICO

USO AZOTEA	CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS DE DISEÑO (0) (1)	ADMISIBLE SEGÚN USO EDIFICIO
<b>Miradores</b>	La función de ‘mirador’ está implícita en general en la condición de azotea [aunque el uso principal pueda ser otro]. En emplazamientos con vistas de elevada calidad, puede ser la función predominante.	Equipamientos, Institucional,...
<b>Áreas de Equipamiento</b>	Características específicas según el uso [deportivo, cultural,...]. En función del uso, deberá valorarse la instalación de elementos ligeros móviles [cubiertas textiles u otros] que permitan proteger de inclemencias climáticas (2)	Equipamientos
<b>Espacios Libres y Áreas Ajardinadas Publicas</b>	Diferenciamos Espacio Libre y Área Ajardinada considerando que las últimas deben tener entre un 30 y 40% de su superficie total cubierta por vegetación [este ratio permite la autosuficiencia en el riego, si se recupera –almacena- todo el agua de lluvia recibida en la azotea además de suponer una importante reducción de la absorción de radiación solar] En las zonas no ajardinadas el Índice de Reflexión Solar [SRI] a tres años debe ser igual o superior a 75, para reducir el Efecto Isla de Calor (3) La utilización de sistemas de nebulización durante los meses de calor puede contribuir a una mejora del bioclima local y circundante.	Equipamientos, Infraestructuras,... (4)
<b>Áreas Ajardinadas en Hospitales</b>	Las separamos de las anteriores porque aunque son de ‘uso público’ su acceso suele estar restringido. Son jardines situados sobre hospitales, y su objetivo es proporcionar a los pacientes ingresados un espacio ‘natural’ fácilmente accesible.	Hospitales, Equipamientos Salud
<b>Huertos comunitarios</b>	Espacios dedicados a Huertos, con carácter comunitario [compartido] donde se busca combinar la producción de alimentos, bienestar [relación] social, deportivo [actividad física], integración, incrementar la biodiversidad urbana. En solución ajardinada o cajones elevados, con sustrato especial para cultivo en ‘terrazas’ y espesor mínimo de 0,10-0,15 cm hasta 0,30 cm.	Todos los Edificios
<b>Espacios de restauración</b>	Aunque no suelen [ni deben] ser el uso principal de una azotea en un espacio público, su inclusión puede ser conveniente como servicio para los usuarios, y porque proporcionan ingresos económicos que incrementen la viabilidad económica de los proyectos.	Equipamientos, Restauración/hoteles

FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (0) Incluimos en este grupo los edificios destinados a uso público [equipamientos] sean de titularidad pública o privada. Excluimos en general los edificios institucionales, ya que aunque son de titularidad pública, su uso se asemeja al terciario.
- (1) Las sobrecargas exigidas para uso público son en general mucho mayores que en los usos privados, por lo que la implementación de los usos aquí incluidos requerirá realizar un análisis individual de cada proyecto.
- (2) Un objetivo puede ser la posible utilización de los espacios durante al menos 9 meses al año [a ser posible todo el año].
- (3) Valor SRI establecido en ‘City of Los Angeles Cool Roof Ordinance’ para cubiertas planas. Solamente se exceptúan pequeñas áreas de azotea auxiliares a instalaciones de paneles solares.
- (4) En general, pocos edificios públicos serán aptos para la ubicación de Zonas Verdes de uso público sobre ellos puesto que las zonas verdes requieren buena accesibilidad y gran superficie, y será un uso limitado a edificios de gran dimensión.

Figura 12. Espacios de azotea con uso/acceso público

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Espacios de azotea con acceso restringido a ocupantes del edificio

Incluimos en este grupo espacios de azotea acondicionados para ser utilizados por los ocupantes del edificio. Entre los más frecuentes están Jardines Comunitarios, Gimnasios, Salones de uso flexible, Piscinas, Huertos comunitarios... Se ubican sobre edificios con acceso restringido a sus ocupantes (residentes o trabajadores): Edificios Residenciales (vivienda colectiva, residencias estudiantes, hoteles...), Terciario e Institucionales (oficinas...). Lo que llamaremos edificios R&T&I.

[02.1]



Unidad de Habitación.

[02.04]

[02.2]



Azotea comunitaria [BIR]

[02.05]

[02.03]



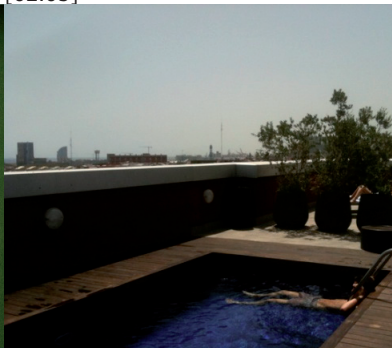
Society of Landscape Architects.

[02.06]



Minigolf

[02.07]



Residencia Estudiantes Melon District

[02.08]



West View 'Condos'

[02.09]



Edificio Mirador



Edificio viviendas 'Algodonera'



Edificio Oficinas 'Roch'

[02.10]



Convento Saint Marie de La Tourette

[02.12]



Café Arabe

[02.14]



Hotel Oscar Room Mate

[02.11]



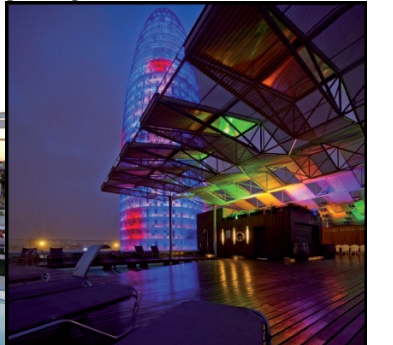
Rockefeller Centre

[02.13]



Hotel ME

[02.15]



Hotel Diagonal

[02.1] a [02.11] Azoteas Comunitarias / Salones de usos multiples / Espacios de 'salud' [en edificios R]

[02.12] a [02.16] Espacios de Salud / Restauracion [en edificios R]

[02.16]



Hotel Central

Figura 13. Azoteas con acceso privado o restringido a residentes

Fuente: Elaboración propia

Igualmente se hace interesante una recopilación de las principales características de diseño que consideraremos para estimar el impacto de cada uno de los usos anteriores:

TABLA 4-4 \_AZOTEAS CON ACCESO PRIVADO O RESTRINGIDO A RESIDENTES

USO AZOTEA	CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS DE DISEÑO	ADMISIBLE SEGÚN USO EDIFICIO
Jardines comunitarios	Los criterios de diseño son los mismos que para Áreas Ajardinadas públicas.	R&T&I (1)
Huertos comunitarios	Los criterios de diseño son los mismos que para Huertos Comunitarios públicos.	Todos los Edificios
Salones comunitarios	Pequeños salones para uso comunitario, con superficie entre 25 y 50 m <sup>2</sup> , y posible compatibilidad con uso gimnasio.	R&T&I (1)
Espacios de salud o deportivos comunitarios	Pueden albergar pequeños gimnasios, spa [sauna, baño de vapor, jacuzzi] y piscinas.	R&C&I (1)
Áreas dedicadas a la hostelería.	Podrán tener diversos usos [estancia, piscina, restauración, bar...]. Se considera que un 50% de la superficie total corresponde al uso Área Ajardinada, con una superficie cubierta por la vegetación del 15% [sobre el total]. El SRI debe cumplir las condiciones indicadas anteriormente.	Edificios Hostelería
<b>FUENTE:</b> Elaboración propia con las siguientes NOTAS:		
(1) Incluimos en este grupo los edificios de uso residencial [vivienda colectiva, residencias de estudiantes, pabellones en hospitales, conventos,...], terciario, comercial, institucional, industrial, y hotelero.		

Figura 14. Azoteas con acceso privado o restringido a residentes

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Espacios de azotea con acceso restringido a trabajadores

Incluimos en este grupo espacios de azotea con intención productiva/explotación económica que no implican acceso público. Excluimos por tanto los usos de hostelería e incluimos los espacios dedicados a agricultura urbana con intención 'productiva'.





Figura 15. Azoteas con acceso restringido a trabajadores

Fuente: Elaboración propia

Y las características de diseño consideradas son:

TABLA 4-6\_ AZOTEAS ACCESO RESTRINGIDO A TRABAJADORES

USO AZOTEA	CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS DE DISEÑO	ADMISIBLE SEGÚN USO EDIFICIO
<b>Cultivo en regadío aire libre (1)</b>	En solución ajardinada o cajones con sustrato especial para cultivo en ‘terrazas’ y espesor limitado 80-120 mm.	Todos los Edificios (0)
<b>Cultivo Intensivo protegido</b>	Aeropónico o Hidropónico en invernadero. Su implementación supone un cierto incremento del albedo superficial [Campra et Al, 2008] por lo que consideramos contribuyen a reducir algo el Efecto Isla de Calor. Consideramos que la ventilación se realiza naturalmente, y el calentamiento durante los meses fríos se realiza con calor residual de procesos térmicos en la edificación, no suponiendo por tanto aumento del suministro de energía.	Todos los Edificios (0)
<b>Ajardinamiento productivo</b>	Áreas Ajardinadas que utilizan especies con intenciones productivas. En general, el carácter ‘productivo’ va a poderse materializar en cualquier área ajardinada, simplemente eligiendo especies cuya producción sea utilizable posteriormente (3).	Todos los Edificios
<b>Colmenas</b>	Puede ser necesario proteger del acceso a otros usuarios del edificio, o encauzar el vuelo de las abejas en ciertas direcciones mediante elementos adecuados [la normativa española considera adecuadas –en el medio rural- las protecciones con altura superior a 2 m] (4)	Todos los Edificios

FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (0) Excluimos edificios vinculados a la utilización pública del espacio [i.e., equipamientos]
- (1) Se diferencian de los Huertos Comunitarios en que el uso es restringido y orientado a la producción [i.e., espacios agrícolas con criterio de gestión empresarial]. Carecen de objetivo social, si bien pueden tener otros beneficios indirectos sobre la sociedad [oportunidades de empleo para la población local, mayor acceso a verduras y frutas,...]
- (2) El análisis de las características de la edificación en el ámbito indica que los usos propuestos son posibles sobre la mayoría de los edificios sin necesidad de actuar sobre la estructura.
  - a. Para ello se limita la profundidad del sustrato, lo que a cambio requerirá protecciones y herramientas de trabajo específicas para evitar dañar accidentalmente las impermeabilizaciones.

- b. En el caso de invernaderos, se plantea cultivo hidropónico, con un muy reducido peso del sustrato, y cerramiento de plástico ligero, para minimizar las cargas estructurales.
- (3) Las Áreas Ajardinadas productivas pueden ser accesibles por el público, o estar diseñadas con intención de disfrute visual, siendo accesibles solamente por el personal de mantenimiento [e.g., Fairmont Waterfront Hotel]
- (4) Aunque la Normativa española prohíbe situar colmenas en el interior de los cascos urbanos, en otros países/ciudades sí se admite [París, Copenhague, Nueva York,...], regulando los tipos de abejas aceptados y algunas cuestiones de diseño. Una cuestión importante es no sobrepasar la capacidad de carga de la vegetación circundante [i.e., evitar instalar demasiadas colmenas] lo que puede llevar a productividad reducida y/o comportamientos agresivos de las abejas.

Figura 16. Azoteas con acceso restringido a trabajadores

Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Espacios de azotea con acceso exclusivo para mantenimiento

Incluimos en esta categoría las azoteas a las cuales se realiza un acceso esporádico con el único fin de mantenimiento. Las tipologías más frecuentes son Azoteas Verdes Extensivas e Instalaciones de paneles solares. En algunas ocasiones las azoteas se utilizan (o diseñan) para instalaciones artísticas o con intención artística (ej. el 'Espejo de Agua' en la Fundación Miró).

[04.01]



California Science Academy (1)  
[04.01]

[04.02]



Sede de la Caja de Badajoz  
[04.02]

[04.03]



Chicago City Hall  
[04.03]



Casa Krawina  
[04.04]



Vancouver Convention center  
[04.05]

[04.01] a [04.05] Azoteas Verdes, con intención fundamentalmente ecológica/simbólica y disfrute visual

[04.06] a [04.08] Paneles Solares integrados en la arquitectura

[04.09] a [04.11] Combinación de paneles solares y azoteas verdes (3)

[04.12] a [04.14] Azoteas Artísticas





Figura 17. Azoteas con acceso exclusivo para mantenimiento

Fuente: Las fuentes de las imágenes/autores de los proyectos se incluyen en la bibliografía.

(1) Aunque es cuestionable si se trata de una cubierta plana o inclinada, la hemos preferido incluir en este grupo. Forma parte de la 'exposición' de la Academia de Ciencias Naturales, existiendo una pequeña plataforma a la que los visitantes pueden acceder para ver las especies vegetales situadas sobre ella.

(2) La combinación de paneles solares con azotea verde puede ser una estrategia para evitar la reducción del albedo / incremento del Efecto Isla de Calor que podría producir una concentración elevada de paneles fotovoltaicos (Milstein & Menon, 2010). Al mitigar el calentamiento la cubierta ajardinada reduce la pérdida de rendimiento de los paneles (0,5% de reducción de eficiencia por cada grado por encima de 25°C), pudiendo incrementarlo hasta un 20% (en un día de verano muy caluroso) que si se sitúan sobre pavimento convencional.

Y las principales características de diseño consideradas son:

TABLA 4-8_ AZOTEA CON ACCESO A MANTENIMIENTO		
TIPOLOGÍA DE AZOTEA	CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS DE DISEÑO	ADMISIBLE SEGÚN USO EDIFICIO
<b>Azoteas Verdes Extensivas</b>	Se trata de azoteas ajardinadas de tipo extensivo, con vegetación tipo Sedum, que necesitan mantenimiento mínimo [supervisión una o dos veces al año].	Todos los Edificios y Cubiertas Ligeras de gran extensión (1)
<b>Paneles Solares (2)</b>	Consideramos que el acondicionamiento del espacio se limita a la subestructura e instalaciones necesarias para la colocación de los paneles, no produciendo ninguna otra actuación sobre la azotea / cubierta	Todos los Edificios y Cubiertas Ligeras de gran extensión con orientación S+-15º
<b>Instalaciones Artísticas (3)</b>	Se trata de instalaciones artísticas que están diseñadas para ser vistas desde otros edificios más altos, y no son por tanto accesibles al público.	Sobre todo Equipamientos culturales
<b>FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:</b>		
(1) Se considera que las azoteas verdes, con soluciones de espesor 70-100mm, presentan cargas admisibles en todas las azoteas, [especialmente si se retira el pavimento existente] si bien será necesario hacer comprobaciones en las cubiertas ligeras.		
(2) Una gran extensión de colectores solares podrían llegar a producir un incremento del albedo superficial y por tanto un incremento del Efecto Isla de Calor [Milstein & Menon, 2010]. Esto puede suceder sobre todo si el rendimiento de los paneles es reducido. Por tanto es más frecuente en Energía Solar Fotovoltaica [ESF] que en Térmica [EST].		
(3) Esta última categoría no la utilizaremos para el diseño de los escenarios, por la dificultad de cuantificar sus efectos.		

Figura 18. Azoteas con acceso a mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Otros espacios de cubierta aprovechables

Incluimos en esta categoría otros espacios de cubierta que no necesariamente entran en la categoría de azotea, pero cuyo análisis conjunto nos interesa porque pueden acoger algunos (aunque no todos) de los usos de azotea revisados, reduciendo así el número de usos que compiten por ocupar la superficie de las azoteas.

Incluimos algunos tipos de cubierta inclinada y superficies de cubierta plana de pequeña extensión:

- *Cubiertas inclinadas*
  - *De gran extensión*, generalmente vinculadas a usos terciarios, que consideraremos susceptibles de transformación en azoteas verdes o tratamiento de techo frío
  - *De extensión media* vinculadas al uso residencial, que consideraremos pueden acoger instalaciones de paneles solares.
  - *Estructuras auxiliares en terrazas de áticos*, que también pueden acoger instalaciones de paneles solares.
- *Cubiertas (generalmente planas) de núcleos de escaleras/ascensores*, cuya reducida dimensión impide su aprovechamiento para usos que impliquen acceso habitual de personas, pero permite la instalación de ciertos tipos de paneles solares con poco mantenimiento.



Figura 18. Azoteas con acceso a mantenimiento

Fuente: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (1) Lo incluimos en esta categoría porque el tipo de estructura sobre la que se sitúan los paneles se asemeja a las estructuras de cubierta utilizadas en muchas terrazas de ático.

Vemos pues la gran cantidad de posibles utilizaciones de los espacios de azotea, y vamos ahora a valorar la idoneidad de implementar cada uno de ellos en el ámbito de Palos de Moguer.

#### 4.6 Posibilidad de incrementar la sostenibilidad del área mediante las azoteas

La revisión de la situación actual del ámbito [E00] nos ha permitido establecer las prioridades de intervención, y podemos ahora valorar la idoneidad de cada uno de los usos de azotea revisados contrastando su efecto 'previsible' sobre las áreas de intervención ordenadas según las prioridades (espacio de mejora potencial) para el Ámbito [E00].

TABLA 4-10_ MEJORA POTENCIAL DEL ÁREA MEDIANTE LA INTERVENCIÓN SOBRE SUS AZOTEAS				
INDICADOR	OBJETIVOS	USOS	POTENCIAL MEJORA	
GEI	Emisiones GEI	Reducción Consumo de Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los usos que impliquen incrementar el aislamiento térmico y/o albedo de la cubierta/azotea</li> </ul>	5,56%
		Sustitución de Energías fósiles por ER		
CEH	Carga Económica Habitantes	Elementos generadores de ingresos o que reducen el Coste de la Vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajardinamiento productivo</li> <li>Apicultura</li> <li>Agricultura Urbana [Intensiva/invernaderos]</li> <li>Ahorros energéticos [aislamiento térmico e incremento albedo]</li> <li>Generación energía [paneles solares y biomasa]</li> </ul>	5,39%
		Elementos generadores de ingresos o que reducen el Coste de la Vida		
DI	Distribución De La Renta	Elementos generadores de ingresos o que reducen el Coste de la Vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajardinamiento productivo</li> <li>Apicultura</li> <li>Agricultura Urbana [Intensiva/invernaderos]</li> <li>Ahorros energéticos [aislamiento térmico e incremento albedo]</li> <li>Generación energía [paneles solares y biomasa]</li> </ul>	5,01%
ENR	Consumo Energía No Renovable	Sustitución de ENR por ER	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación energía [paneles solares y biomasa]</li> <li>Usos generadores de biomasa [agricultura intensiva e invernadero]</li> <li>Ahorros energéticos [aislamiento térmico e incremento albedo]</li> </ul>	4,42%
RH	Uso Recursos Hídricos	Retención agua lluvia en cubiertas y aprovechamiento agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura intensiva e invernadero</li> <li>Ajardinamiento productivo</li> </ul>	4,12%
EM	Empleo	Usos que requieren mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura intensiva e invernadero</li> <li>Apicultura</li> </ul>	2,86%
RB	Recursos Bióticos	Usos que requieran materia orgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azoteas ajardinadas</li> <li>Agricultura intensiva [no invernadero] (1)</li> </ul>	2,55%
DE	Diversificación Económica	Usos que implican actividades económicas con poca presencia actualmente en el barrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura intensiva e invernadero</li> <li>Apicultura</li> </ul>	2,40%
CH	Contaminación Hídrica	Retención agua lluvia en cubiertas y aprovechamiento para riego [el benéfico se incrementa si sustituye a riego agrícola]	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azotas verdes extensivas</li> <li>Azoteas ajardinadas</li> <li>Agricultura intensiva e invernadero</li> </ul>	1,56%
DZV	Dotación Zonas Verdes	Usos que combinan vegetación y espacio de estancia público.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azoteas ajardinadas públicas.</li> </ul>	1,51%

CEP	Carga Económica Sector Publico	Usos que implican creación de actividad económica [i.e., impuestos y empleo [impuestos y cotizaciones].	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura intensiva e invernadero</li> <li>• Apicultura</li> <li>• Espacios de restauración (2)</li> </ul>	1,42%
DL	Diversificación Laboral	Usos que implican actividades laborales con poca presencia actualmente en el barrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura intensiva e invernadero</li> <li>• Apicultura</li> </ul>	1,40%
CC	Compacidad Corregida (3)	<p><b>Impacto positivo:</b> Usos que implican espacios exteriores de estancia</p> <p><b>Impacto negativo:</b> Usos que incrementan el espacio ocupado por 'elementos construidos'</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas ajardinadas, huertos comunitarios, solariums...</li> <li>• Agricultura intensiva en invernadero</li> <li>• Salones multiuso, piscinas [si están cubiertas,..]</li> </ul>	1,15%
CVU	Corredores Verdes Urbanos	Usos que implican vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas ajardinadas extensivas [azoteas verdes], intensivas [áreas de estancia, agricultura,..]</li> </ul>	1,11%
TBA	Uso Biocapacidad Agrícola	Usos que implican productividad agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura intensiva e invernadero</li> <li>• Ajardinamiento Productivo</li> <li>• Apicultura</li> </ul>	1,11%
AZV	Accesibilidad A Zonas Verdes	Usos que combinan vegetación y espacio de estancia público.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas ajardinadas públicas.</li> </ul>	0,89%
IB	Índice De Biotopo	Usos que incrementan la superficie de zonas verdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas verdes extensivas, intensivas [privadas o públicas] y agrícolas.</li> </ul>	0,87%
AEP	Accesibilidad A Equipamientos De Proximidad	Usos que equivalen a equipamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamientos en azoteas publicas</li> </ul>	0,65%
CA	Confort Acústico	Usos que incrementa la superficie de espacio de estancia público (4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas ajardinadas públicas.</li> </ul>	0,55%
AF	Actividad Física	Usos que implican actividad física de los habitantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Huertos Comunitarios</li> <li>• Piscina, y salones con uso gimnasio</li> </ul>	0,49%
CT	Confort Térmico	Usos que incrementan la superficie de zonas verdes y/o el albedo de las cubiertas [reducen la Isla de Calor]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas verdes extensivas, intensivas [privadas o públicas] y agricultura al aire libre</li> <li>• Techos fríos</li> </ul>	0,48%
CEU	Calidad De La Escena Urbana (3)	<p><b>Impacto positivo:</b> Usos que implican espacios de estancia y vegetación.</p> <p><b>Impacto negativo:</b> Usos que incrementan el espacio ocupado por 'elementos construidos'</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas ajardinadas.</li> <li>• Agricultura intensiva en invernadero</li> <li>• Salones multiuso, piscinas [si están cubiertas,..]</li> </ul>	0,47%
DEQ	Dotación Equipamientos	Usos que equivalen a equipamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamientos en azoteas publicas</li> </ul>	0,46%
TBU	Uso Territorio Urbanizable (5)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>	0,44%
<b>POTENCIAL DE MEJORA TOTAL</b>				<b>47,13%</b>

---

FUENTE: Elaboración propia utilizando el modelo meta[s]

- (1) Aunque parece factible utilizar Residuos Orgánicos para producir abonos líquidos que pudieran utilizarse directamente en cultivos hidropónicos, no hemos encontrado esta tecnología suficientemente documentada/desarrollada en la actualidad. Frente a ello, el compostaje de residuos orgánicos presenta un desarrollo elevado y su realización en las azoteas podría ser sencilla.
  - (2) Sin embargo, es necesario evaluar el impacto sobre la diversificación económica de la generación de áreas de restauración en azoteas [el barrio ya presenta un elevado desarrollo del área de hostelería].
  - (3) Destacan los indicadores Compacidad Corregida y Calidad de la Escena Urbana, en los cuales los usos revisados para las azoteas pueden plantear tanto impactos positivos como negativos.
    - a. La vegetación de las Áreas ajardinadas en azoteas muchas veces es visible desde la calle, teniendo efecto positivo.
    - b. Por el contrario, la edificación de salones multiusos, piscinas cubiertas y agricultura en invernadero podrían tener un impacto negativo, por lo que en todos los casos deberían requerir proyecto específico y licencia.
  - (4) Aunque los espacios de azotea privados también constituyen áreas de estancia libres del ruido del tráfico, no los contabilizamos precisamente por su carácter privado.
  - (5) Aunque introducir biocapacidad agrícola en el medio urbano debería reducir la superficie de territorio considerada urbanizada [y por tanto incrementar la superficie de territorio cuya urbanización sea todavía posible], se trata de una cuestión poco estudiada por el momento, por lo que no lo vamos a contabilizar. Los datos de España apuntan a que ya se ha urbanizado el 80% del territorio que marca la frontera entre la situación óptima y pésima posibles [-----, 2015]
- 

Figura 19. Mejora potencial del área mediante la intervención sobre sus azoteas

Fuente: Elaboración propia

Vemos un espacio de mejora potencial elevado (47,1%) que se puede reducir habilitando los espacios no utilizados de azotea mediante los usos revisados. Y para estimar la reducción previsible de dicho 'espacio' (que será menor), diseñaremos diferentes *escenarios que equivalen al estado final que alcanzaría el ámbito en diferentes implementaciones de los usos anteriores* y evaluaremos mediante el modelo la idoneidad de cada uno de ellos.

Previamente es necesario revisar las características y superficie de las azoteas presentes en el área, que condicionan la posibilidad/coste/idoneidad de implantar cada uno de los usos revisados.

## 5 CARACTERÍSTICAS Y SUPERFICIES DE AZOTEA DISPONIBLE EN EL ÁMBITO

Para caracterizar y cuantificar la superficie de los espacios de azotea actualmente existentes/disponibles en el ámbito, vamos a proceder en dos pasos:

- En primer lugar, vamos a *cuantificar la superficie de azotea actualmente disponible [ej. sin uso]*, indicando el uso y tipo de acceso del edificio sobre el que se asienta, lo que nos permitirá relacionar las superficies disponibles con los usos revisados.

En segundo lugar, vamos a revisar las *características de la edificación sobre la que se sitúan dichas azoteas*: fecha de construcción, estado de conservación, resistencia estructural de la cubierta, aislamiento térmico,...

Esto nos permitirá valorar la viabilidad y esfuerzo necesario así como el posible beneficio de implementar los diferentes usos posibles. Comenzamos pues por revisar la superficie de azoteas disponible según las categorías anteriores.

## 5.1 Superficie de azoteas disponible

Vamos a medir la superficie de las azoteas disponibles diferenciándolas en correspondencia con las categorías de la clasificación anterior. Además vamos a revisar la superficie existente de 'Otras cubiertas aprovechables', lo que haremos diferenciando las 'Cubiertas ligeras de gran extensión'.

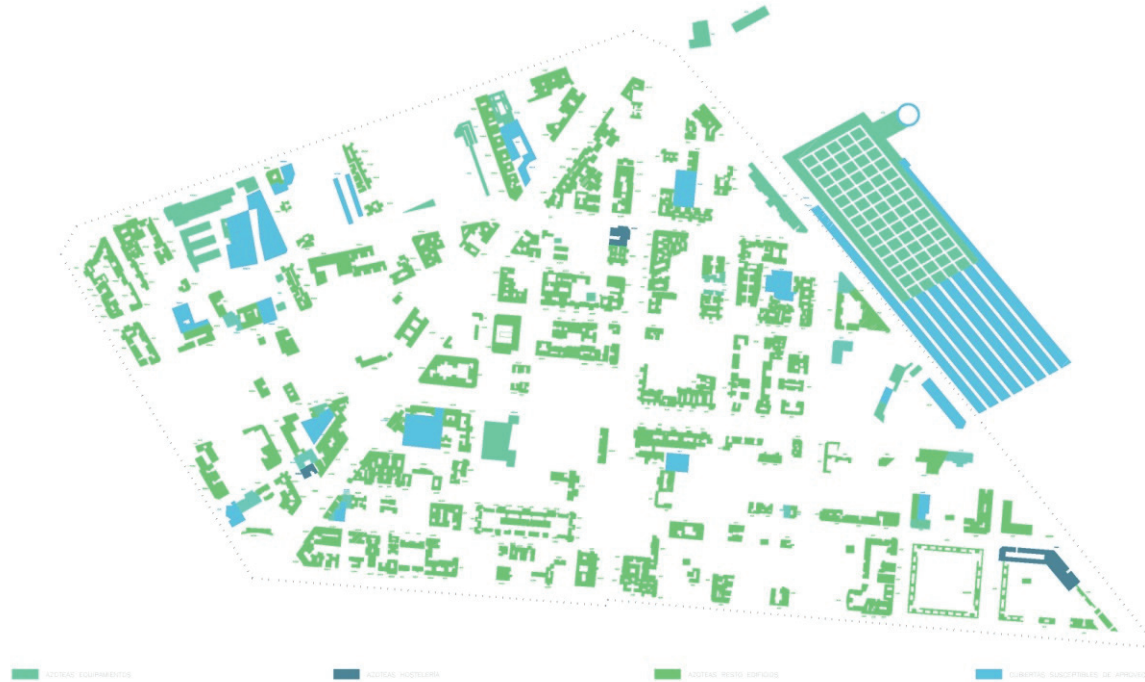


Figura 20. Distribución de azoteas disponibles según uso del edificio. En azul claro se incluyen las Cubiertas de gran extensión. Se aprecia la gran extensión que representan las cubiertas de la Estación de Atocha.

Fuente: Elaboración propia

TABLA 5-1 _ SUPERFICIES DE AZOTEA Y CUBIERTAS DE GRAN EXTENSIÓN SEGÚN USO							
	PALOS DE MOGUER					ESTACIÓN DE ATOCHA	
	Equipamiento (1)	Hostelería	Resto Edificios	Cubiertas ligeras de gran extensión	Otras superficies (2)	Cubierta Estructural	Cubierta Ligera
<b>SUPERFICIE [m2]</b>	11.435	2.482	95.427	16.807	98.655	29.921	20.614
<b>Nº AZOTEAS / EDIFICIOS</b>	11	3	316	15	-	3	1

**FUENTE:** Elaboración propia partir de medición sobre plano. **Notas:**  
 (1) Dentro de esta cifra incluimos 1.494m2a de equipamiento de salud  
 (2) Incluye casetones de ascensor, estructuras ligeras en cubriciones de áticos y tejados con orientación sur.

Figura 21. Superficies de azotea y cubiertas de gran extensión según uso.

Fuente: Elaboración propia

Vemos que la superficie de Azoteas Disponibles y Cubiertas Ligeras de gran extensión alcanzan (sin incluir Atocha) el 17% y el 2,6% respectivamente de la superficie total del Ámbito; ej. casi 1m<sup>2</sup> de cada 5m<sup>2</sup> de la superficie del ámbito, avanzando el posible gran impacto de su utilización. Además de los condicionantes

derivados del uso y tipo de acceso del edificio, aparecen dos cuestiones adicionales que condicionan las posibilidades de utilización de las azoteas disponibles:

- La *superficie de cada azotea*, que permitirá o no la implementación de ciertos usos. La elevada fragmentación de las parcelas en el ámbito lleva a una reducida dimensión de la edificación, y en consecuencia de las azoteas, que presentan las siguientes superficie medias:
  - 300 m<sup>2</sup>/azotea en Residencial & Terciario & Institucional
  - 830 m<sup>2</sup>/azotea en Hoteles
  - 1.050 m<sup>2</sup>/azotea en Equipamientos
- La *geometría de cada azotea* también limitará los usos que se pueden implementar. La geometría de las azoteas resulta en gran medida de la distribución y alturas de los espacios inferiores, que a veces generan geometrías complicadas y/o discontinuas. En algunos casos superficies relativamente grandes no permiten usos que teóricamente serían posibles.

Habrà pues que revisar individualmente para cada azotea si cada uso 'a priori' posible es compatible con las limitaciones impuestas por su geometría y superficie. La Cubierta de la Terminal de Largo Recorrido de la Estación de Atocha con sus casi 28.000 m<sup>2</sup> y geometría rectangular se presenta como gran oportunidad para localizar prácticamente cualquier uso.

## 5.2 Características de la edificación

Hay dos características de la edificación que tienen gran importancia para evaluar tanto las posibilidades de uso de las azoteas como su impacto sobre la edificación:

- La *resistencia estructural del edificio/cubierta*, que permitirá la implantación o no de ciertos usos, y/o requerirá refuerzos estructurales o soluciones de diseño que minimicen las cargas.
- El *aislamiento térmico del edificio/cubierta*, que determinará la mejora térmica/ahorro energético conseguidos mediante la adecuación de las azoteas.

Para valorar ambas cuestiones en primer lugar revisaremos la *fecha de construcción y el estado de conservación de la edificación* en el Ámbito, y posteriormente las *características estructurales y térmicas de la edificación* que deduciremos de la normativa vigente en su fecha de construcción.

### Fecha de construcción y estado de conservación

En el ámbito encontramos las siguientes *superficies de azotea disponible según fecha de construcción*<sup>8</sup>:

---

<sup>8</sup> El análisis del área fue realizado en gran parte entre los años 2012/2013, cuando los datos del Censo de Edificación y Viviendas de 2011 todavía no estaban disponibles. Aunque sería posible actualizarlo tras la publicación de dichos datos (en el año 2015), el elevado esfuerzo necesario resta interés a dicha tarea ya que se trata de un área muy colmatada, cuya edificación es mayormente anterior a 2001.



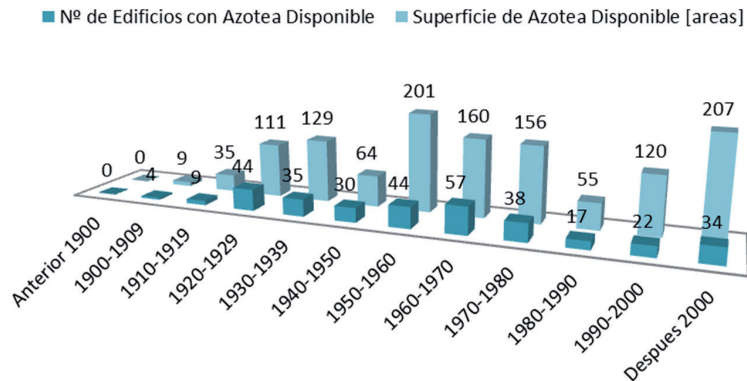


Figura 22. Nº de edificios y superficie de azotea disponible según fecha de construcción de la edificación.

Fuente: Elaboración propia midiendo sobre plano y fechas de construcción del Catastro [Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas]. Para mayor claridad de visualización se indica la superficie en 'áreas' [hay que multiplicarla por 100 para obtener m<sup>2</sup>]. Por su singularidad, no se incluye la superficie de la Estación de Atocha [año 1992]

Vemos que los edificios construidos más recientemente tienen en general mayor superficie de azotea por edificio (son construcciones de mayor tamaño). Complementariamente, es necesario revisar el *estado de conservación de la edificación*, también en relación a su fecha de construcción.

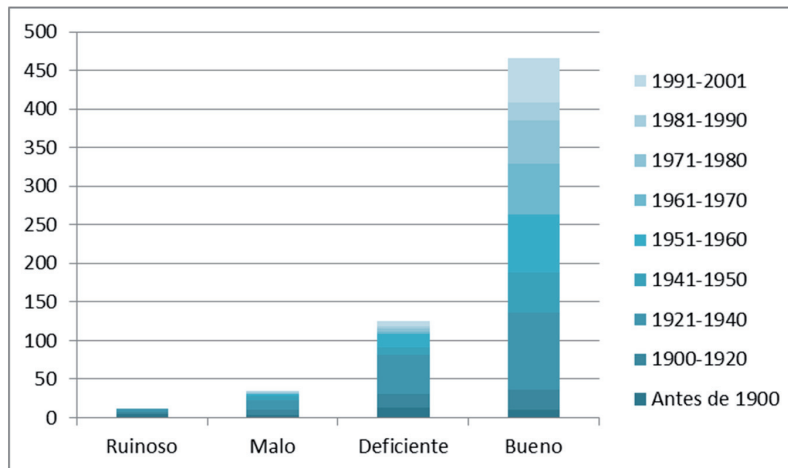


Figura 23. Estado de Conservación de la Edificación en Palos de Moguer según Fecha de Construcción

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEbase (Censo de Edificación y Viviendas 2001). No incorporamos los edificios posteriores a 2001, pero cabe suponer que su estado de conservación será bueno

En el gráfico, podemos ver lo siguiente:

- El 73% de la edificación presenta un buen estado de conservación y consideraremos que su estructura mantiene la capacidad portante de diseño.
- Un 19,6% presenta algunas deficiencias de conservación. Estos edificios deberán ser revisados individualmente para poder valorar el impacto sobre la capacidad estructural, pero consideraremos que su aislamiento térmico ha perdido su funcionalidad totalmente.

- El 7,5% restante en mal estado de conservación o en ruina, y requerirán rehabilitación integral y análisis individualizado previo a la implantación de cualquiera de los usos propuestos.

## Resistencia estructural

Vamos a considerar que la capacidad estructural de los edificios sea deducible de dos cuestiones: Del *estado de conservación del edificio*. Consideraremos que los edificios con Estado de Conservación 'Bueno' mantienen la capacidad portante con la que fueron diseñados, mientras que el resto de edificios requerirá su revisión individual. Del valor de *capacidad portante para el que fueron diseñados*. Esta cuestión dependerá de los valores de Acciones en la edificación que establecía la Normativa vigente en el momento en que fue construido el edificio, siendo importantes cuatro fechas:

- 1941. Se promulga la DGA-41, primera normativa española que establece valores de acciones para el cálculo de estructuras de edificación.
- 1962. Se promulga la MV 1962
- 1988. Se Promulga la NBE-AE-1988
- 2006. Se promulga el CTE-DB-SE

Los valores de las acciones de cálculo de dichas Normativas que nos interesan son:

TABLA 5.2 _ SOBRECARGAS DE USO/NIEVE SEGÚN NORMATIVA [Kg/m <sup>2</sup> ]					
		DGA41	MV-1962	NBE-AE-88	CTE-DB-SE
NIEVE		80	80	80	100
E					
USO	Sin Uso	150	100	100	100
	Uso Privado	150	150	150	100
	Uso Publico	Según Uso	Según Uso	Según Uso	Según Uso

FUENTE: Compilación datos de DGA-41, MV-1962, NBE-CT-88, y CTE-DB-SE

(1) En el caso de plantear usos públicos, será necesario el estudio individualizado de cada azotea, ya que las sobrecargas varían según el uso. En general, los valores de sobrecarga de uso son sensiblemente superiores a los de cálculo de las azoteas sin uso [desde los 300 Kg/m<sup>2</sup> para zonas con mesas y sillas móviles hasta los 500 Kg/m<sup>2</sup> para usos deportivos, exposiciones, etc...], lo que requeriría como norma el refuerzo de la estructura. Sin embargo, esto puede ser compensado en algunos casos por sobrecargas de proyecto previstas para maquinaria de instalaciones que finalmente no se haya instalado o pueda ser reubicada.

(2) Para edificios proyectados/construidos con anterioridad a 1941, será necesario el análisis individualizado.

Figura 24. Sobrecargas de uso/nieve según normativa (Kg/m<sup>2</sup>)

Fuente: Elaboración propia

Y se hace necesario valorar el impacto de la variación de cargas que supone la implantación de cada uso en conjunto con la tabla anterior, pudiendo hacer las siguientes anotaciones:

- Si la adecuación del espacio de azotea implica sustitución del pavimento existente, podremos añadir un peso equivalente al retirado (80-120kg/m<sup>2</sup>)<sup>9</sup>, lo que permitirá en general instalar pavimento y/o soluciones ajardinadas con sustratos ligeros y espesor entre 80 y 120 mm<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> El peso dependerá de la solución existente, pudiendo considerar a modo orientativo los siguientes: Pavimento convencional (80 kg/m<sup>2</sup>); Protección de 5 cm de grava -densidad de 1900 kg/m<sup>3</sup>- (95 kg/m<sup>2</sup>); Cubierta ventilada tipo catalana (120 kg/m<sup>2</sup>).

<sup>10</sup> Hemos considerado un peso saturado de 880 kg/m<sup>3</sup> (Hahn et Al, 2002), con una mayoración del 12% para absorber el peso de telas impermeabilizantes, aislamientos, y protecciones.

- En azoteas con 'Uso privado' construidas entre 1942 y 2006, podremos en general contar con 50kg/m<sup>2</sup> de capacidad portante debido a la reducción de las sobrecargas de uso.
- La sobrecarga de nieve ha aumentado de 80 a 100 kg/m<sup>2</sup>, y su actualización deberá ser revisada en cada caso ya que sustrae 20 kg/m<sup>2</sup> de capacidad de carga.

Si la implementación de los usos implica mayor carga de la considerada para el diseño de los edificios, podrá ser necesario reforzar la estructura, plantear soluciones especiales llevando la carga directamente a los pilares... que deben estudiarse individualmente y que podrían limitar las opciones de diseño o encarecer los costes. Nos interesa por tanto agrupar los edificios en cuatro periodos en correspondencia con las fechas anteriores:

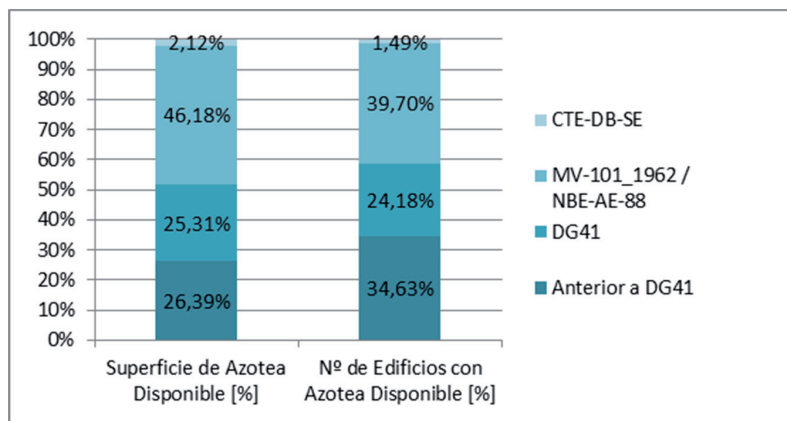


Figura 25. Porcentaje de superficie de azotea disponible y nº de edificios según intervalos de aplicación de Normativa de Estructuras (incluye solo los edificios que tienen superficie de azotea disponible). Las fechas de construcción de la edificación se han obtenido a partir de la revisión individual de las fichas del Catastro para cada edificio con azotea.

Fuente: Elaboración propia

Vemos que algo más del 65% de los edificios/73,5% de la superficie está construido siguiendo alguna de las Normativas anteriores. De este porcentaje, el 86% se encuentra en buen estado de conservación y por tanto será utilizable para los usos y soluciones constructivas mencionadas. El resto de los edificios requerirá revisar individualmente su capacidad estructural.

## Aislamiento térmico

Consideramos que el aislamiento térmico de las azoteas de los edificios sea deducible a partir de dos cuestiones. Del *estado de conservación del edificio*. Si la edificación se encuentra en buen estado de conservación, consideramos que mantiene el nivel de aislamiento con que fue proyectada, mientras que si su estado es deficiente, malo o ruinoso, supondremos que la capacidad de su aislamiento haya desaparecido. Del *valor de aislamiento térmico con que fue diseñado cada edificio*. Esta cuestión dependerá a su vez de los valores máximos de Transmisión Térmica

que establecía la Normativa vigente en el momento en que fue construido el edificio. Tres fechas son importantes:

- 1975. Se promulga el Decreto 1490/75. Primera Normativa de Condiciones Térmicas en la Edificación en España.
- 1979. Se promulga la NBE-CT-79
- 2006. Se promulga el CTE-DB-HE

Los valores máximos de transmisión térmica establecidos en dichas Normativas que nos interesan desde el punto de vista de las azoteas, son los siguientes:

TABLA 5-3_ TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LA CUBIERTA SEGÚN NORMATIVA				
	Anterior a 1975 [sin aislamiento] (1)	Decreto 1.490/75 [1976 a 1980] (2)	NBE-CT-79 [1980 a 2006]	CTE-DB-HE [después 2006] (3)
<b>VALOR PONDERADO DE TRANSMISIÓN TÉRMICA AZOTEAS [w/m<sup>2</sup>k h]</b>	1,62	1,04	0,90	0,38
<b>ESTIMACIÓN MEJORA POSIBLE [%]</b>	76,59%	63,46%	57,78%	0,00%

FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (1) Los valores de los elementos para edificios construidos con anterioridad a 1975, son los de los elementos constructivos considerando que carecen de aislamiento térmico. Igualmente consideramos mismo valor para edificios en estado de conservación deficiente, malo o ruinoso. Se ha considerado un valor promedio para tres tipos de solución constructiva habituales.
- (2) El Decreto 1.490/75 no especifica valores límite de transmisión para cada cerramiento. Dado que este RD fue precursor de la NBE-CT-79, se ha optado por deducirlos a partir de los límites establecidos en esta última, mediante una proporción según la relación entre los valores límites del KG global en dicho RD, y los que establece la NBE-CT-79. Parece una simplificación aceptable dado el escaso porcentaje de superficie afectada.
- (3) Los valores del CTE-DB-HE1, son para Madrid, Zona Climática D3.

Figura 26. Transmisión térmica de la cubierta según normativa

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se deduce que la mejora térmica podrá ser muy importante si se acondicionan edificios construidos con anterioridad a 1975, y algo menor pero todavía apreciable si los edificios están construidos antes de 2006. En edificios construidos después de 2006, la habilitación de las azoteas no producirá incrementos de aislamiento o serán reducidos. Nos interesa por tanto agrupar los edificios en cuatro periodos en correspondencia con las fechas anteriores:

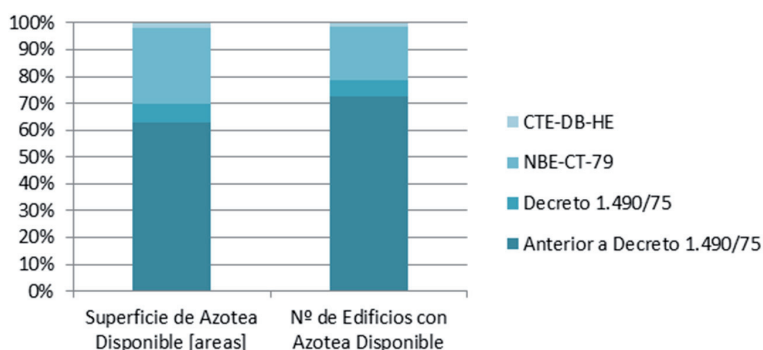


Figura 27. Porcentaje de superficie de azotea disponible y nº de edificios según Normativa Térmica (no incluye edificios sin superficie de azotea disponible ni por su singularidad la Estación de Atocha). Superficies obtenidas midiendo sobre plano. Fechas de la edificación de Catastro.

Fuente: Elaboración propia

Vemos que casi el 73% de los edificios (63% de la superficie) han sido construidos antes de 1975 y por tanto no incorporan aislamiento térmico. A ese porcentaje hay que sumarle un 3% de edificios construidos después de 1975 con estado de conservación deficiente o malo<sup>11</sup>. Según estos datos, si todas las azoteas se acondicionaran actualizando su aislamiento térmico a los niveles exigidos actualmente, se conseguiría una reducción media de su transmisión térmica del 71%, y un previsible ahorro en el consumo de energía. Hemos caracterizado los espacios de azotea disponibles en el ámbito, vamos a proceder a la formulación de los Escenarios de Evaluación.

## 6 POSIBILIDADES DE TRANSFORMACIÓN URBANA

Vamos a revisar las posibilidades de diseñar una transformación del área urbana que maximice el incremento de su sostenibilidad, lo que hacemos considerando conjuntamente dos cuestiones:

- Relacionamos los *usos que incrementan la sostenibilidad del área con las superficies de azotea disponibles mediante el diseño de Escenarios de Evaluación*, que planteamos lo más desagregados posible para maximizar las posibilidades de combinación.
- Valoramos las *sinergias, repeticiones y complementariedades/exclusiones entre dichos usos* que limitan las combinaciones posibles o condicionan el efecto que tendría su implantación conjunta (a veces incrementado y a veces reducido).

### 6.1 Formulación de escenarios de evaluación

A partir de las cuestiones revisadas podemos formular los Escenarios de Evaluación, que constituyen adaptaciones de los usos posibles (ver apartado 4) a las prioridades de intervención del área urbana (apartado 3) y características concretas de las azoteas disponibles (apartado 5). Previamente conviene hacer una reflexión acerca de las posibles combinaciones de los diferentes usos posibles, y es que *todos ellos presentan cierta incompatibilidad (son a priori al menos parcialmente excluyentes entre sí) puesto que 'compiten' por ocupar el mismo espacio*. Si todos los usos necesitaran utilizar todo el espacio disponible para poder implantarse, el análisis se simplificaría muchísimo ya que bastaría con evaluar el impacto esperado de cada uno de ellos y elegir el más beneficioso (el que más incrementase la sostenibilidad). Sin embargo, esto no es así y además se detectan una serie de situaciones intermedias ya que...

- No todas las opciones pueden situarse sobre todos los usos de la edificación (ni en todas las superficies), *por lo que en realidad no todas ellas compiten por los mismos espacios*.
- *No todas las opciones necesitan ocupar todo el espacio de azotea*; la mayoría pueden ocupar solo una parte y dejar espacio para otros usos. Sin embargo,

<sup>11</sup> Según los datos del Censo, no existen edificios construidos después de 1975 en estado ruinoso.

algunas tienen superficies mínimas, por debajo de las cuales su implementación no es óptima (o no es posible).

- No todas las opciones pueden utilizar todo el espacio de azotea; algunas tienen superficies máximas que no necesitan, no pueden o no deben exceder<sup>12</sup>.

Por ello, en la descripción de cada escenario detallaremos para cada uso posible de azotea dos cuestiones:

- sobre qué *tipos de edificios* se puede implantar.
  - Edificios con acceso público
  - Edificios del sector R&T&I (Residencial, Terciario e Institucional)
  - Otros ...
- cuál es la *superficie posible/necesaria para la implantación de dicho escenario*, que en general será una de las siguientes opciones:
  - Una parte fija
  - Una superficie mínima
  - Una superficie máxima
  - Variable desde el 0% (0m<sup>2</sup>) a 100% (toda la superficie de azotea disponible en el ámbito)
  - Variable entre un mínimo (diferente de 0) y un máximo (diferente del 100%)

Para la utilización de la metodología propuesta (Alvira, 2015) nos interesa partir de escenarios lo más desagregados posibles, que posteriormente iremos agregando hasta encontrar la combinación preferida. Por ello, partiremos de una propuesta inicial de un elevado número de escenarios (15) que corresponderán a cada uso cuyo efecto 'intuimos' puede ser beneficioso para el ámbito. Vamos por tanto a describir las características/supuestos considerados en cada escenario.

### **Escenario A01. Azoteas verdes extensivas**

- Espacios con vegetación no utilizables por las personas
- Pueden situarse en cualquier azotea (no importa el uso del edificio)
- Sus funciones principales son: mejora del bioclima, biodiversidad y reducción de consumos del metabolismo (ahorro de energía y ciclo del agua)
- Puede ocupar desde el 0% hasta el 100% de la superficie de azotea
- Supone el ajardinamiento de la azotea con las siguientes características:
  - base drenante con capacidad de retención de agua (36 l/m<sup>2</sup>)
  - capa de substrato de espesor reducido (entre 70 y 120 mm)
  - especies de vegetación tipo 'sedum' y/o algunas especies de gramíneas
  - no requiere mantenimiento (solo un par de revisiones de control al año)

---

<sup>12</sup> Complementariamente, el impacto beneficioso de cualquier uso tendrá en general marginalidad decreciente; será mayor cuanto menos superficie exista de dicho uso e irá decreciendo a medida que se incrementa su superficie. Por tanto su coste de sustitución –la cantidad de otro uso necesaria para obtener un beneficio equivalente- tendrá la lógica inversa. Esta marginalidad decreciente es en general una constante en cualquier dimensión de la sostenibilidad (Alvira, 2014a. Th06) y suele complicar notablemente los procesos de diseño.

## Escenario A02. Azoteas verdes intensivas: azoteas ajardinadas comunitarias

- Jardines comunitarios para los ocupantes de los edificios
- Pueden situarse sobre Edificios R&T&I
- Sus funciones principales son: espacio de estancia y contacto con la naturaleza, mejora del bioclima, biodiversidad y reducción de consumos del metabolismo (ahorro de energía y ciclo del agua)
- Aunque teóricamente podría ocupar desde el 0% al 100% de la superficie de azotea, hacemos algunos matices:
  - Establecemos una superficie mínima de 30 m<sup>2</sup> o 2,5 m<sup>2</sup>/viv
  - Dado que el número medio de viviendas por edificio en el ámbito es 20 viv/edificio, supone una superficie tipo de 50 m<sup>2</sup>.
  - Limitamos la superficie máxima<sup>13</sup> a 100 m<sup>2</sup>
- Supone el ajardinamiento de la azotea con las siguientes características:
  - zona ajardinada:
    - Capa de sustrato de espesor entre 150 y 400mm<sup>14</sup>
    - Variedad de especies de vegetación
  - zona pavimentada: pavimento con SRI ≥75
- Requiere mantenimiento frecuente (riego, abonado y poda)

## Escenario A03. Azoteas verdes intensivas: zonas verdes públicas

- Zonas Verdes accesibles a todos los usuarios del área urbana
  - Se sitúa sobre edificios con uso Público
  - Sus funciones principales son: espacio de estancia y contacto con la naturaleza, mejora del bioclima y biodiversidad, cohesión social, actividad física
  - Sus dimensiones estarán definidas en función del tipo de ZVP que se quiere crear<sup>15</sup>:
    - Ámbito Vecindario: >500m<sup>2</sup>
    - Ámbito Barrio: >5.000m<sup>2</sup> y diámetro >30m
    - Ámbito Barrio-Ciudad: >1Ha
    - Ámbito Ciudad > 10 Ha
- Complementariamente, todas las ZV excepto las de ámbito vecindario deben permitir inscribir un círculo de diámetro 30m.

<sup>13</sup> Deben ser espacios complementarios a las Zonas Verdes Publicas [ZVP], pero no deben sustituirlas ya que se eliminaría el papel integrador de los espacios compartidos. Por ello, establecemos un tamaño reducido. Resultan interesantes en áreas urbanas con déficit de ZVP (centros históricos y ensanches) pero deben evitarse (o al menos limitarse) si existe exceso de dotación ZVP (periferias urbanas).

<sup>14</sup> Espesores recomendados por diversos fabricantes. La limitación de carga que impone la habilitación de azoteas existentes, puede hacer más recomendable considerar espesores 'tipo' más reducidos (sustrato de 120 mm) y utilizar maceteros o recrecidos puntuales para la plantación de algunas especies que necesiten mayor profundidad.

<sup>15</sup> Superficies de Rueda (2012: 610). La única azotea en el ámbito que cumple las condiciones es la Cubierta de la Terminal de Atocha.

- Supone el ajardinamiento de la azotea con las siguientes características:
  - zona ajardinada:
    - base drenante con capacidad de retención de agua (36 l/m<sup>2</sup>)
    - Capa de sustrato de espesor mayor (entre 150 y 1.000 mm)<sup>16</sup>
    - Variedad de especies de vegetación, incluyendo árboles
  - zona pavimentada: pavimento con SRI ≥75
- Requiere mantenimiento de jardinería frecuente (riego, abonado y poda)

#### **Escenario A04. Azoteas verdes intensivas. Agricultura al aire libre**

- Espacios para el cultivo agrícola con finalidad empresarial
- Aunque puede situarse sobre cualquier tipo de edificio (no importa el uso), por su finalidad empresarial excluimos equipamientos e infraestructuras públicas<sup>17</sup>
- Sus funciones principales son: generación de ingresos económicos, mejora del bioclima y biodiversidad, reducción de consumos del metabolismo (ahorro de energía, ciclo del agua y reducción uso biocapacidad agrícola)
- Puede ocupar desde el 0% hasta el 100% de la superficie de azotea
- Supone el ajardinamiento de la azotea con las siguientes características:
  - capa de sustrato de espesor variable (entre 100 y 300 mm)<sup>18</sup>.
  - especies de vegetación productivas: hortalizas de tallo, hoja, fruto y bulbo.
  - Requiere mantenimiento constante (incluyendo riego, abonado, recolección,...)

#### **Escenario A05. Azoteas verdes intensivas. Huertos comunitarios**

- Son espacios para el cultivo agrícola, pero cuya función prioritaria no es la producción agrícola sino constituir espacios de reunión social y actividad física al aire libre
- Se sitúa sobre edificios con uso R&I (los huertos comunitarios de propiedad pública los consideramos incluidos en los usos Equipamiento/ZVP)
- Sus funciones principales son: espacio de estancia y contacto con la naturaleza, actividad física, mejora del bioclima, biodiversidad y reducción de consumos del metabolismo (ahorro de energía y ciclo del agua)
- Teóricamente podrían ocupar desde el 0% al 100% de la superficie de azotea, pero vamos a imponer algunas limitaciones:
  - Establecemos una superficie mínima de 15 m<sup>2</sup> o 2,0 m<sup>2</sup>/viv
  - Para 20 viv/edificio, resulta una superficie tipo de 40 m<sup>2</sup>.

<sup>16</sup> Espesores recomendados por fabricantes. La limitación de carga que impone la habilitación de azoteas existentes, puede hacer más recomendable considerar espesores 'tipo' más reducidos (sustrato de 120 mm) y utilizar maceteros o recrecidos puntuales para especies que necesiten mayor profundidad.

<sup>17</sup> No parece aceptable fomentar un uso lucrativo de superficie pública en un área con déficit de servicios públicos. Sin embargo, en morfologías urbanas con exceso de dotación, podría ser conveniente revisar el uso productivo de estas azoteas.

<sup>18</sup> Aunque algunos fabricantes sugieren preferible un espesor ≥ 200 mm, existen ejemplos en funcionamiento con espesores desde 50 mm, o que combinan espesor reducido en zonas de pasos con recrecidos graduales en zonas de cultivo (ej. Brooklyn Grange).



- Supone el ajardinamiento de la azotea con las siguientes características:
  - capa de sustrato de espesor variable entre 100 y 300 mm [preferible  $\geq 200$ mm]. También puede realizarse en 'cajones de plantación' de ancho aprox. 1,10 m y longitud variable
  - especies de vegetación productivas: hortalizas de tallo, hoja, fruto y bulbo. También puede ser floricultura.
  - Requiere mantenimiento agrícola constante (incluyendo riego y abonado).

## Escenario A06. Apicultura

- Explotación de colmenas con finalidad empresarial
- Puede situarse en cualquier azotea, sin importar el uso del edificio<sup>19</sup>
- Sus funciones principales son: generación de ingresos económicos, mejora de la polinización de especies vegetales, reducción uso biocapacidad agrícola
- Requiere poca superficie (2-3 m<sup>2</sup>/colmena), sin embargo existen al menos dos limitaciones al número máximo de colmenas:
  - la primera se deriva de la *necesidad de existencia de demanda de la producción*. Dado que el ámbito no pertenece a una denominación de origen consideramos que la producción es para consumo local, y calculamos el número de colmenas para obtener hasta un 75% del consumo de miel en el ámbito, resultando 218 colmenas<sup>20</sup>.
  - el segundo es a partir del *área de pecoreo*, que permite sostener aproximadamente 2 colmenas/Ha con vegetación (AYG/2155/2007), resultando las siguientes cifras:
    - 49 colmenas en base al área existente actualmente con vegetación accesible a las abejas desde el ámbito (aprox. 24,3 Ha)<sup>21</sup>.
    - 29 colmenas más si se ajardina toda la superficie de azotea y cubiertas ligeras disponible (aprox. 14,4 Ha vegetación).
 Obtenemos un total de 78 colmenas.

La segunda cifra es inferior y será la que consideremos en la estimación<sup>22</sup>. La producción de miel sería un 31,8% del consumo local, permitiéndonos considerar que existiría demanda suficiente.

<sup>19</sup> La Normativa española impide actualmente su localización en ciudades [RD 209/2002. Art. 8]. La existencia de numerosos ejemplos en otras ciudades (ej. Paris, Copenhague...), algunas con normativa específica (ej. Nueva York), hace que lo incluyamos como uso posible.

<sup>20</sup> Para un consumo de miel de 0,44 kg/hab/año (MAGRAMA,2005) y producción de miel de 50 kg/colmena/año [EEA]

<sup>21</sup> Para el cálculo hemos establecido un perímetro de 900 m desde el borde del área, de forma que la primera manzana y el comienzo de la segunda están a una distancia inferior o igual a 1 km, distancia que habitualmente se recomienda las abejas no deben superar para recoger el polen (la distancia máxima posible son 3km). Hemos minorado la superficie de la áreas ajardinadas que también deben ser compartidas con otras áreas edificadas, y aplicado una segunda minoración en función del ratio cobertura vegetal /superficie artificializada.

<sup>22</sup> Según la bibliografía y estudios consultados, un exceso de colmenas lleva a una escasez de alimento, reducción de la productividad a veces comportamientos agresivos de las abejas. Por tanto, esta cifra no debe excederse. Evidentemente, si no se ajardina toda la superficie, la cifra anterior deberá reducirse. La obligatoriedad de solicitar un permiso municipal se presenta como forma sencilla de controlar que no se excedan estos límites. Adelantamos que el escenario que propondremos a partir

### **Escenario A07. Paneles solares (Opción 1)**

- Instalación de paneles solares para utilizar la energía generada en el propio edificio
- Se sitúa sobre Edificios Residenciales<sup>23</sup>
- Sus funciones son: reducción emisiones GEI, sustitución de ENR por ER y ahorro económico
- Consideramos solo el consumo residencial, para el cual necesitamos aprox. 10 m<sup>2</sup>/vivienda (Rueda, 2007)<sup>24</sup>. Dado que el número medio de viviendas por edificio en el ámbito es 20 viv/edificio, supone una media de 200 m<sup>2</sup> por edificio
- Se plantea una combinación de Paneles Térmicos y Fotovoltaicos con el objetivo de cubrir los siguientes porcentajes de consumo (Rueda, 2007):
  - 70% del consumo de ACS
  - 40% del consumo de calefacción
  - 60% del consumo de Aire Acondicionado
  - 100% de la electricidad de usos comunes del edificio [se estima una media de 120 kWh por vivienda y año en concepto de consumo por servicios comunes: iluminación, ascensor, parking)
- El porcentaje resultante es de 88% de paneles Térmicos y 12% Fotovoltaicos

### **Escenario A08. Usos colectivos privados. Salones comunitarios (Usos múltiples)**

- Espacios construidos de uso flexible utilizables por los residentes en el edificio
- Se sitúa sobre edificios con uso Residencial (vivienda colectiva)
- Su función principal es social
- Las Dimensiones pueden ser variables:
  - Consideramos una superficie mínima de 25 m<sup>2</sup> o 2,5 m<sup>2</sup>/viv
  - Para 20 viv/edificio, resulta una superficie tipo de 50 m<sup>2</sup> que establecemos como máxima<sup>25</sup>.

---

de la evaluación proporcionara un total de aprox. 8,3 Ha vegetación, que permitirá sostener 17 colmenas, limitando el total a 66 colmenas (aprox. 1 colmena/Ha).

<sup>23</sup> La concentración excesiva de paneles solares en un área puede tener consecuencias sobre la temperatura del aire (Milstein & Menon, 2010). Por ello excluimos del análisis los edificios no R&T&I, cuya adaptación extensiva para paneles solares parece desaconsejada dado lo elevado de las temperaturas locales en los meses de verano en el ámbito. Complementariamente, la especificidad de los consumos de edificios no residenciales hace más conveniente revisar la idoneidad de la instalación para cada caso concreto. Por ello, centraremos el análisis en el consumo asociado al uso residencial.

<sup>24</sup> El ratio m<sup>2</sup> panel solar/viv calculado por Rueda (2007, Anexo 8.2: 32) para la ciudad de Sevilla es de 10m<sup>2</sup> de azotea ocupada por paneles solares/viv (suponiendo una ocupación de 3 habitantes/viv). El dato calculado para el Ámbito, considerando el mayor consumo térmico por el clima, menor radiación solar y ocupación real viviendas (2,7 hab/viv considerando solo las viviendas ocupadas), resulta en una superficie de 9,85 m<sup>2</sup>/viv, por lo que mantenemos los 10 m<sup>2</sup>/viv.

<sup>25</sup> La excesiva compacidad del ámbito nos lleva a escoger la superficie máxima que (según los criterios municipales de cómputo de edificabilidad) no incrementa la edificabilidad del área.

- Se plantea un retranqueo mínimo de 3 m desde el perímetro de la azotea, su cerramiento con materiales ligeros y cubierta  $SRI \geq 75$ , y obligatoriedad de redactar proyecto específico / obtener licencia municipal en todos los casos.

### **Escenario A09. Azoteas verdes extensivas**

- Espacios ligados a la estancia al aire libre, el deporte y la salud
- Se sitúa sobre edificios con uso R&T&I
- Sus funciones principales son: social y actividad física/salud
- Como superficies, consideramos las siguientes:
  - de vaso de piscina 2,5 x 12 m (30m<sup>2</sup>)
  - de solárium (30 m<sup>2</sup>)<sup>26</sup>
  - de sauna + vestuarios (20 m<sup>2</sup>)
- En el caso de incorporar cerramiento para su uso todo el año se plantea retranqueo mínimo de 3 m desde el perímetro de la azotea, cerramiento con materiales ligeros / cubierta  $SRI \geq 75$ , y obligatoriedad de proyecto específico / obtener licencia municipal en todos los casos
- Presenta sinergias con áreas ajardinadas comunitarias y salones comunitarios, al generar espacios capaces de atraer a más ocupantes del edificio<sup>27</sup>

### **Escenario A10. Azoteas verdes extensivas**

- Usos de equipamiento complementario al del edificio sobre el que se sitúa la azotea (cultural, artístico, deportivo, multifunción, miradores, salud,...)
- Se sitúa sobre edificios con uso Público
- Se ocupa toda la superficie disponible de azotea

### **Escenario A11. Azoteas verdes extensivas**

- Espacios que complementan la oferta Hostelera, con zona de restauración, posible zona de piscina y elementos ajardinados
- Se sitúa sobre edificios con uso Hostelería
- Se ocupa toda la superficie disponible
- Las condiciones de las superficies y elementos constructivos son las mismas que A02 y A09

<sup>26</sup> Consideramos que el solárium integra una banda que rodea la piscina de al menos 1m x (2,5+12+2,5=17m). Aunque tomar el sol puede tener efectos negativos sobre el organismo (ej. cánceres de piel,...) también tiene numerosos efectos positivos. En verano, entre 7 y 9 minutos de exposición al sol suelen cubrir las necesidades del organismo, mientras que en los meses de invierno, el tiempo necesario se incrementa hasta 2-3 horas semana (CCA, 2007) o 40 a 47 minutos diarios (Lucas, 2006). Es importante indicar que el uso de 'solárium' está –al menos en parte- implícito en los Huertos Comunitarios y Áreas Ajardinadas, pudiendo introducirse explícitamente como parte de estas últimas, incluso si no se habilita área de piscina.

<sup>27</sup> Sin embargo, presenta el problema de que un excesivo atractivo de espacios comunitarios podría vaciar de contenido/personas el espacio/equipamientos públicos; y generar una excesiva deseabilidad de la edificación que llevara a una gentrificación del área.

### **Escenario A12. Azoteas verdes extensivas**

- Espacios para el cultivo agrícola en invernadero con finalidad empresarial
- Aunque puede situarse sobre cualquier tipo de edificio (no importa el uso), por su finalidad empresarial excluimos equipamientos e infraestructuras públicas<sup>28</sup>
- Sus funciones principales son: generación de ingresos económicos y reducción de consumos del metabolismo (ahorro de energía, ciclo del agua y reducción uso biocapacidad agrícola)
- Puede ocupar desde el 0% hasta el 100% de la superficie de azotea, si bien es necesario respetar retranqueos o plantear una solución de remate especial en el borde exterior
- Supone el acondicionamiento de la azotea con las siguientes características:
  - Invernadero con cubierta de plástico y subestructura ligera
  - Cultivo hidropónico o aeropónico
  - Especies de vegetación productivas: hortalizas de tallo, hoja, fruto y bulbo
  - Requiere mantenimiento constante, aunque implica alto grado de 'automatización'

### **Escenario A13. Azoteas verdes extensivas**

- Instalación de paneles solares para generación de energía a utilizar en el propio edificio (o edificios aledaños)
- Se aprovechan superficies no utilizables para 'estancia' o actividades: casetones de escalera/ascensor (reducido tamaño/difícil acceso), tejadillos ligeros de áticos y tejados de edificios con orientación sur
- Sus funciones son: ahorro económico, sustitución de ENR por ER y reducción emisiones GEI
- Establecemos el mismo objetivo de producción de energía que para paneles situados sobre superficie horizontal. Dado la menor pérdida de espacio en la ocupación de planos inclinados –no hay que dejar separación entre paneles– se reduce la necesidad de espacio, resultando aprox. 5 m<sup>2</sup>/viv, que para la media de 20 viv/edificio utiliza 100 m<sup>2</sup>/edificio<sup>29</sup>
- Establecemos como objetivo cubrir los porcentajes de consumo explicitados en A07, y obtenemos el mismo porcentaje resultante de 88% de paneles Térmicos y 12% Fotovoltaicos

### **Escenario A14. Azoteas verdes extensivas**

- Espacios con vegetación no utilizables por las personas
- Se aprovechan grandes cubiertas ligeras existentes en el ámbito, situadas generalmente sobre edificios de uso industrial y comercial

<sup>28</sup> Por el motivo ya explicado anteriormente para A04.

<sup>29</sup> Para unos datos considerados de 11.760 viv y 594 edificios residenciales. Si incluimos las viviendas desocupadas en el cálculo, el ratio asciende a 23,3 viv/edificio, siendo necesaria una superficie media de 116,5 m<sup>2</sup>/edificio.

- Sus funciones principales son la mejora del bioclima, biodiversidad y reducción de consumos del metabolismo (ahorro de energía y ciclo del agua)
- Se acondiciona el 100% de la superficie disponible
- Supone el ajardinamiento de la azotea con las siguientes características:
  - capa de sustrato de espesor reducido (aprox. 60 mm) con retención de agua.
  - especies de vegetación tipo 'sedum' y algunas especies de gramíneas

### Escenario A15. Azoteas verdes extensivas

- Acabado superficial con elevada efectividad de cubiertas ligeras de gran extensión
- Sus funciones son: mejora del bioclima (reducción EIC), ahorro económico, sustitución de ENR por ER y reducción emisiones GEI
- Se acondiciona el 100% de la superficie disponible<sup>30</sup>

Un último escenario es utilizar especies vegetales productivas para el ajardinamiento de las azoteas intensivas. No lo explicitamos como escenario independiente, sino como una opción que podemos superponer a cualquier uso que incluya superficies ajardinadas intensivas, y cuyos efectos serán incremento biocapacidad agrícola, reducción huella hídrica, generación de beneficios económicos,... Para la estimación consideraremos un Cv de 25 años para todas las azoteas<sup>31</sup>, incluyendo el supuesto de que no se acondicionen. En consecuencia, consideraremos que el 4,0% de la superficie de azotea se rehabilita completamente cada año (el 100% cada 25 años).

## 6.2 Complementariedades (sinergias y repeticiones) y exclusiones entre escenarios

Previamente a la aplicación de la metodología es fundamental revisar los escenarios propuestos y establecer las relaciones que existen entre ellos:

TABLA 6-1_ COMPLEMENTARIEDADES [SINERGIAS / REPETICIONES] Y EXCLUSIONES		
A01_Azoteas Verdes extensivas	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas y las abejas pueden contribuir a la polinización de la plantas.</li> </ul>
	Repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A02, A03, A04, A05, A07, A08, A09, A10, A11, A12.</b> Compiten por el mismo espacio</li> <li>• <b>A05, A08 y A09.</b> Al incrementar los usos posibles, hace más atractivos los espacios de azotea para un mayor número de usuarios, contribuyendo a una mayor funcionalidad y mejor mantenimiento</li> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas y las abejas pueden contribuir a la polinización de la plantas.</li> </ul>
A02_Azoteas Ajardinadas Comunitarias	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas y las abejas pueden contribuir a la polinización de la plantas.</li> </ul>
	Repeticiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A03</b> [compiten por los mismos usuarios]. Una excesiva superficie de áreas ajardinadas privadas podría</li> </ul>

<sup>30</sup> Para datos de posibles materiales y características técnicas de cada uno, se puede consultar la base en internet de LBNL <http://energy.lbl.gov/coolroof/>

<sup>31</sup> Algunos autores estiman tiempos de renovación más cortos para las azoteas no ajardinadas, de entre 20 y 25 años (Ngan, 2004:7) o incluso 10-15 años (OAA, 2003: 12). Otros autores consideran tiempos de renovación de azoteas no ajardinadas alrededor de 30 años, y de azoteas ajardinadas de entre 40 y 60 años (Soemy, 2008: 28)

		<p>reducir el número de usuarios del espacio público. Aunque la elevada compacidad/reducidas zonas verdes del ámbito minimizan este problema [no parece previsible que los Espacios Públicos vayan a quedarse ‘vacíos’] queda pendiente el papel ‘integrador’ [incrementar la ‘cohesión’ y reducir la ‘polarización’] de los espacios públicos, motivo por el cual hemos limitado su superficie. Solo puede competir con espacios de reducida dimensión [Vecindario], pero no con los de mayor dimensión [Barrio/Ciudad].</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A04, A05, A07, A08, A09 y A12.</b> Compiten por el mismo espacio (1)</li> <li>• <b>A05.</b> Constituye un uso complementario, que puede hacer atractivos los espacios para un mayor número de usuarios, contribuyendo así a una mayor funcionalidad y mejor mantenimiento</li> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas, mientras que las abejas pueden contribuir a la polinización de las plantas.</li> </ul>
A03_ Zonas Verdes Publicas	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01 y A10.</b> Compiten por el mismo espacio.</li> <li>• <b>A02.</b> Compiten por los mismos usuarios</li> </ul>
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A05.</b> Una generalización y mayor conocimiento de la agricultura urbana previsiblemente llevará a mejor valoración y acogida [mejor comercialización] de la producción local entre los habitantes.</li> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas, mientras que las abejas pueden contribuir a la polinización de las plantas.</li> </ul>
A04_ Agricultura Al Aire Libre	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A02, A05, A07, A08, A09, A11, A12.</b> Compiten por el mismo espacio</li> </ul>
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A04.</b> Una generalización de la agricultura urbana previsiblemente implicará un mayor conocimiento y mejora de las técnicas, facilidad de acceso a productos necesarios [abonos, herramientas,..]</li> <li>• <b>A02 y A03.</b> Constituye un uso complementario, que puede hacer atractivos los espacios para un mayor número de usuarios, contribuyendo así a una mayor funcionalidad y mejor mantenimiento</li> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas, mientras que las abejas pueden contribuir a la polinización de las plantas.</li> </ul>
A05_ Huertos Comunitarios	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A02, A03, A04, A07, A08, A09, A10, A11, A12.</b> Compiten por el mismo espacio (2)</li> </ul>
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A02, A03, A04, A05 y A14.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas, mientras que las abejas pueden contribuir a la polinización de las plantas.</li> </ul>
A06_ Apicultura	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aunque la instalación de colmenas requiere poco espacio, dependiendo el emplazamiento concreto, puede ser necesario acotar un área protegida, en cuyo caso presentará cierta incompatibilidad con los usos que pudieran utilizar dicho espacio (3).</li> </ul>
A07_ Paneles Solares Opción 01	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A02, A05 y A09.</b> Al incrementar los usos posibles, hace más atractivos los espacios de azotea para un mayor número de usuarios, contribuyendo a una mayor funcionalidad y mejor mantenimiento.</li> </ul>
A08_ Salones comunitarios	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A02, A05 y A09.</b> Al incrementar los usos posibles, hace más atractivos los espacios de azotea para un mayor número de usuarios, contribuyendo a una mayor funcionalidad y mejor mantenimiento</li> </ul>
A09_ Piscina, Solárium y Sauna	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A02, A04, A05, A07, A08 y A12.</b> Compiten por el mismo espacio (6)</li> </ul>
A10_ Equipamientos Públicos	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A02, A03, A04, A05 y A14.</b> Incrementar la vegetación llevará a un previsible descenso de la isla de calor, favoreciendo la utilización de estos espacios en los meses calurosos.</li> </ul>
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01 y A03.</b> Compiten por el mismo espacio</li> </ul>
A11_ Espacios de hostelería	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A04 y A12.</b> Compiten por el mismo espacio</li> </ul>
A12_ Agricultura protegida	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A01, A02, A04, A05, A07, A08, A09 y A11.</b> Compiten por el mismo espacio</li> </ul>
A13_ Paneles Solares Opción 02	Sinergias	• -
	Repetición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A08, A09.</b> Se puede aprovechar la nueva superficie generada e instalarlos desde el propio proyecto, reduciendo el coste de instalación.</li> </ul>
	Exclusiones	• -
A14_ Cubiertas inclinadas verdes	Sinergias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A02, A03, A04 y A05.</b> Incrementa la variedad de especies vegetales. Su efecto conjunto será incrementar el rango de biotopos diferenciados capaces de servir como corredores verdes o sustentar un rango más variado de biodiversidad.</li> <li>• <b>A06.</b> El incremento de vegetación proporciona polen a las abejas, mientras que las abejas pueden contribuir a la polinización de las plantas.</li> </ul>

	Repetición	• -
	Exclusiones	• A15. Compiten por el mismo espacio.
A15_ Techos fríos	Sinergias	• -
	Repetición	• -
	Exclusiones	• A14. Compiten por el mismo espacio.

FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (0) No hemos indicado las sinergias económicas, es decir, el hecho de que ciertos usos implican ingresos, y su combinación con uso que no generan ingresos económicos puede ser clave para la viabilidad del conjunto.
- (1) En realidad, al haber limitado la dimensión a 50m2, en la mayoría de los casos es totalmente compatible con A05, A08 y A09.
- (2) En realidad, al haber limitado la dimensión a 40m2, en la mayoría de los casos son compatibles con A02, A08 y A09. Tampoco parece que sea incompatible con A03, ya que puede implementarse perfectamente ocupando un porcentaje reducido de superficie, y contribuyendo a generar espacios atractivos a un mayor número de habitantes.
- (3) En general hemos considerado que A06 no compite con los demás usos por el espacio, si bien es evidente que excepto en los usos A01 y A04, en todos los demás usos puede requerir crear áreas de seguridad que impliquen más espacio que 3 m2.
- (4) En realidad la competencia con A01 es relativa; ya que hemos visto que existen soluciones que permiten integrar ambos usos si bien son algo más caras
- (5) En realidad, al haber limitado la dimensión a 50m2, en la mayoría de los casos son compatibles con A02, A05 y A09.
- (6) En realidad, su dimensión 80m2 hace que en muchos casos son compatibles con A02, A05 y A08. Su mayor dificultad reside en su elevado coste, ya que en muchas ocasiones puede requerir reforzar la estructura. En este sentido, se pueden plantear a veces soluciones intermedias, que solo incorporen los usos de solárium y sauna, menos ‘exigentes’ en cuanto a carga.

Figura 28. Complementariedades (sinergias/repeticiones) y exclusiones

Fuente: Elaboración propia

Hemos revisado la compatibilidad de los escenarios sobre todo desde la perspectiva de su competencia por los mismos espacios/usuarios. Pero existe otra competencia subyacente a los usos revisados; todos ellos compiten por los mismos recursos económicos. Desde esa perspectiva, podremos atribuir una escala de mayor/menor compatibilidad entre usos a partir de dos aspectos:

- El *coste de implantación*: los usos con menor coste de implantación serán más compatibles con el resto de usos, puesto que dejan mayor cantidad de recursos económicos disponibles.
- La *generación de beneficios económicos*: los usos que generan beneficios económicos que permiten recuperar antes su coste, serán más compatibles con el resto de usos, puesto que estarán reponiendo en breve los recursos económicos utilizados o incluso generando nuevos.

Ambas cuestiones las valoraremos posteriormente. La información obtenida de la revisión de todos los escenarios la integraremos en la matriz de ‘interacciones’.

TABLA 6-2\_ MATRIZ DE ‘INTERACCIONES’

	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15
A01	-	-//PE	-//PE	-//PE	-//PE	S/-/	-//PE	-//PE	-//PE	S//PE	-//PE	-//PE	-	-	-
A02		-	-//PE	-//PE	S/-/PE	S/-/	-//PE	S/-/PE	S/-/PE	S/-/	-	-//PE	-	S/-/	-
A03			-	-//	S/-/	S/-/	-	-	-	S//PE	-	-//	-	S/-/	-
A04				-	S/-/PE	S/-/	-//PE	-//PE	-//PE	S//PE	-//PE	-//PE	-	S/-/	-
A05					-	S/-/	-//PE	S/-/PE	S/-/PE	S/-/	-	-//PE	-	S/-/	-
A06						-	-	-//	-//	-//	-//	-//		S/-/	-
A07							-	-//PE	-//PE	-	-//	-//PE	-	-	-
A08								-	S/-/PE	-	-	-//PE	-	-	-
A09									-	-	-	-//PE	-	-	-
A10										-	-	-//	-	-	-

A11										-	-//PE	-	-	-
A12												-	-	-
A13													-	-
A14														-
A15														-//PE
FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:														
(0) Cuando varios usos pueden ocupar un mismo espacio en distintas combinaciones, la 'exclusión' que se produce suele ser 'parcial' [PE]														

Figura 29. Matriz de "interacciones"

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de interacciones entre escenarios/ usos es muy elevada, y aparece una característica diferenciadora de las evaluaciones incluidas en (Alvira, 2015): *muchos escenarios son compatibles, pero es necesario definir en qué orden y en qué proporción/modo deben combinarse*, algo que complica notablemente la evaluación, lo que revisamos a continuación.

### 6.3 Resultados de la evaluación

Buscamos establecer cuál es la combinación óptima de todas las posibles entre los usos anteriores, y eso nos lleva a tres cuestiones fundamentales para encarar el problema:

- *se trata de un problema combinatorio y por tanto pertenece a la clase de complejidad NP*. Dicha clase no admite soluciones algorítmicas (paso a paso) diferentes al cálculo (y valoración individual) de todas las combinaciones posibles, y por tanto si lo que quisiéramos fuera definir cuál es la mejor imagen 'terminada' posible del ámbito (ej. su 'estado óptimo'), tendríamos que calcular todas las posibles combinaciones entre los usos previstos. Dado que hemos planteado 15 usos, y casi todos presentan exclusiones parciales, a priori tendríamos que calcular todas sus posibles combinaciones (ca. 32.752).
- *los límites de muchos indicadores son difusos*, y en la realidad son rangos de valores (a veces variables). Su formulación ha requerido escoger valores definidos, que no deben ser considerados fronteras exactas, sino una aproximación suficiente. Esto quiere decir que diferencias muy pequeñas entre dos opciones no deben ser tenidas en cuenta (con toda la 'subjetividad' que implica la expresión 'diferencias muy pequeñas')
- *algunos de los usos* que hemos planteado admiten su implantación en diferente grado entre el 0 y el 100%, y eso significa que en sentido estricto *admiten infinitos porcentajes de implantación diferentes* (igual que hay infinitos puntos en una línea de 1m).

En sentido estricto el problema no es resoluble (comparar infinitas opciones requeriría un tiempo de cálculo infinito). Pero además aparece otra cuestión fundamental, estamos revisando la habilitación de superficies que en gran parte son de propiedad privada, y por tanto es necesario preservar cierta libertad de elección individual en cuanto a los usos a implementar. No vamos a necesitar establecer cuál



sería 'la imagen óptima' del ámbito, porque la única forma de alcanzarla sería imponérsela a los habitantes (algo que estaría cuestionando su propio carácter de 'solución óptima') sino establecer un rango 'suficientemente' amplio de soluciones 'suficientemente' cercanas a la óptima/beneficiosas para el área, entre las cuales los habitantes puedan escoger. Una primera evaluación del problema la vamos a poder hacer evaluando comparadamente la habilitación de una superficie tipo para todos los usos anteriores.

### Evaluación de la superficie tipo

Evaluamos cada uno uso posible para una superficie tipo de 10.000 m<sup>2</sup> obteniendo los siguientes resultados:

**TABLA 6-3\_ SUPERFICIE TIPO: EVALUACIÓN**

		A01_Azoteas Verdes	A02_Azoteas Ajardinadas Comunitarias	A03_Zonas Verdes Publicas	A04_Agricultura al Aire Libre	A05_Huertos comunitarios	A06_Apicultura	A07_Paneles Solares	A08_Salones Comunitarios	A09_Piscina, solárium, sauna	A10_Equipamientos públicos	A11_Restaurantes y espacios de ocio	A12_Agricultura protegida	A13_Paneles solares opción n°	A14_Cubiertas verdes	A15_Techos Frios
$\Delta S \geq 0$	Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Valor	0,06	0,16	0,69	0,13	0,28	0,18	0,02	-0,01	0,07	0,06	0,42	0,10	0,05	0,08	0,02
$Q > 0,7$ o $\Delta Q \geq 0$	Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Valor	0,28	0,68	3,25	0,28	1,00	0,00	0,00	0,02	0,38	0,26	0,64	0,08	0,00	0,37	0,05
$M > 0,7$ o $\Delta M \geq 0$	Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Valor	0,01	0,03	0,04	0,11	0,13	0,23	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,09	0,01	0,01
$E > 0,7$ o $\Delta E \geq 0$	Cumple	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Valor	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,24	0,02	-0,06	-0,05	0,01	0,93	0,15	0,03	0,00	0,01
$DI > 0,75$ o $\Delta DI \geq 0$	Cumple	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Valor	0,01	-0,01	0,00	0,03	0,03	0,17	0,03	-0,11	-0,09	0,01	0,00	0,04	0,06	0,01	0,02
$CE > 0,6$ o $\Delta CE \geq 0$	Cumple	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Valor	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,12	0,02	-0,08	-0,06	0,01	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01
$I > 0,5$ o $\Delta I \geq 0$	Indic.		DI CEH	CEP					CC DI CEH	DI CEH	CEP		CC			
	Cumple	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI
$EE < 5\%RD$	Valor (3)	0,45	0,79	1,78	0,45	0,46	0,28	1,16	4,77	3,78	0,79	1,78	2,26	2,31	0,66	0,33
	Valor (4)	4,97	1,24	2,29	4,95	0,57	0,01	7,28	7,52	9,53	0,90	0,44	24,67	7,28	1,11	0,56

FUENTE: Elaboración propia utilizando el modelo Meta[S].

(0) Resaltamos en rojo los criterios de decisión que no son satisfechos.  
 (1) Todos los valores se expresan en porcentaje 0-100. EE se expresa en porcentaje sobre el total de Recursos Económicos Disponibles.  
 (2) Para A06 se ha considerado 3 m<sup>2</sup>/colmena.  
 (3) Superficie tipo.  
 (4) Escenario completo.

Figura 30. Superficie tipo evaluación

Fuente: Elaboración propia

### Viabilidad económica de los escenarios

Vemos que muchas estrategias requieren utilizar un porcentaje elevado de los Recursos Económicos Disponibles (A01, A04, A07, A08, A09, A12, A13<sup>32</sup>). El fraccionamiento temporal se presenta como la solución más sencilla para casi todas ellas, lo que revisamos a continuación<sup>33</sup>:

<sup>32</sup> De estos escenarios, los elevados EE asociados a A04 y A13 son menos relevantes puesto que su implementación debería ser diseñada siguiendo criterios empresariales.

<sup>33</sup> Para optimizar esfuerzos, vamos a revisar todas las estrategias, puesto que es previsible que el escenario elegido sea una combinación que incluya estrategias que individualmente no superan el límite de EE, pero sí lo haga el conjunto

- Para los usos en azoteas de Edificios Públicos:
  - *Equipamientos*. Dado que la utilización de estas azoteas responde a criterios de interés general y su superficie/EE es reducida no plantearemos su fraccionamiento temporal
  - *Zonas Verdes Públicas*. La única disponible para implementar un uso de estas características es la gran Cubierta de la Terminal de Largo recorrido de la Estación de Atocha, cuyo fraccionamiento temporal parece –a priori– inadecuado. Además, su singularidad hace recomendable diseñar una intervención que potencie su carácter de pieza urbana, cuyo coste global puede por tanto ser atribuido a nivel ciudad. Por ello, incluimos su EE, pero no lo consideramos determinante
- Para los usos en azoteas de edificios R&C&I:
  - *Usos que requieren la sustitución del pavimento*. El momento idóneo para su implementación será coincidiendo con la necesidad de renovación de las cubiertas (consideramos un periodo de 20/30 años)
  - *Paneles Solares*. No se requiere la sustitución del pavimento, por lo que el fraccionamiento temporal no necesita coincidir con la renovación de las azoteas. Dado la elevada insostenibilidad en Consumo ENR/Emisiones GEI establecemos un plazo de 10 años
- Para los edificios de Hostelería, dado su carácter de iniciativa empresarial, y su moderada superficie y número [3], no consideramos necesario el fraccionamiento temporal
- Para las cubiertas ligeras de gran extensión, si se hace coincidir la habilitación con el momento de su renovación el coste de habilitación de ‘techos fríos’ desaparece (es aproximadamente el mismo que el de su renovación normal)<sup>34</sup>, mientras que el de habilitación como ‘cubiertas verdes’ se reduce.

TABLA 6-4 \_ ESFUERZO ECONÓMICO FRACCIONANDO TEMPORALMENTE LAS ESTRATEGIAS

	A01_Azoteas Verdes Evidenciadas	A02_Azoteas Ajardinadas Comunitarias	A03_Zonas Verdes Públicas	A04_Agricultura a al Aire Libre	A05_Huertos comunitarios	A06_Apicultura	A07_Paneles Solares	A08_Salones Comunitarios	A09_Piscina, solárium, sauna	A10_Equipamientos públicos	A11_Restaurantes y espacios de ocio	A12_Agricultura a protegida	A13_Paneles solares opción nº2	A14_Cubiertas verdes	A15_Techos Fríos
Cumple sin fraccionar	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI
Valor	0,45	0,79	1,78	0,45	0,46	0,28	1,16	4,77	3,78	0,79	1,78	2,26	2,31	0,66	0,33
EE (1)	4,97	1,24	2,29	4,95	0,57	0,01	7,28	7,52	9,53	0,90	0,44	24,67	7,28	1,11	0,56
Periodo implantación	25	25	1	25	25	1 (4)	10	25	25	1	1	25	10	25	25
EE (2)	0,20	0,05	2,29	0,20	0,02	0,01	0,73	0,30	0,38	0,90	0,44	0,99	0,73	0,04	0,02
Cumple fraccionando	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (1) EE sin fraccionamiento temporal
- (2) EE fraccionando la implantación según el periodo considerado.
- (3) Hemos considerado Cv=25 años para todas las azoteas, sin entrar a valorar que las soluciones ajardinadas pueden tener un Cv considerablemente superior.
- (4) Su reducido EE nos lleva a no plantear fraccionamiento temporal, pese a que en realidad sería interesante hacerlo, dado la falta de experiencia en esta cuestión en las ciudades españolas.

Figura 31. Esfuerzo económico fraccionando temporalmente la estrategia

Fuente: Elaboración propia

<sup>34</sup> No valoramos para este análisis (por la ausencia de datos/dificultad de hacerlo) la mayor necesidad de mantenimiento (sobre todo limpieza) necesaria para que el carácter de techo frío perdure.

Vemos que este fraccionamiento temporal permite en todos los casos situar el EE por debajo del límite propuesto (5% RD). Vamos pues a revisar el cumplimiento del resto de criterios.

Cumplimiento resto de criterios de aprobación transformaciones urbanas

Pese al fraccionamiento temporal, varias estrategias incumplen uno o varios criterios de decisión, siendo necesario revisar individualmente dichos incumplimientos:

- A02 [Azoteas Ajardinadas Comunitarias]: Implica una reducción de E, DI (se incrementa el Coste de la vida) y CEH
- A03 [Zonas Verdes Publicas]: Implica una reducción de CEP (sostenibilidad de la Carga Económica de la Administración Publica) aceptable dado su reducido valor (-0,1%)

Ambos incumplimientos se relacionan con el coste económico de habilitar las azoteas y hacen conveniente revisar una opción ya comentada; el Ajardinamiento Productivo que permite generar beneficios económicos en las propias zonas ajardinadas sin incrementar su coste de ejecución ni requerir espacio complementario. Si reevaluamos las opciones considerando ajardinamiento productivo obtenemos los siguientes valores:

TABLA 6-5_ ESCENARIOS ZONAS AJARDINADAS: AJARDINAMIENTO PRODUCTIVO vs NO PRODUCTIVO					
		AJARDINAMIENTO NO PRODUCTIVO		AJARDINAMIENTO PRODUCTIVO	
		A02_Azoteas Ajardinadas Comunitarias	A03_Zonas Verdes Publicas	A02_Azoteas Ajardinadas Comunitarias (2)	A03_Zonas Verdes Publicas
ΔS≥0	Cumple	SI	SI	SI	SI
	Variación	0,16%	0,69%	0,16%	0,70%
Q>0,7 o ΔQ≥0	Cumple	SI	SI	SI	SI
	Variación	0,68%	3,25%	0,68%	3,25%
M>0,7 o ΔM≥0	Cumple	SI	SI	SI	SI
	Variación	0,03%	0,04%	0,03%	0,04%
E>0,7 o ΔE≥0	Cumple	NO	SI	SI	SI
	Variación	0,00%	0,00%	0,01%	0,02%
DI>0,7 o ΔDI≥0	Cumple	NO	SI	SI	SI
	Variación	-0,01%	0,00%	0,00%	0,02%
CE>0,6 o ΔCE≥0	Cumple	NO	NO	SI	SI
	Variación	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
I>0,5 o ΔI≥0	Cumple	NO	NO	SI	NO
	Incumplen	DI CEH	CEP		CEP
EE<5%RD	Cumple	SI	SI	SI	SI
	Valor (3)	0,79%	1,78%	0,79%	1,78%
	Valor (4)	1,24%	2,29%	1,24%	2,28%

FUENTE: Elaboración propia utilizando el modelo Meta[S].

- (1) El ajardinamiento productivo se vincula a los propios orígenes del jardín, y ha dejado brillantes ejemplos en España a lo largo de la historia [e.g., la Alhambra,...]. En EEUU ha ganado impulso como tendencia con las obras de Rosalind Creasy [e.g., "Edible Landscaping"].
- (2) El Ajardinamiento productivo no necesariamente debe ser gestionado por los propios ocupantes del edificio. Por ejemplo, podrían crearse empresas que proporcionen mantenimiento de espacios ajardinados a cambio de explotación productiva de los mismos.

Figura 32. Escenarios-zonas ajardinadas: ajardinamiento productivo vs no productivos

Fuente: Elaboración propia

El A02 cumple ahora todos los parámetros de decisión, mientras que el A03 mejora en bastantes parámetros. Por tanto, en ambos casos consideraremos que el ajardinamiento es productivo. Los siguientes dos usos que incumplen varios criterios de aprobación de proyectos son dos:

- A08 [Salones Comunitarios]: implica una reducción de S, E, DI (se incrementa el Coste de la vida) y CEH (-0,2%). Por ello, se descarta el interés de promoverlo desde la AAPP. En algunos casos puede ser aceptable a iniciativa individual, si bien su impacto sobre CC obligará a exigir el cumplimiento de las condiciones de alineación/retranqueos y solicitar licencia urbanística mediante proyecto específico en cada caso.
- A09 [Piscina, Sauna, Solárium]: Implica una reducción de E, DI (se incrementa el Coste de la vida) y CEH (-0,2%). Por ello, se descarta el interés de promoverlo desde la AAPP. Cumple el criterio  $\Delta S \geq 0$  por lo que será aceptable por la AAPP (a iniciativa individual). Dentro de los tres usos propuestos, el uso 'solárium' presenta la menor reducción de los tres, pudiéndose plantear individualmente o asociado a Áreas Ajardinadas Comunitarias.

Es importante indicar que en ambos casos la razón fundamental de incumplir los criterios de aprobación de proyectos es económica. Si se ejecutaran de manera generalizada en el ámbito, se reduciría aún más su actualmente no muy elevada sostenibilidad económica. Pero esta situación podría modificarse en el futuro, reduciendo así el impacto negativo de estas transformaciones sobre E/DI y CEH. Por ello, para preservar la libertad individual, en el escenario que evaluaremos dejaremos un espacio vacante en cada edificio en previsión de que en un futuro las Comunidades de Vecinos puedan querer implementar alguno de ellos<sup>35</sup>. Los siguientes dos usos que incumplen un criterio de aprobación cada uno son:

- A10 [Equipamientos Públicos]: que implica un incremento de la Carga Económica del Sector Público aceptable dado su reducido valor (-0,1%).
- A12 [Agricultura Intensiva]: Implica un incremento de la Compacidad del área ( $\Delta CC = -0,4\%$ ). No obstante, cumple todos los demás criterios de aprobación de proyectos, por lo que en ciertas situaciones puede ser aceptable. Será necesario cumplir las condiciones de alineación/retranqueos y solicitar licencia urbanística mediante proyecto específico.

Por tanto, de todos los usos evaluados, solamente los usos A08/A09 se presentan a priori desaconsejables y los excluimos del resto del análisis, el uso A12 requerirá proyecto y licencia individual y los usos A02/A03 se beneficiarán considerablemente del ajardinamiento productivo.

#### Maximización de incremento de sostenibilidad

Ordenamos los escenarios según los criterios de evaluación propuestos (máximo incremento de sostenibilidad, valores más equilibrados de Dimensiones y EE más reducido).

---

<sup>35</sup> Como 'peligros' ocultos de implementar estos usos quedan el hecho de que podría llevar a una cierta pérdida del 'compartir' lo público y polarización de los habitantes (dado que solo aquellos con mayor renta podrían implementarlo, el espacio público podría quedar relegado a los usuarios con menor renta), e incrementar el valor de las viviendas redundando en una 'gentrificación' del ámbito.

TABLA 6-5\_ SUPERFICIE TIPO: ORDEN DE PREFERENCIA

	A03_Zonas Verdes Pùblicas	A11_Restaurantes y espacios de ocio	A05_Huertos comunitarios	A06_Apicultura	A02_Azoteas Ajaradinadas Comunitarias	A04_Agricultura al Aire Libre	A12_Agricultura protegida	A14_Cubiertas verdes	A09_Piscina, solarium, sauna	A10_Equipamiento pùblicos	A01_Azoteas Verdes Extensivas	A13_Paneles solares opción 02	A07_Paneles Solares	A15_Techos Frios	A08_Salones Comunitarios
SUPERFICIE	12.825	2.481	12.600	234	15.750	109.343	109.343	16.807	25.200	11.435	109.343	31.500	63.000	16.807	15.750
$\Delta S$	0,70	0,42	0,28	0,18	0,16	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,02	0,02	-0,01
$\Delta Q$	3,25	0,64	1,00	0,00	0,68	0,28	0,08	0,37	0,38	0,26	0,28	0,00	0,00	0,05	0,02
$\Delta M$	0,04	0,01	0,13	0,23	0,03	0,11	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,04	0,01	0,01
$\Delta E$	0,02	0,93	0,01	0,24	0,01	0,04	0,15	0,00	-0,05	0,01	0,00	0,03	0,02	0,01	-0,06
$\Delta DI$	0,02	0,00	0,03	0,17	0,00	0,03	0,04	0,01	-0,09	0,01	0,01	0,06	0,03	0,02	-0,11
$\Delta CE$	0,01	0,00	0,02	0,12	0,00	0,02	0,03	0,00	-0,06	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	-0,08
	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO
$>0,5$ o $\Delta I \geq 0$	CEP						CC		DI CEH	CEP					CC DI CEH
EE (2)	1,78	1,78	0,46	0,28	0,79	0,45	2,26	0,66	3,78	0,79	0,45	2,31	1,16	0,33	4,77
(3)	2,28	0,44	0,02	0,01	0,05	0,20	0,99	0,04	0,38	0,90	0,20	0,73	0,73	0,02	0,30
Desv. (4.a)	0,183	0,169	0,172	0,169	0,172	0,174	0,170	0,171	0,172	0,170	0,179	0,167	0,168	0,169	0,169
(4.b)	3,360	2,868	2,969	2,842	2,962	3,031	2,878	2,915	2,950	2,876	3,204	2,802	2,811	2,851	2,841

FUENTE: Elaboración propia utilizando el modelo Meta[S].

(1) Todos los valores se expresan en porcentaje 0-100. El EE se expresa en porcentaje sobre el total de Recursos Económicos Disponibles.

(2) EE Superficie tipo

(3) EE Escenario completo considerando el fraccionamiento temporal indicado

(4) A igualdad de valor de  $\Delta S$  [y por tanto de  $S_2$ ], son preferibles los escenarios que presentan menor desviación entre Dimensiones. Para valorar la Desviación se puede utilizar cualquier medida estadística de desviación [e.g., la desviación típica, criterio 4.a]. Alternativamente, otra forma es restar el valor  $S$  a la media aritmética de los valores  $Q$ ,  $M$  y  $E$  [criterio 4.b]. El orden que proporcionan ambos criterios es coincidente.

Figura 33. Superficie tipo: orden de preferencia

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior nos permite ver algunas cuestiones interesantes: La primera es que *las opciones presentes con mayor frecuencia en el discurso de la sostenibilidad-escenarios A01 [Azoteas Verdes Extensivas] y A07 [Paneles Solares]- quedan por detrás de numerosas opciones menos presentes:*

- A01 queda siempre por detrás de usos que incorporan vegetación productiva.
- A07 queda por detrás de la utilización de las azoteas para casi cualquier otro uso posible, y dado que podremos lograr resultados similares utilizando otras superficies de cubierta [A13], lo descartamos como opción para el resto del análisis.

La segunda es que *existen varios escenarios para los cuales el criterio de maximizar el beneficio neto [ $\Delta S$ ] no es suficiente para determinar la preferencia, siendo necesario revisar criterios complementarios:*

- Los escenarios A10 [Equipamientos pùblicos] y A01 [Azoteas Verdes Extensivas] presentan  $\Delta S=0,06\%$ . Establecemos la preferencia en el orden A10 y A01 por el mayor equilibrio de las Dimensiones en el estado final [0,170 frente a 0,179].
- Los escenarios A07\_Paneles Solares Opción 01 y A15\_Techos Fríos presentan  $\Delta S=0,02\%$ <sup>36</sup>. La desviación entre Dimensiones es prácticamente idéntica (A07=0,168 frente a A15=0,169), pero el EE necesario para implementar A07 es mucho mayor que para A15.

Quedan por tanto ordenadas todas las estrategias siguiendo los criterios de Beneficio neto ( $\Delta S$ ), equilibrio en estado final ( $Q$ ,  $M$  y  $E$  más similares) y Viabilidad

<sup>36</sup> Aunque no compiten por el mismo espacio, podría ser necesario elegir entre ambos por escasez de Recursos Económicos.

Económica [EE]. Esto nos permite establecer el siguiente *orden de preferencia* entre los distintos usos posibles para cada tipo de espacio:

AS	TODOS EDIFICIOS	EDIFICIOS PÚBLICOS	HOSTELERÍA	EDIFICIOS R&T&I	CUBIERTAS LIGERAS
01	0,70	A03	Zonas Verdes Publicas (1)		
02	0,42	A11	Restaurantes y espacios de ocio		
03	0,28	A05		Huertos comunitarios (2)	
04	0,18	A06	Apicultura		
05	0,16	A02		Azoteas Ajardinadas Comunitarias (3)	
06	0,13	A04	Agricultura al Aire Libre(4)		
07	0,10	A12	Agricultura protegida		
08	0,08	A14			Cubiertas verdes
09	0,07	A09		Piscina, solárium, sauna	
10	0,06	A10	Equipamientos públicos		
11	0,05	A13	Azoteas Verdes Extensivas		
12	0,02	A15		Paneles solares opción 02	
		A07	Paneles Solares Opción 01		Techos Fríos

FUENTE: Elaboración propia con las siguientes notas:

- (0) Excluimos A08 por los motivos comentados.
- (1) Solo puede ubicarse en la Estación de Atocha por lo que no compete con A10 por el resto de edificios públicos.
- (2) Solo ocupa 40 m2, por lo que es compatible con A06 y A02.
- (3) Solo ocupa 50 m2, por lo que de los 300 m2 de la azotea R&T&I media, siguen quedando libres aprox 210m2.
- (4) Constituye el primer uso que puede ocupar el todo el espacio todavía libre en R&T&I

Figura 34. Superficie tipo: orden de preferencia

Fuente: Elaboración propia

Este orden de preferencia nos permite ver varias cuestiones: En las azoteas los usos preferidos son para los edificios públicos: En primer lugar *Zonas Verdes Publicas* (que solo se pueden ubicar sobre la Cubierta de Largo Recorrido de Atocha). En segundo lugar (aunque bastante más atrás) otros usos de *Equipamiento Público*.

Sin embargo, para el resto de edificios el orden es más difícil de establecer, porque si bien existe un orden de preferencia claro, se trata de espacios privados en los cuales sus propietarios deben mantener cierta capacidad de elegir entre usos aceptables para el conjunto.

Para los edificios de uso hostelería, la preferencia es el *uso de hostelería*, por la creación de empleo y mitigación del EIC con las condiciones de diseño propuestas. Alternativamente, *usos de agricultura al aire libre*, en algunas ocasiones *agricultura protegida*, *azoteas verdes* y *paneles solares* también serían beneficiosos para el conjunto.

Para los edificios R&C&I, la preferencia es *Huertos Comunitarios + Azotea Ajardinadas Comunitarias + Agricultura al Aire Libre*. Alternativamente, son admisibles *Agricultura Protegida* (en algunas ocasiones), *Piscina-solárium-sauna*, *Azoteas Verdes Extensivas* y *Paneles Solares*.

En las cubiertas inclinadas la elevada compacidad del ámbito hace algo preferibles las Cubiertas Verdes (0,08) al tratamiento de Techo Frio (0,02), si bien ambos son admisibles. Por último, la comparación entre Paneles Solares Opción 01 (azotea) y Opción 02 (tejados con orientación sur, casetones de ascensor y otros tejadillos), muestra que la Opción 02 es preferible a la 01 (0,05 frente a 0,02). Esta preferencia se suma al hecho de que la Opción 02 permite destinar las superficies de azotea a usos más preferidos.

El orden de preferencia anterior nos proporciona una aproximación al impacto previsible de los diferentes usos sobre la sostenibilidad urbana, sin embargo, dos cuestiones complican el proceso:

*La primera es que la evaluación se refiere al impacto sobre la situación actual, pero a medida que implementáramos cada una de las opciones posibles, la 'situación actual' se iría modificando, y sería posible que en algún momento el orden de preferencia se modificara<sup>37</sup>. Por ejemplo, puede que A14 (cubiertas verdes) sea preferido a A15 (Techos fríos) por la poca presencia de espacios naturalizados en el ámbito, pero si vamos implementando cada escenario siguiendo el orden anterior, al llegar al puesto 08 ya tendríamos habilitada una gran zona verde sobre Atocha (25.000m<sup>2</sup> de los cuales asignamos 12.500 m<sup>2</sup> a Palos), zonas ajardinadas comunitarias (15.750 m<sup>2</sup>), huertos comunitarios (12.600 m<sup>2</sup>), y agricultura al aire libre (45.000m<sup>2</sup>), por lo que sería factible que la presencia de naturaleza ya sea suficiente, y el menor EE de los techos fríos los haga preferibles.*

*La segunda es que no parece correcto imponer a los habitantes que implementen un uso (o combinación de usos) concreto en los espacios privados. Una vez excluidos aquellos usos que perjudican al conjunto<sup>38</sup>, los propietarios de dichos espacios deben tener libertad para elegir entre los demás: Por ejemplo, un hotel puede decidir que tiene suficiente espacio común en sus instalaciones o una buena área ajardinada en la planta baja, y preferir una ocupación de la azotea diferente a A11.*

En el caso de los edificios de vivienda colectiva, la superficie de las azoteas se reparte entre 315 edificios (aprox. el 50% de los edificios del ámbito), y -si suponemos que su propiedad lo hace de manera similar- involucra a casi 14.000 hab/315 Comunidades de Vecinos. Es evidente que cada Comunidad de Vecinos puede tener diferentes preferencias y si dichas preferencias no implican un impacto negativo para el ámbito/la ciudad, nos parece que deberían ser a priori aceptadas. Nos encontramos por tanto con un problema cuya resolución (incluso simplificada) requiere un esfuerzo de cálculo elevadísimo, y a cambio aporta poca utilidad porque la única forma de alcanzar el estado óptimo sería eliminar la libertad individual de elegir en el rango de usos posibles. Si respetamos la libertad individual existen muchísimas combinaciones posibles cuya evaluación aporta escasa utilidad puesto que todas ellas son aceptables.

Por ello, lo que vamos a hacer es formular un escenario de conjunto E00' que corresponde a la situación que alcanzaría el ámbito si se implementan los usos anteriores siguiendo el orden de preferencia descrito: E00+A03+A11+A05+A06+A02+A04 +A14+A13. Esto nos permitirá obtener una idea aproximada del potencial que presenta la actuación sobre las azoteas como medio para incrementar la sostenibilidad urbana. Dado que los usos A08 y A09 suelen ser 'deseables' para los habitantes, y podrían generalizarse en un futuro si la

---

<sup>37</sup> Si incrementamos linealmente la superficie de cualquier uso que mejore el valor de ciertos indicadores, el incremento de sostenibilidad obtenido presenta marginalidad decreciente. Un uso que ahora sea preferido a otros, puede dejar de serlo cuando lo introducimos en elevada cantidad. Se relaciona con la marginalidad decreciente de la utilidad y la reducción progresiva del coste de sustitución.

<sup>38</sup> Por ejemplo, usos que incrementen la Compacidad en secciones de calle no aceptables.

situación económica mejorase, vamos a dejar una superficie media en reserva equivalente a que el 50% de edificios R&T&I con azotea habiliten un salón comunitario y el otro 50% habilite un espacio de piscina-solárium-sauna (total 65m<sup>2</sup>/edif).

## 6.4 Escenario preferido

Hemos llegado a un Escenario preferido E00' que será:

E00+A03+A11+A05+A06+A02+A04 +A14+A13

Los resultados de la evaluación detallada de dicho escenario son:

TABLA 6-7\_ ESTIMACIÓN IMPACTO ESCENARIO PREFERIDO

Q _ CALIDAD Y HABITABILIDAD DEL ÁREA URBANA	E00_SITUACION SIN CAMBIOS	E00' _ ESCENARIO PREFERIDO	
	Valor	Valor	Variación
<b>Q1. COMPACIDAD</b>	53,3%	61,3%	8,0%
Densidad de Población, DP	50,7%	71,8%	21,1%
Compacidad Corregida, CC	85,0%	-	0,0%
Compacidad Corregida, CC	31,0%	61,4%	30,4%
<b>Q.2. EQUIPAMIENTOS</b>	66,5%	69,3%	2,9%
Dotación Equipamientos, DEQ	72,6%	79,3%	6,7%
Accesibilidad a Equipamientos de Proximidad, AEP	61,0%	-	0,0%
<b>Q.3. ZONAS VERDES</b>	24,6%	36,4%	11,8%
Dotación Zonas Verdes, DZV	9,6%	18,8%	9,2%
Accesibilidad a Zonas Verdes, AZV	46,3%	64,4%	18,1%
<b>Q4. BIODIVERSIDAD</b>	22,3%	35,4%	13,2%
Índice de Biotopo, IB	21,4%	63,0%	41,6%
Arbolado en viario, AV	76,9%	-	0,0%
Corredores Verdes, CV	0,0%	-	0,0%
<b>Q5. MEZCLA DE USOS</b>	87,1%	-	0,0%
Equilibrio Actividad Residencia, EQ	100,0%	-	0,0%
Proximidad a Comercio de uso cotidiano, PC	76,8%	-	0,0%
<b>Q6. DIVERSIDAD HABITACIONAL</b>	84,2%	-	0,0%
Diversidad de Superficies Habitacionales, DSH	84,2%	-	0,0%
Diversidad Coste de Vivienda, DCV	-	-	0,0%
<b>Q7. BIOCLIMA Y SALUD</b>	41,9%	52,9%	11,0%
Calidad del Aire, CA	51,9%	-	0,0%
Confort Acústico, CU	33,6%	41,1%	7,5%
Confort Térmico, CT	42,6%	82,2%	39,6%
Actividad Física, AF	41,2%	46,6%	5,4%
<b>Q8. ACCESIBILIDAD</b>	44,7%	-	0,0%
Accesibilidad Peatonal, AP	90,0%	-	0,0%
Accesibilidad Ciclista, AC	3,3%	-	0,0%
Accesibilidad mediante Transporte Publico, TP	85,9%	-	0,0%
Tiempo destinado a movilidad, TD	48,4%	-	0,0%
<b>Q9. ESTRUCTURA URBANA</b>	86,6%	87,3%	0,7%
Continuidad Funcional de la Calle, FV	78,1%	-	0,0%
Conectividad de la Red, CR	95,1%	97,8%	2,7%
Configuración Urbana, CUR	87,9%	-	0,0%
<b>Q10. PAISAJE E IDENTIDAD</b>	83,6%	-	0,0%
Proporción de Calle, PC	100,0%	-	0,0%
Calidad de la Escena Urbana, CEU	50,8%	-	0,0%
Percepción del Verde Urbano, PVU	98,7%	-	0,0%
<b>M _ METABOLISMO URBANO</b>	13,0%	14,1%	1,2%
M.1. USO RECURSOS HÍDRICOS / SUMINISTRO DE AGUA, CH	25,8%	26,7%	0,8%
M.2. CONTAMINACIÓN HÍDRICA, CH	72,0%	72,1%	0,1%
M3. UTILIZACIÓN TERRITORIO BIOPRODUCTIVO, TB	16,6%	17,1%	0,5%
Agrícola, TBA	0,0%	1,6%	4,4%
Ganadera, TBG	20,9%	-	0,0%
Forestal, TBF	86,5%	-	0,0%
Plataforma Continental [Pesca], TBP	0,0%	-	0,0%
Urbanizable, TBU	60,2%	-	0,0%



M4 RESIDUOS	21,9%	26,7%	4,8%
Recursos Bióticos, RB	8,2%	15,7%	7,4%
Recursos Abióticos, RA	41,0%	-	0,0%
M5 ENERGÍA	11,7%	12,9%	1,2%
Total Consumo Energía no Renovable, ENR	9,3%	9,7%	0,4%
Consumo Energía Renovable, ER	98,3%	95,7%	-2,6%
M6. EMISIONES GEI	0,0%	0,0%	4,7%
<b>E_ SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA</b>	<b>40,9%</b>	<b>41,5%</b>	<b>0,6%</b>
E1. EMPLEO, EM	65,7%	67,8%	2,1%
E2. DIFERENCIACIÓN ECONÓMICA, DE	53,0%	53,4%	0,5%
Diversificación Laboral, DL	66,3%	67,0%	0,7%
Diversificación Económica, DEE	42,5%	42,8%	0,3%
E.3 DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA, DI	39,9%	40,3%	0,4%
E4. CARGA ECONÓMICA	17,7%	18,0%	0,3%
Carga Económica Sector Publico, CEP	32,6%	32,8%	0,2%
Carga Económica Habitantes, CEH	13,5%	13,9%	0,3%
<b>S_ GRADO DE SOSTENIBILIDAD</b>	<b>32,9%</b>	<b>35,2%</b>	<b>2,4%</b>

FUENTE: Elaboración propia utilizando el modelo meta[s].

Figura 35. Estimación de impacto sobre el escenario preferido

Fuente: Elaboración propia

Alternativamente, podemos revisar gráficamente el impacto previsible de la transformación propuesta:

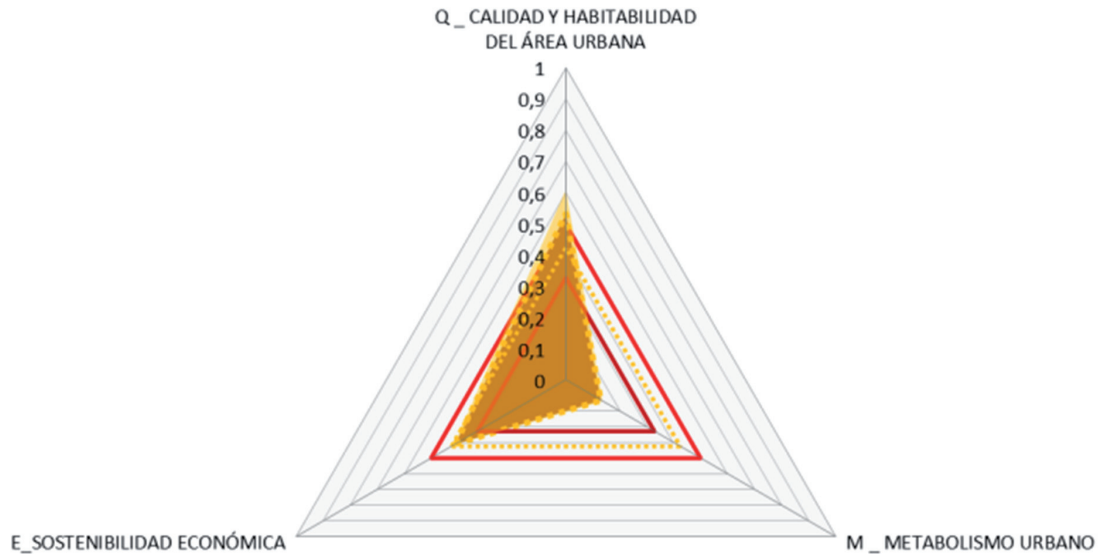


Figura 36. Indicadores de nivel 1 y 2. En marrón oscuro se representa el estado actual del área, y en marrón claro el E00'. En color rojo se indica el umbral que implica mayor pertenencia a la clase insostenibilidad Q, que a la clase sostenibilidad. El impacto de la transformación se focalizaría en la Dimensión Q, mostrando mejoras muy ligeras en las Dimensiones M y E.

Fuente: Elaboración propia

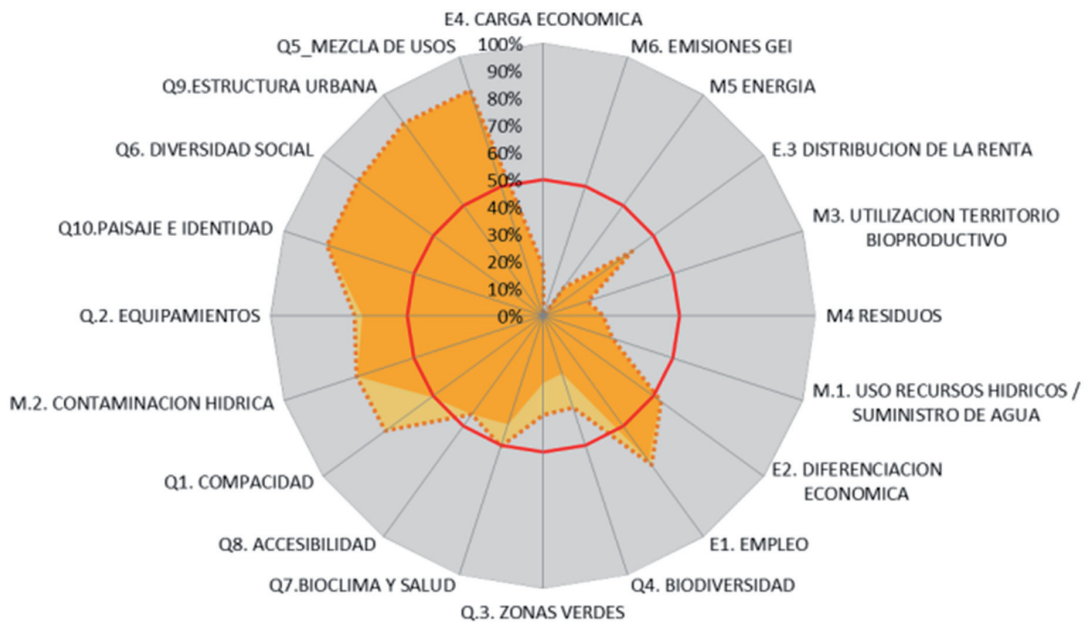


Figura 37. Indicadores de nivel 3. Los beneficios principales serían reducción de la Compacidad, incremento de Zonas Verdes y superficies de Biodiversidad y mejora del Bioclima y Salud. La línea roja marca el valor 50%, y vemos que pese a la transformación, casi la mitad de los indicadores siguen por debajo de la misma.

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo meta[s]

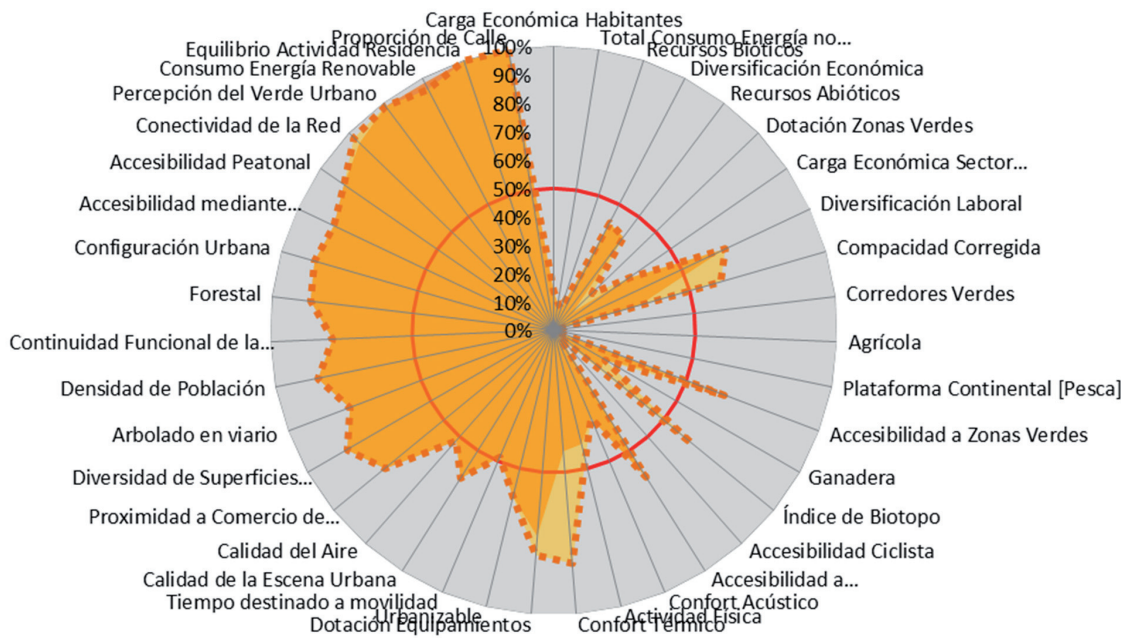


Figura 38. Indicadores de nivel 4. Los beneficios más apreciables serían mejora de las Zonas Verdes, reducción de la Compacidad, mejora del Confort Térmico (reducción del Efecto Isla de Calor) y un previsible aumento de la Actividad Física de los habitantes del ámbito.

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo meta[s]

Si lo revisamos en relación a los usos de la edificación, tendremos los siguientes usos preferidos:

Azoteas R&T&I. El orden de elección de usos para el establecimiento del 'escenario global es: A05 (40 m<sup>2</sup>), A02 (50 m<sup>2</sup>), A04 (resto -160m<sup>2</sup>/edif). Se dejan 65m<sup>2</sup>/edif con SRI≥75 [tratamiento techo frío] en previsión de posible implementación de usos A08/A09 en el futuro. El A13 se presenta para ser implementado en 'Otras superficies de cubierta aprovechable'.

Azoteas Hostelería. A11\_ Áreas de Restauración y Salud (ocupa toda la superficie disponible). Si se deja superficie sin utilizar (por ejemplo, una azotea en un nivel no accesible por el público), el uso óptimo sería A04 (ocupa toda la superficie) y en último lugar A01.

Azoteas de Edificios Públicos: para la cubierta de Atocha, A03\_ Zona Verde Publica. Para el resto de edificios Públicos\_ A10. Equipamientos Públicos.

Para las Cubiertas Ligeras, el uso A14 (ocupa toda la superficie) es el más beneficioso. La Apicultura ocupa poco espacio y tiene sinergias positivas con la vegetación, por lo cual la consideramos apta en todos los casos, estableciendo siempre la necesidad de solicitar licencia.

## 7 CONCLUSIONES

### 7.1 Algunas cuestiones relevantes que se deducen del análisis

El análisis nos ha proporcionado una estimación del apreciable impacto beneficioso (ej. incremento de sostenibilidad) que podríamos obtener mediante la habilitación de la superficie de azoteas disponible en un ámbito urbano existente. Pero también nos ha permitido ver algunas cuestiones que se apartan de las ideas más aceptadas en la actualidad:

- la primera es que *los usos más beneficiosos para cada área urbana dependen de su situación concreta*. Por tanto no son elegibles a priori sin un estudio detallado del estado de cada área, estableciendo las prioridades de intervención y revisando la superficie y características de las azoteas disponibles. *No podemos afirmar que uno u otro uso sean los mejores en todas las ciudades, e incluso el análisis nos puede llevar a diferentes órdenes de preferencia para zonas de diferentes morfologías dentro de una misma ciudad.*
- la segunda es que *en el área de estudio* los dos usos más habituales en el discurso de la sostenibilidad -Azoteas Verdes Extensivas e Instalación de Paneles Solares- generarían beneficios mucho menores que habilitaciones que incorporan el desarrollo de alguna actividad.

Esta segunda cuestión, nos avanza que en numerosos contextos los usos que implican la realización de alguna actividad en el espacio de las azoteas incrementan más la sostenibilidad urbana. Por ello hemos elegido para este proyecto el nombre 'haz[otea]' que alude a que *el impacto positivo de utilizar las azoteas se maximiza en general cuando a una de sus tradicionales funciones (otear o mirar) le*

agregamos algún tipo de actividad. Asimismo, la evaluación nos permite apreciar dos cuestiones muy importantes:

- la desviación entre los valores de las Dimensiones es más reducida en la situación de partida E00 [Situación Actual] que en cualquiera de los escenarios finales evaluados. Esto se debe a que *la mejora no se reparte igual entre todas las Dimensiones*, concentrándose mucho en la Dimensión Q, algo en la Dimensión M y poco en la Dimensión E.
- *los resultados del análisis muestran que se trata de una actuación beneficiosa para el área urbana, pero sus beneficios priorizan las dimensiones en un orden Q/M/E diferente a la prioridad de intervención detectada para el área que es M/E/Q.*

Nos encontramos por tanto con una transformación urbana cuyos efectos serían previsiblemente beneficiosos, pero que no responde totalmente a las prioridades del área. Y se hace interesante revisar algunas cuestiones complementarias:

La primera es que la Dimensión Q *corresponde en gran medida al concepto de Desarrollo como es habitualmente empleado, y con ello constituye un parámetro que [en términos absolutos, no porcentuales] puede crecer indefinidamente*. Los parámetros que ahora consideramos óptimos para nuestras ciudades serán necesariamente diferentes (y en general más elevados) en el futuro. Esto nos obliga a tener presente un peligro de actuaciones que sobre todo incrementan el valor de Q, y es que la sociedad tiende a incrementar sus expectativas en cuanto a la Calidad y Habitabilidad de las ciudades [Dimensión Q], que podría estar así modificando sus objetivos indefinidamente y nunca se intervendría sobre las Dimensiones M y E<sup>39</sup>.

La segunda es que el hecho de que la mejora se concentre en la Dimensión Q, y afecte relativamente poco a las Dimensiones M y E choca con una de las principales argumentaciones en favor de la habilitación de las azoteas en el medio urbano, que es la reducción del Consumo de ENR. La evaluación muestra que, dada la elevada insostenibilidad medioambiental actual de los sistemas urbanos de los países desarrollados, transformar las azoteas tiene una capacidad reducida de acercar el metabolismo urbano a situaciones de sostenibilidad. Según los datos del presente análisis, la esperanza depositada en la habilitación de azoteas para reducir la insostenibilidad medioambiental de las ciudades parece a todas luces excesiva. Reducir la actual insostenibilidad económica y del metabolismo urbano va a requerir que la transformación de las azoteas vaya acompañada de otras estrategias que centren sus impactos en dichas Dimensiones.

Sin embargo, vemos una capacidad notable de mejorar la Calidad y Habitabilidad Urbana, y muchos autores (Rueda, Frey, Fariña,...) coinciden en que incrementar los espacios libres con vegetación en la ciudad reduce indirectamente la presión que sus habitantes ejercen sobre el medioambiente (reducción demanda segunda residencia, reducción sprawl, reducción viajes...<sup>40</sup>). En este sentido, la gran

<sup>39</sup> En nuestra opinión, este es uno de los motivos fundamentales de la insostenibilidad del desarrollo actual.

<sup>40</sup> "Los elementos 'verdes' incrementan mucho la deseabilidad y habitabilidad de las ciudades, contrarrestando así la tendencia hacia el sprawl" (Kerr & Yao 2004, p.6 in DDC, 2007, p. 67)

superficie de espacios con vegetación que incluye la propuesta (ca. 40.000m<sup>2</sup>) permite pensar que parte importante del incremento de sostenibilidad medioambiental resultante sería indirecto<sup>41</sup>.

La tercera es que las Dimensiones Q y E evalúan las variables que en gran parte nos informan de la 'deseabilidad' de las ciudades para sus habitantes, y ello quiere decir que una transformación con un incremento elevado en alguna de ellas (mejor si es en ambas) será una transformación en gran medida 'deseada' por los habitantes. Si lo relacionamos con la segunda cuestión comentada, vemos que la actuación sobre las azoteas puede acompañar otra serie de transformaciones urbanas cuya implementación conjunta tenga mayor impacto sobre las Dimensiones M y E, aportando un componente de elevada deseabilidad.

La cuarta y última es que la mayoría de los aprovechamientos de las superficies de cubiertas (azoteas u otras superficies aprovechables) implican un esfuerzo económico muy elevado, y tratar de implementarlas en periodos de tiempo reducidos podría poner en peligro la sostenibilidad económica de la mayoría de las áreas urbanas<sup>42</sup>. En este sentido, el propio análisis nos muestra dos cuestiones importantes para reducir el esfuerzo económico vinculado a estas actuaciones:

- hacer coincidir la habilitación de nuevos usos en azoteas existentes con sus periodos de renovación reduce el esfuerzo económico vinculado a la habilitación, puesto que parte del mismo sustituye al esfuerzo que implica el mantenimiento habitual.
- prever los usos futuros de los espacios de azotea desde la propia construcción y diseño de la nueva edificación permitiría reducir considerablemente el esfuerzo económico de su implantación posterior<sup>43</sup>.

Complementariamente, el modelo también nos muestra que no solo el ahorro económico ligado a la reducción del consumo de energía debida al incremento del aislamiento es importante; existen otros usos que podrían reducir considerablemente el periodo de retorno de la inversión, e incluso transformar las azoteas en elementos generadores de rendimiento económico y empleo (ej., colmenas, vegetación productiva, agricultura urbana,...). Varias de las cuestiones revisadas/comentadas son fácilmente incorporables en la Normativa española, haciendo interesante que hagamos una breve recapitulación de las cuestiones principales que sería conveniente considerar en la regulación normativa de las azoteas.

---

<sup>41</sup> La ausencia de datos al respecto nos impide en la actualidad proponer una estimación de este impacto posible (que no se ha valorado en el presente estudio), si bien el desarrollo y evaluación futura de actuaciones integradas en áreas urbanas podría proporcionar datos que permitieran establecer correlaciones entre ambas cuestiones.

<sup>42</sup> La actual situación de elevado apalancamiento (Institucional y privado) en España (CEP/CEH), y el hecho de que los ahorros económicos derivados del incremento de aislamiento térmico llevan a un retorno de la inversión superior a 5/7 años, muestran la dificultad de intentar una habilitación generalizada de la de las azoteas.

<sup>43</sup> Además, se elimina el efecto negativo para el medioambiente que implica construir una vez para demoler y volver a construir.

## 7.2 Cuestiones más relevantes que podrían ser incorporadas a la normativa

Aunque ya hemos indicado el carácter contextual de muchas variables<sup>44</sup>, es posible avanzar algunas recomendaciones en cuestiones comunes a la mayoría de ciudades/contextos. Por claridad, las agrupamos en tres apartados: usos posibles, aspectos de diseño y edificación, y subvenciones.

### Usos posibles de las azoteas y otras cubiertas aprovechables

Hemos visto un procedimiento que nos permite definir un orden de preferencia sobre los usos posibles de las azoteas específico según las características singulares de cada ámbito, y que muestra que el beneficio que se puede obtener de diferentes usos puede ser muy diferente. Ello apunta al interés de que las normas urbanísticas de nuestras ciudades también establezcan regulaciones al respecto<sup>45</sup>, que necesariamente deben también contemplar los usos a desarrollar en azoteas de uso privativo<sup>46</sup>:

- limitando los usos que podrían presentar impactos negativos para el conjunto. Por ejemplo, en el ámbito evaluado los usos A08 y A12 pueden presentar impactos negativos sobre la compacidad y proporción de calle. En estos casos, parece necesario que la AAPP exija un proyecto que justifique cumplimiento de alineaciones, condiciones de edificabilidad...
- fomentando, *dentro del conjunto de usos cuyos efectos son beneficiosos para el conjunto*, aquellos que son más beneficiosos, *lo que puede hacerse* mediante una política de subvenciones acorde (lo revisamos brevemente al final).

### Normas de diseño de la edificación

Especialmente importantes se han presentado aquellas cuestiones que se refieren a las fases de diseño, construcción de los edificios y división horizontal, cuya adaptación posterior es siempre más costosa y complicada, y entre las cuales consideramos conveniente que la Normativa contemple las siguientes:

- Limitación superficie de uso privativo: una referencia puede ser establecer que un porcentaje 30%-50% de la superficie neta de azotea sea utilizable por el conjunto de los vecinos<sup>47</sup>.

<sup>44</sup> Esto quiere decir que no puede ser nuestro objetivo proponer 'una' Normativa de azoteas, sino recopilar cuestiones a priori interesantes en el contexto español, cuya idoneidad debe ser evaluada en cada contexto.

<sup>45</sup> Para ello, además del modelo meta[s] propuesto por el autor utilizado en este texto, existen en la actualidad otros modelos que es posible utilizar (ej. Casbee for Cities).

<sup>46</sup> Para el ámbito evaluado, se han medido aproximadamente 21.950,5m<sup>2</sup> de azoteas de uso privativo -áticos-. Representa el 3,41% de la superficie del ámbito y 20% de la superficie total de azotea.

<sup>47</sup> Adoptamos el valor propuesto en NYC Zoning Resolution: 15-12. Open Space Equivalent que establece que "al menos el 30 de la superficie bruta de área de cubierta de cualquier edificio conteniendo más de 15 viviendas debe dedicarse al uso recreacional (ocio). Por cada vivienda adicional, deberán añadirse hasta 100 pies cuadrados [9,3m<sup>2</sup>], hasta un máximo del 50% de la

- **Accesibilidad:** los núcleos de comunicación del edificio deben permitir el acceso hasta la cubierta en las mismas condiciones de accesibilidad de las viviendas, y las azoteas deben cumplir los requerimientos de evacuación por incendios para una ocupación acorde con los usos posibles.
- **Resistencia estructural:**
  - la estructura de las *azoteas* debe calcularse para permitir soluciones de cubierta ajardinada de espesor general=200mm y una sobrecarga de uso superior o igual a la del uso dominante en el edificio.
  - la estructura de *cubiertas inclinadas* debe admitir –al menos- la superposición de una capa de paneles solares.
- **Instalaciones.** Los espacios de azotea deben prever al menos las siguientes instalaciones:
  - *Toma de agua, electricidad e iluminación.* Conectadas a contador común y a ser posible una por cada núcleo de comunicación, para optimizar trazados de instalaciones.
  - *Tomas de desagüe e Instalación de red separativa.*
- **Acabados superficiales:** los acabados superficiales de las cubiertas de edificación deben tener el siguiente Índice de Reflexión Solar [SRI] superficial para minimizar el EIC<sup>48</sup>:
  - *Cubiertas inclinadas* ≥ 29
  - *Azoteas* ≥ 75

Las cuestiones detalladas en estas últimas tres condiciones (Resistencia estructural, Instalaciones y Acabados superficiales) también resultan interesantes para las azoteas/cubiertas de uso privativo.

### **Subvenciones públicas para habilitaciones de azoteas**

La evaluación de las posibles habilitaciones de azoteas revela una necesidad elevada de recursos económicos, y ello nos lleva a revisar brevemente las subvenciones públicas como una de las principales vías de la AAPP para incrementar la probabilidad de que los habitantes realicen en mayor medida las habilitaciones de azotea que mayor beneficio generan para el conjunto: permiten reducir el esfuerzo económico de las transformaciones, posibilitando su realización a habitantes con pocos ingresos. Por otro lado, incrementan la ‘deseabilidad’ de realizar los usos subvencionados. En ambos casos, la AAPP debe buscar un sistema de subvenciones que fomente los usos preferidos (promoviendo su mayor implantación) sin poner en peligro su sostenibilidad económica, y lo podemos relacionar con el concepto de externalidad. Numerosas de las opciones de habilitación de azotea/cubierta implican *externalidades positivas para la sociedad, el acondicionamiento de las azoteas privadas implica costes individuales pero genera beneficios para el conjunto, sin que los individuos sean–a priori/necesariamente- compensados por ellos.* En este sentido, el estudio realizado nos permite revisar dos cuestiones:

---

superficie bruta de la cubierta. Este área debe ser accesible a todos los ocupantes del edificio y sus huéspedes”

<sup>48</sup> Para cubierta inclinada adoptamos el de USGBC, 2009. LEED. Credit 7.2. Heat Island Effect. Roof. Para azoteas adoptamos el valor de la ordenanza de la Ciudad de los Ángeles, EEUU.

- Permite valorar independientemente las externalidades monetizables y las no monetizables. Si un uso de azotea mejora el bioclima, y con ello el Confort Térmico, es una externalidad no monetizable (y será valorada en la dimensión Q), pero si a resultas de lo anterior se reduce el consumo energético de la edificación del entorno y con ello su coste de mantenimiento, es una externalidad monetizable (y por tanto es valorada en la Dimensión E). Y es importante considerar el diferente carácter de ambas, ya que *compensar económicamente externalidades no monetizables puede poner en peligro la propia sostenibilidad económica del sector público*; i.e., puede llevar a sistemas de ayudas no sostenibles en el tiempo.
- Permite valorar la sostenibilidad en el tiempo de los sistemas de subvenciones. Para ello, será necesario incorporarlos como gasto público en la valoración del escenario cuya subvención se pretende establecer, pudiendo observar dos situaciones:
  - En sistemas con elevada sostenibilidad económica del sector público (Carga Económica sector Publico,  $CEP_2 \geq 0,6$ ), esto nos permitirá revisar el impacto de las políticas de subvenciones sobre el conjunto en general, y siempre con un límite máximo, aquel que lleve a un valor  $CEP_2 = 0,6$ <sup>49</sup>.
  - En sistemas con menor sostenibilidad económica, ( $CEP_2 < 0,6$ ) esto nos lleva a un límite 'natural' para dichas subvenciones; aquella cifra que absorbe todas las externalidades económicas generadas para la AAPP por la habilitación.

Vemos pues que a partir de los datos de la evaluación de cada escenario, resulta sencillo proponer una política de subvenciones 'sostenible', medioambiental, social y económicamente:

- Avanzar hacia la *Sostenibilidad* nos llevará a subvencionar solo aquellas actuaciones que cumplan los criterios de aprobación, y en mayor medida las que más incrementen la sostenibilidad; ej. cuyo efecto positivo para el conjunto sea mayor<sup>50</sup>.
- Preservar o incrementar la *Sostenibilidad Económica* nos llevará a fijar cuantías de subvención sostenibles en el tiempo. Como criterio sencillo, si incluimos las cuantías de subvención como coste de la AAPP en el diseño del escenario, éste debe seguir satisfaciendo alguna de las dos condiciones  $CEP_2 \geq 0,6$  o  $\Delta CEP \geq 0$ .

El criterio propuesto para establecer la cuantía de las subvenciones es más estricto del habitualmente aceptado por los economistas en la actualidad<sup>51</sup>, lo justificamos por dos cuestiones:

<sup>49</sup> Se trata del límite máximo sostenible, pero no necesariamente debe ser agotado

<sup>50</sup> El Incremento de Sostenibilidad se configura como la 'externalidad positiva' no monetizable que define el interés o no de subvencionar cada uso posible, e incluso la preferencia de subvencionar cada uno de ellos.

<sup>51</sup> Se suele considerar que el papel social del estado admite subvenciones también sobre las externalidades no monetizables, pero en este texto hemos preferido limitarlo a situaciones en que la Sostenibilidad Económica es suficientemente alta, i.e., si se cumple  $CE_2 \geq 0,6$ .



- La revisión de la evolución de los países de la UE 28 en la crisis de la deuda presenta un valor  $E \approx 0.6$ , como umbral por debajo del cual la vulnerabilidad económica de los países es excesiva (Alvira, 2015. Anexo). *No parece aceptable establecer sistemas de subvenciones que reduzcan la resiliencia económica de los países por debajo de dicho umbral.*
- Un grupo considerable de los usos revisados satisfacen este criterio y por tanto parece innecesario/inadecuado (sub-óptimo) utilizar un criterio menos restrictivo.

Complementariamente, el modelo nos permite evaluar en cada momento el impacto sobre la sostenibilidad de cada tipo de transformaciones, estableciendo mayores cuantías para aquellas transformaciones que incrementen la sostenibilidad en mayor medida en cada momento.

Y esto nos lleva a otra cuestión importante; la mayoría de autores coinciden en que la realidad urbana se debe monitorizar cada 3-5 años como mucho para permitir valorar desviaciones entre predicciones y realidad, y dado que hemos establecido un periodo de implementación de E00' de 25 años, dicha evaluación proporcionará una monitorización periódica de los efectos logrados por la transformación.

Y es posible que dentro de 3-5 años las prioridades/usos más beneficiosos para las azoteas se modifiquen, tanto por la propia implantación de usos decidida por los habitantes, como por transformaciones diversas que puedan producirse en el área (e incluso en otras áreas)<sup>52</sup>. Por ello, tanto la propia Normativa como el sistema de subvenciones deben ser revisados y actualizados periódicamente, buscando siempre la mayor eficiencia posible.

Esto nos permitirá respetar la libertad de elección individual, y al mismo tiempo incrementar la deseabilidad individual de las opciones que son más beneficiosas para el conjunto sin poner en peligro su sostenibilidad económica.

---

<sup>52</sup> Hacemos esta alusión porque todos los indicadores de sostenibilidad del metabolismo aluden a la capacidad global, y por tanto son sensibles también a lo que pueda pasar en áreas alejadas del planeta.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

### 8.1 General

AGENCIA ECOLOGÍA URBANA BARCELONA, AEUB [2010] *Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

ALVIRA BAEZA, R. [2011] *Métodos de certificación de la sostenibilidad en proyectos urbanos*, Cuadernos de Investigación Urbanística, nº 71, ed. Instituto Juan de Herrera, Madrid

ALVIRA BAEZA, R. [2014a] *Una Teoría Matemática de la Sostenibilidad y el Desarrollo Sostenible*

ALVIRA BAEZA, R. [2014b] 'Una aproximación "lógica" al diseño de indicadores de sostenibilidad' en *Urbanismo y Sostenibilidad en La Ciudad*. Edita: BREEAM ES. ITG [pendiente publicación]

ALVIRA BAEZA, R. [2015] *Un modelo y una metodología para la transformación de asentamientos hacia la sostenibilidad, propuesta de Tesis Doctoral [proyecto de Tesis Doctoral aceptado por D. José Fariña a 25/08/2015 pendiente aceptación por UPM]*

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN UN ENTORNO SOSTENIBLE, ABIO-UPM [2009] *Sistemas vegetales que mejoran la calidad de las ciudades*. Ciur 67, Simposio La Serena Ed Instituto Juan de Herrera, Madrid

CENTRO ESTUDIOS AMBIENTALES - AYUNTAMIENTO VITORIA-GASTEIZ, CEA [2012] *El Anillo Verde Interior. Hacia una Infraestructura Verde Urbana en Vitoria-Gasteiz*. Documento de trabajo.

CORRALIZA, J. A. [2010] 'La experiencia emocional de la ciudad. Análisis y percepción de los espacios urbanos', en el Seminario 'Cartas de Navegación Urbana', dentro del ciclo: 'Utopías Urbanas para el SXXI'.

ENGLISH PARTNERSHIP & THE HOUSING CORPORATION, EP-THC [2007] *Urban Design Compendium*. Llewelyn-Davies en asociación con Alan Baxter and Associates.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, EEA [2010] 'Assessing biodiversity in Europe - the 2010 report', Copenhagen

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, EEA [2012a] 'Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process', EEA Technical report, No 11/2012, Copenhagen

FARIÑA, J. [2001] *La Ciudad y el Medio Natural*, editorial Akal

HERNÁNDEZ AJA, A. ET AL [2000] *La Ciudad de los Ciudadanos*, Ministerio de Obras Publicas Transporte y Medio Ambiente

HOUGH, M. [1998] *Naturaleza y Ciudad*, editorial Gustavo Gili

JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM, JSBC [2011] '*CASBEE for Cities, Technical Manual 2011*', The Committee for the Development of an Environmental Performance Assessment Tool for Cities, Japan Sustainable Building Consortium

LANDSCHAFT PLANEN & BAUEN, LPB [1990] 'The Biotope Area Factor as an Ecological Parameter. Principles for Its Determination and Identification of the Target'

LYNCH, K. [1965] "The City as Environment"

MINISTERIO DE FOMENTO, MFOM [2012] *Guía Metodológica para los Sistemas de Auditoria, Certificación o Acreditación de la Calidad y Sostenibilidad en el medio urbano*, Ministerio de Fomento

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MMA [2007] *Libro Verde de Medio Ambiente Urbano*. Tomo I

MINISTERIO DE LA VIVIENDA, MV [2010] Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados, B.O.E.: 11/MAR/2010

NYC DEPARTMENT OF DESIGN & CONSTRUCTION, DDC [2008] Sustainable Urban Site Design Manual

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS [2010] Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud

RUEDA, S. [2007] Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla

RUEDA, S. [2010] El Urbanismo Ecológico - Un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual

ROGERS, R. [2000] *Ciudades para un pequeño planeta*, editorial Gustavo Gili

US GREEN BUILDING COUNCIL, USGBC [2009] 'LEED for Neighborhood Development, Rating System'

WHYTE, W. [1943] 'The Social Life of Small Urban Spaces', documental

## **8.2 Azoteas**

ALLEN, R. ET AL [2006] 'Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos', Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO

BRITISH COUNCIL FOR OFFICES, BCO [2003] 'Roofs Advice note'

BUENO, M. [2010] *Manual Práctico del Huerto Ecológico*, editorial La Fertilidad de la Tierra

CANCER COUNCIL AUSTRALIA, CCA [2007] 'Risks and benefits of sun exposure, Position statement'

CAMPRA ET AL [2008] 'Surface temperature cooling trends and negative radiative forcing due to land use change toward greenhouse farming in southeastern Spain'

CHICAGO DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, CDE [2001] 'Chicago's Green Rooftops, A Guide to Rooftop Gardening'

DECRETO 1490/1975, de 12 de julio de Presidencia del Gobierno por el que se establecen medidas a adoptar en las edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía

DUPUIS, I. [2006] 'Estimación de los Residuos Agrícolas Generados en la Isla de Tenerife. Resumen del Estudio de GPA S.L para el Cabildo Insular de Tenerife'

GRAUS, R. [2005] 'La cubierta plana un paseo por su historia', Universitat Politècnica de Catalunya

HAHN, C; WHITE LAW, E. y MATSUZAKI, E. [2002] Introductory Manual for Greening Roofs, Public Works and Government Services Canada

HIGUERAS, E. Y CAAMAÑO, E. [2007] Aplicación de la Energía Solar Fotovoltaica desde la Escala Urbanística

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO ENERGÉTICO, IDAE [2011] Consumos del Sector Residencial en España. Información básica e Informe Final

LAHUERTA, J. [1971] Formulario para el Proyecto de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

LAHUERTA, J. y SANZ, C. [2009] "Sobre los forjados de edificación", *Arquitectura Interior* nº 31-32

LUCAS, R. ET AL [2006] "¿Es el mensaje actual de salud pública sobre la exposición UV correcta?", *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*, 2006; 84, pp. 485-491

MARTÍNEZ, A. [2005] *Habitar la cubierta*, editorial Gustavo Gili

MARTÍNEZ FARRÉ, X. [2006] "Gestión y tratamiento de residuos agrícolas", Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, *Revista Técnica de Medio Ambiente*, vol. 111, pp. 62 -74.

MILSTEIN, D. & MENON, S. [2011] 'Regional climate consequences of large-scale cool roof and photovoltaic array deployment', Lawrence Berkeley National Laboratory

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN [2002] *Real Decreto 209/2002, de 22 de febrero, por el que se establecen normas de ordenación de las explotaciones apícolas.*

MINISTERIO DE LA GOBERNACIÓN [1941] *Normas para el cálculo y ejecución de estructuras metálicas hormigón armado y forjados de ladrillo armado*, Dirección General de Arquitectura 1941. BOE 2 de Agosto de 1941

MINISTERIO DE LA VIVIENDA, MV [1962] *MV-101-1962: Acciones en la Edificación*, B.O.E.: 9-FEB-63

MINISTERIO DE LA VIVIENDA, CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN [2006] *CTE DB-HE: Documento Básico de Ahorro de Energía*

MINISTERIO DE LA VIVIENDA, CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN [2006] *CTE-DB-SE: Documento Básico Seguridad Estructural*

MINISTERIO DE LA VIVIENDA, MV [2008] *Catálogo de Elementos Constructivos del CTE*, edita Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA, Versión preliminar [Mayo 08].

MOLINEAUX, C ET AL [2009] Characterizing alternative recycled waste materials for use as green roof growing media in the UK

NBE-CT-79: Condiciones Térmicas en la Edificación

NBE-AE-88: Acciones en la Edificación. RD 1370/1988

NGAN, G. [2004] Green Roof Policies: Tools for Encouraging Sustainable Design

NYC DEPARTMENT OF DESIGN & CONSTRUCTION, DDC [2004] Reducing New York's City Urban Heat Island Effect

NYC DEPARTMENT OF DESIGN & CONSTRUCTION, DDC [2007] Cool & Green Roofing Manual.

ONTARIO ASSOCIATION OF ARCHITECTS, OAA [2003] Design Guidelines for green roofs

RIVERA, VICTORINA y ZULIANI, SUSANA [2000] "Análisis económico financiero de dos empresas apícolas: una modelo y una real", Revista Agromensajes Nº3/2000, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Rosario

SALVADOR, R ET AL [2011] "Irrigation performance in private urban landscapes: A study case in Zaragoza (Spain)"

SOEMY, FARAH [2008] Cubiertas Ecológicas. Ventajas socioeconómicas y medioambientales + sus aplicaciones y su importancia en el proyecto de renovación de ciudad, Universitat Politècnica de Catalunya

THE GREEN ROOF ORGANIZATION, GRO [2011] The GRO Green Roof Code. Green Roof Code of Best Practice for the UK 2011

VISO, A. [2005] Reutilización De Aguas Residuales Para Riego. Tendencias Tecnológicas

WILSON, G. [2005] Food from the roof [greenroofs.com]

ZAMORA, J. [1998] La Cubierta Inclinada, *revista Tectónica*, nº8, pp. 4-23

### **8.3 Aplicación práctica**

AYUNTAMIENTO DE MADRID, ADM [2005] Agenda 21. Diagnóstico de Sostenibilidad del Distrito de Arganzuela. Ayuntamiento de Madrid, Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21, Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a La Ciudad

AYUNTAMIENTO DE MADRID, ADM [2009] Compendio de las Normas Urbanísticas del PGOUM-97. Gerencia De Urbanismo, edición actualizada Marzo 2010.

LORENZANA, C. Y OLIVARI, L. [2007] Aproximación cuantitativa al Distrito de Arganzuela. Informe cuantitativo de las características demográficas, económicas, educativas, sociales y culturales del Distrito de Arganzuela, Área de las Artes, Ayuntamiento de Madrid

RUBIO, F. [1982] "El barrio de Palos de Moguer dentro del ensanche sur de Madrid", *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, nº2

### **8.4 Cartografía**

Difusor de la Gerencia Municipal de Urbanismo de Madrid / GoogleEarth / Catastro / Visitas

## 9 ANEXOS

### 9.1 Cuantificación de la superficie de azoteas disponible

El barrio de Palos de Moguer presenta en la actualidad una superficie considerable de azotea desprovista de uso (aparte del de cubierta), lo que se debe a varias cuestiones:

- la centralidad del ámbito ha llevado a una gran compacidad; cerca del 65% de la superficie está ocupado por parcelas, cuyos patios han sido ocupados por edificaciones de servicios. Casi toda la superficie parcelada está construida y por tanto posee algún tipo de cubierta.
- la mayoría de las edificaciones han sido construidas posteriormente a 1.900, en paralelo a la progresiva implantación de la cubierta plana como solución de remate más frecuente.

No hemos encontrado datos de superficie de azotea, por lo que las hemos medido sobre plano.

#### Cartografía utilizada y forma de comprobación

Se ha utilizado Cartografía Digital del año 1.999 a escala 1:500, extraída mediante el programa Difusor (Gerencia Municipal de Urbanismo de Madrid, GMU). El tiempo transcurrido desde la fecha de elaboración de la cartografía ha hecho necesario actualizar algunas áreas, lo que hemos hecho utilizando planos del Catastro, imágenes aéreas (Google Maps) e imágenes del visualizador urbanístico del Ayuntamiento de Madrid. Sobre el plano actualizado, hemos revisado visualmente imágenes en Google Maps/Google Earth y catalogado las azoteas en tres tipos: colmatada de instalaciones, actualmente en uso y sin uso (disponible). En algunos casos esta identificación ha presentado cierta dificultad por diversos motivos:

- Dificultad en algunos casos de determinar visualmente si es cubierta inclinada o azotea.
- En algunos edificios de vivienda colectiva es difícil diferenciar si las azoteas tienen uso privativo (áticos), uso colectivo o no son utilizadas. *El criterio utilizado ha sido la presencia de mobiliario o sombrillas (en el caso de uso privativo) y el uso de terrazas adyacentes de forma similar; piscinas (en el caso de uso colectivo de la azotea). En este último caso se ha realizado una visita al edificio de comprobación o llamando anuncios de alquiler.*
- Inexactitud de la cartografía, al no considerar 'vuelos' de terrazas sobre la alineación. *En estos casos, la superficie real utilizable podría ser algo superior a la representada en plano.*
- Existencia de cierta cantidad de maquinaria de instalaciones dispersa, tuberías, etc... imposible de medir con fiabilidad sobre plano. En estos casos, la superficie real utilizable será algo inferior a la medida en el plano.

Parece por tanto aceptable considerar que unos errores vienen a compensar los otros, otorgando así una fiabilidad elevada (o cuando menos suficiente) a la medición realizada.

## Tipos de azoteas consideradas

Hemos buscado diferenciar los suficientes tipos de azoteas que permitan realizar una propuesta que aproveche al máximo el potencial del área, considerando los siguientes:

- *Azotea colmatada de instalaciones.* Incluimos en este grupo azoteas –o áreas grandes de azotea- ocupadas en su mayoría por instalaciones del edificio. Los incluimos en el presente estudio por considerar que podrían convertirse en superficies disponibles en algún momento futuro si se realizara una remodelación de las instalaciones<sup>53</sup>.
- *Azoteas actualmente en uso.* Incluimos en este grupo azoteas en que se desarrolla algún uso comunitario o compartido del espacio, sea público (colegios, equipamientos) o privado (viviendas oficinas,...). No incluimos las terrazas privativas de los áticos, ni el uso tendero
- *Azoteas disponibles.* Incluimos en este grupo azoteas totalmente vacías o con algunos elementos de instalaciones dispersos (antenas parabólicas,...). Algunas pueden ser utilizadas actualmente como tendero común. No incluimos terrazas [azoteas] privativas de los áticos. Las cubiertas de casetones de ascensor no se han contabilizado por carecer de acceso, exceptuando los casos con superficie mayor a 50 m<sup>2</sup>, por considerar que a partir de dicho tamaño, la superficie ganada compensa la necesidad de dotarla de acceso
- *Cubiertas ligeras aprovechables.* Incluimos en este grupo cubiertas ligeras con pendiente, y superficie media o grande. Algunas se encuentran ocupando patios de manzana, habiéndose considerado las que presentan condiciones suficientes de soleamiento. En el caso de decidir su habilitación será necesario revisar su capacidad estructural (son cubiertas ligeras calculadas para cargas menores) y mejora térmica generada en los espacios cubiertos.

## Tipos de azoteas consideradas

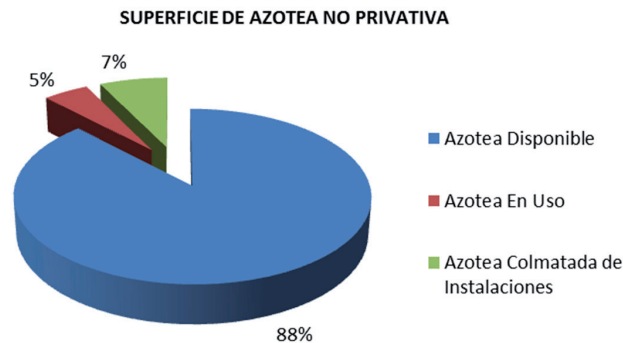


Figura 39. Superficie de azotea no privativa. El 88% de la superficie sin uso privativo de la azotea se encuentra disponible para su transformación

Fuente: Elaboración propia

<sup>53</sup> Por ejemplo instalando redes de calor y frío de distrito

De la superficie de azotea sin uso privativo, vemos encontramos un 7% ocupada por instalaciones (0,91 Ha), un 5% con algún uso en la actualidad (0,61 Ha), y un 88% está disponible (11,01 Ha).

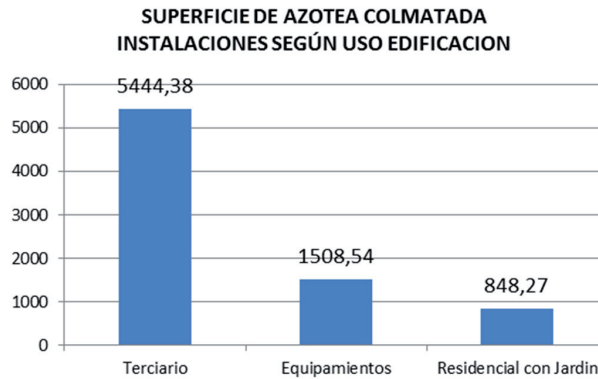


Figura 40. Superficies de azotea colmatada por instalaciones según uso de

Fuente: Elaboración propia

Las azoteas colmatadas de instalaciones corresponden fundamentalmente al terciario y en menor medida a equipamientos. En edificios de vivienda solo detectamos algunas en promociones recientes con zona ajardinada y piscina.

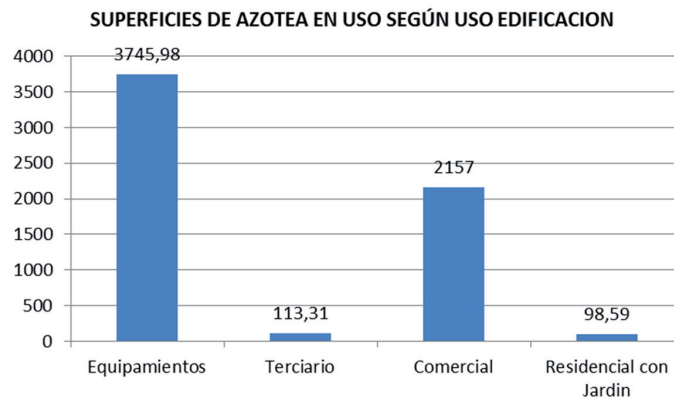


Figura 41. Superficies de azotea según uso de edificación (m<sup>2</sup>). Destaca la casi inexistencia de superficie con uso comunitario en viviendas frente a la costumbre de dar la azotea para disfrute de los áticos (98,95 m<sup>2</sup> vs 21950,5 m<sup>2</sup>)

Fuente: Elaboración propia

En azotea en uso la mayor superficie es ocupada por pistas deportivas, un aparcamiento sobre un taller -concesionario de coches y dos zonas comunitarias con solárium y piscina -con superficie muy reducida-, vinculadas a un edificio de despachos profesionales y a un de vivienda colectiva. En cuanto a la superficie de azotea disponible, para mayor claridad dividimos el ámbito en tres zonas y numeramos las manzanas pertenecientes a cada una de ellas:



- **Zona 01:** delimitada por las Rondas de Atocha y Valencia, Santa María de la Cabeza y Embajadores
- **Zona 02:** delimitada por Santa María de la Cabeza y el Paseo de las Delicias:
- **Zona 03:** Delimitada por el Paseo de las Delicias y la calle Méndez Álvaro y Bustamante al sur

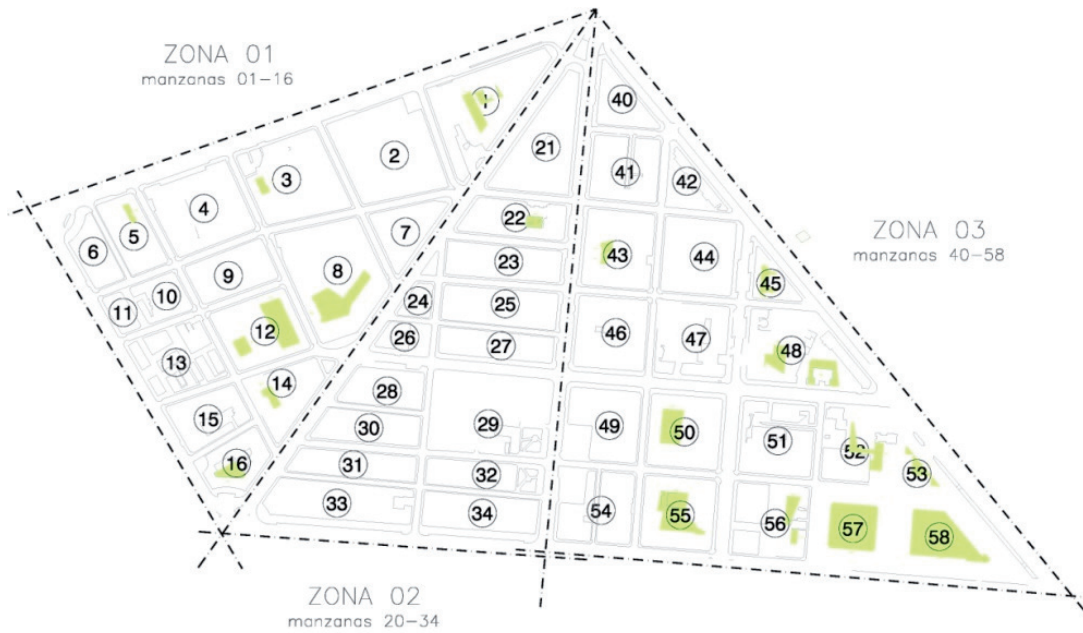


Figura 42. Numeración de zonas y manzanas

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 9-1\_ NÚMERO DE EDIFICIOS Y SUPERFICIE DE AZOTEA DISPONIBLE POR ZONAS SEGÚN USOS**

ZONA	Nº Edificios con azotea	AZOTEA DISPONIBLE								
		Viv.	Viv. c/Jardín (1)	Terciario	Hoteles	Espectáculo	Industria	Equip.	Equip. Salud	Total
01	97	18.075	2.560	5.311			695	6.465	481	33.107
02	122	29.631		1.824	531		283	2.009	0	34.279
03	126	27.051	6.881	373	1.723	782	2.267	2.152	1.012	41.231
<b>TOTAL [m2]</b>	<b>345</b>	<b>74.758</b>	<b>9.442</b>	<b>7.509</b>	<b>2.255</b>	<b>782</b>	<b>3.247</b>	<b>10.627</b>	<b>1.494</b>	<b>10.8619</b>
<b>TOTAL [Ha]</b>	<b>345</b>	<b>7,48</b>	<b>0,94</b>	<b>0,75</b>	<b>0,23</b>	<b>0,08</b>	<b>0,32</b>	<b>1,06</b>	<b>0,15</b>	<b>10,86</b>

FUENTE: Elaboración propia

(1) Diferenciamos 'Vivienda Colectiva con Jardín' porque puede resultar menos interesante plantear zonas ajardinadas en azotea para edificios que ya tienen en la actualidad zona ajardinada en el nivel suelo.

Figura 43. Superficies de azotea disponible detectada en cada zona

Fuente: Elaboración propia

La superficie de azoteas disponible supone pues el 17% de la superficie total del Ámbito, del cual el 74% se sitúa sobre edificios de vivienda colectiva. Por último, la superficie de Cubiertas Ligeras, se ubica fundamentalmente sobre edificios industriales, terciarios y los dos mercados presentes en el barrio, habiendo un porcentaje inferior de equipamientos y estaciones de suministro de carburante.

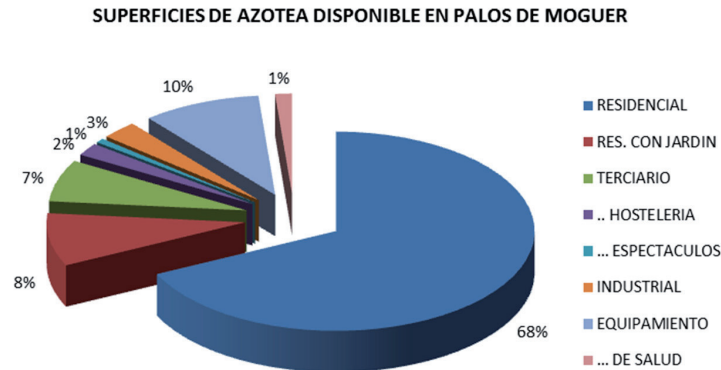


Figura 44. Superficie de azotea por tipos en el ámbito  
Fuente: Elaboración propia

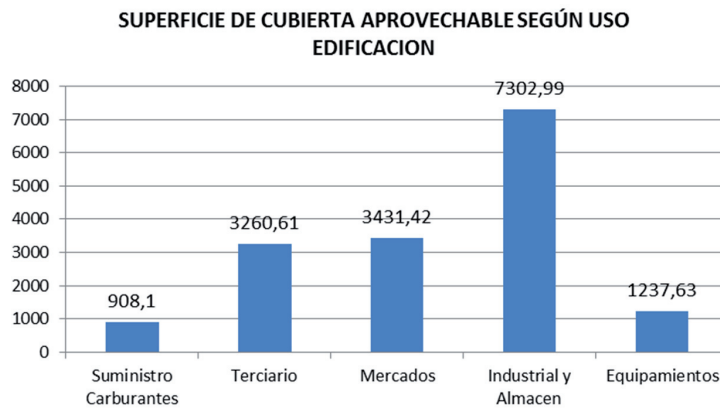


Figura 45. Superficies de cubierta ligera según uso de edificación. En total encontramos 2,5 Ha.  
Fuente: Elaboración propia

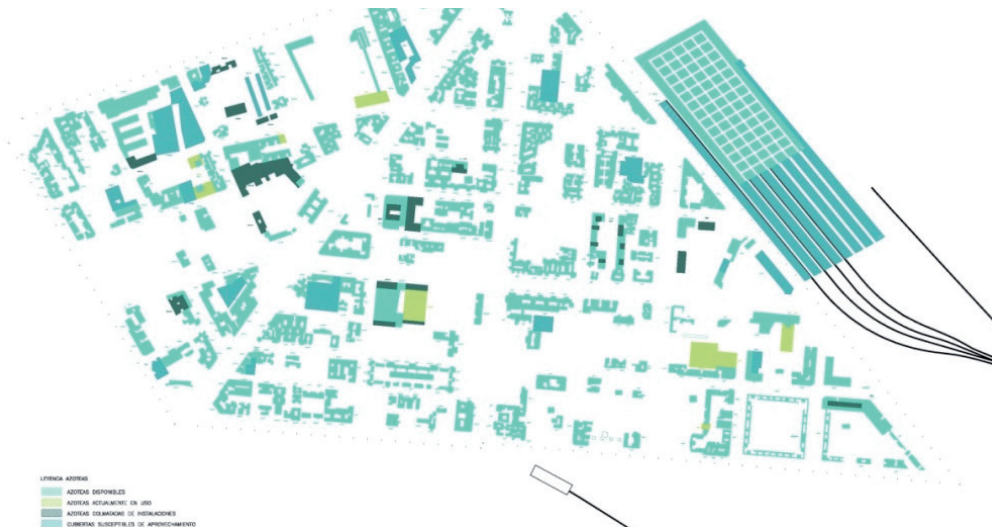


Figura 46. Distribución espacial de tipos de azoteas (uso, colmatadas de instalaciones y disponibles y ligeras).

Fuente: Elaboración propia

## 9.2 Simplificaciones y criterios en el cálculo de los indicadores

La utilización del modelo requiere tomar muchas decisiones en cuanto a criterios sobre como evaluar la información disponible... Incluimos un resumen de los principales adoptados en este trabajo.

### Evaluación estado actual [Escenario E00]

TABLA 9-2\_ CRITERIOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE E00\_SITUACION SIN CAMBIOS

DIMENSIÓN/INDICADOR	CRITERIOS ESPECÍFICOS ADOPTADOS PARA LA EVALUACIÓN
Q_ CALIDAD Y HABITABILIDAD DEL ÁREA URBANA	
<b>Q1. COMPACIDAD</b>	
Densidad de Población	El ámbito presenta una Densidad Bruta de 432,71 Hab/Ha
Compacidad Corregida	<p>Consideramos la siguiente altura de edificación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Residencial 3m</li> <li>No Residencial 3,5m</li> </ul> <p>Hemos hecho una estimación de la ocupación media de la parcelación en la zona obteniendo un valor de 77,9% Asignamos la incidencia a cada tipo de espacio siguiendo el criterio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Incidencia alta:</b> Calles Peatonales, Ramblas, Bulevares, Parques y Jardines mayores a 5.000 m2</li> <li><b>Incidencia media:</b> Paseos, Parques y Jardines menores entre 1.000 y 5.000; Interiores de manzana, de uso local, exterior de manzana; plazas grandes</li> <li><b>Incidencia baja:</b> Aceras anchas, Explanadas mayores a 4 Ha, plazas pequeñas.</li> </ul> <p>Para el cálculo de la superficie de aceras, partimos del dato del distrito de Arganzuela [51,54%] y aplicamos porcentualmente al total de viales del Barrio.</p> <p>En el viario perimetral solamente contabilizamos la acera incluida en el ámbito evaluado</p>
<b>Q.2. EQUIPAMIENTOS</b>	
Dotación Equipamientos	
Accesibilidad a Equipamientos de Proximidad	
<b>Q.3. ZONAS VERDES</b>	
Dotación Zonas Verdes	Las zonas de Estancia en aceras anchas no se contabilizan aquí puesto que no cumplen la condición de 50% de la superficie ajardinada.
Accesibilidad a Zonas Verdes	<p>El cálculo de accesibilidad se ha hecho considerando que la población este homogéneamente repartida por todo el ámbito [por tanto se ha calculado como superficie de parcelas con cobertura respecto de la superficie total]</p> <p>(1) La Accesibilidad a ZV mayor de 10 Ha se considera la siguiente: Hasta 750 m, accesibilidad andando. Hasta 2000 km, accesibilidad ciclista o en transporte público. Para más de 2000 km accesibilidad mediante transporte público.</p> <p>(2) La Accesibilidad para las ZV mayor de 1 Ha se considera la siguiente: Para distancia hasta 750 m, se considera accesibilidad andando. Para distancia hasta 2000 se considera accesibilidad en bicicleta.</p>
<b>Q4. BIODIVERSIDAD</b>	
Índice de Biotopo	<p>Establecemos como Objetivo el valor BAF=0,30 recomendado para Emplazamiento con usos mixtos y ocupación del suelo &gt; 0,50.</p> <p>Se ha contabilizado la superficie de terrizo de los alcorques de los árboles, a razón de 1 m2 por árbol.</p>
Arbolado en viario	<p>No existen en el ámbito calles con ancho menor a 8 m [que no sería necesario arbolado]</p> <p>En las calles con ancho igual o menor a 10m, se considera conveniente arbolado solamente una acera, por lo que una de las aceras no se ha contabilizado</p>
Corredores Verdes	Actualmente no existen en el área, ya que todas las vías tienen niveles de ruido muy superiores a los aceptables. De los tres indicadores propuestos en 'Redes Verdes y de Biodiversidad', solo hemos contabilizado el indicador Corredores Verdes Urbanos.
<b>Q5. MEZCLA DE USOS</b>	
Equilibrio Actividad Residencia	
Proximidad a Comercio de uso cotidiano	
<b>Q6. DIVERSIDAD HABITACIONAL</b>	
Diversidad de Superficies Habitacionales	
Diversidad Coste de Viviendas	Este indicador está en la actualidad en proceso de revisión, que se incluirá en -----, 2016. Una estimación del valor resultante es aproximadamente 84%. Dado que el valor de Diversidad de Superficies Habitacionales es 82%, y es el valor que hemos atribuido a Diversidad Habitacional, esperamos que la revisión del indicador introduzca cambios irrelevantes.

Q7. BIOCLIMA Y SALUD	
Calidad del Aire	Se ha calculado como media aritmética ponderada de los indicadores parciales para NO2/O3: Escuelas Aguirre, Fernández Ladreda y Méndez Álvaro PM10/PM2.5: Escuelas Aguirre y Méndez Álvaro SO2: Escuelas Aguirre.
Confort Acústico	Datos del mapa acústico de Arganzuela [2011]. Según el estudio acústico del ayuntamiento, el ruido en el distrito es atribuible fundamentalmente al tráfico motorizado
Confort Térmico	Se han considerado los siguientes parámetros de diseño: <b>Pavimentos que cumplen las condiciones de diseño:</b> Baldosa Hidráulica, laminas vegetales, pavimentos permeables [zonas cubiertas por vegetación, tierra, adoquín, ...] <b>Pavimentos que no cumplen las condiciones de diseño:</b> Asfalto
Actividad Física	Datos de Encuesta Nacional de Salud 2006. <a href="http://www.ine.es/colencine/colencine_enchog_salud.htm">http://www.ine.es/colencine/colencine_enchog_salud.htm</a>
Q8. ACCESIBILIDAD	
Accesibilidad Peatonal	
Accesibilidad Ciclista	Hemos excluido la evaluación del número de aparcamientos de bicicletas por dificultad de cálculo.
Accesibilidad mediante Transporte Público	La accesibilidad a autobús se ha estimado utilizando el Mapa con paradas disponible en <a href="http://www.emtmadrid.es/mapaweb/emt.html">http://www.emtmadrid.es/mapaweb/emt.html</a>  <b>Minoración por accesibilidad peatonal:</b> El transporte público siempre implica una parte de desplazamiento peatonal, por lo que descontamos el porcentaje del área con edificación, que no cumple las condiciones de accesibilidad peatonal [el 14% en la situación actual] <b>Accesibilidad durante horario nocturno:</b> Se cuentan las áreas con acceso a dos o más líneas de autobús [en ambas direcciones], o a una parada de autobús y otra de otro medio [metro, tren o SBC]. En la actualidad el área sin cobertura nocturna es 102.615 m2
Tiempo destinado a movilidad	
Q9. ESTRUCTURA URBANA	
Continuidad Funcional de la Calle	
Conectividad de la Red	
Configuración Urbana	
Q10. PAISAJE E IDENTIDAD	
Proporción de Calle	
Calidad de la Escena Urbana	Se han considerado los siguientes parámetros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de campo visual 8 m</li> <li>• Altura media coche 1,4 m</li> <li>• Superficie de copa de árbol 28 m2</li> </ul> Para valorar el estado de la edificación hemos utilizado datos del Censo de Edificación y Vivienda [INE, 2001], estableciendo las siguientes ponderaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruinoso 0,10</li> <li>• Malo 0,25</li> <li>• Deficiente 0,50</li> <li>• Bueno 0,90</li> </ul> Si lo aplicamos al número de edificios catalogados en cada tipo [12/28/116/428, respectivamente] obtenemos un valor global de 0,77 [siendo el 0 el valor pésimo y 1 el valor óptimo]. En un estudio más detallado, sería conveniente valorar la superficie de fachada de cada edificio, contaminación visual, etc...
Percepción del Verde Urbano	
M_ METABOLISMO URBANO	Para establecer los límites de sostenibilidad/insostenibilidad hemos utilizado los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratio Desigualdad 7:1-1,75</li> <li>• Población Mundo 7.350.000.000 [2015] / 8.250.000.000 [2050]</li> </ul>
M.1. USO RECURSOS HÍDRICOS / SUMINISTRO DE AGUA	Hemos considerado el valor medio de Huella Hídrica azul para España: 278,95m3/hab/año [cálculo propio a partir de Mekonnen y Hoekstra, 2011. Appendix IX-3]
M.2. CONTAMINACIÓN HÍDRICA	Hemos considerado el valor medio de Huella Hídrica Gris para España: 293,55 m3/hab/año [cálculo propio a partir de Mekonnen y Hoekstra, 2011. Appendix IX-3]
M3. UTILIZACIÓN TERRITORIO BIOPRODUCTIVO	Datos de 2011 de GFN, 2015. Public Data Package, siendo los siguientes:
Agrícola	Huella media España: 1,00 hag-eq
Ganadera	Huella media España: 0,18 hag-eq
Forestal	Huella media España: 0,21 hag-eq
Plataforma Continental	Huella media España: 0,33 hag-eq

[Pesca]	
Urbanizable	Huella media España: 0,06 hag-eq
M4 RESIDUOS	Datos RU de Ayuntamiento de Madrid 2010
Recursos Bióticos	
Recursos Abióticos	RCD España según INEbase 2015
M5 ENERGÍA	Consumo de cada fuente de energía calculado a partir de Consumo total Energía en España en 2012 de 128.212.400TEP [MARMA, 2014:334], aplicando ratios de cada fuente sobre el total.  Aunque se considera la situación actual como BAU, en el periodo 1990-2007 la tendencia de consumo de energía en el transporte ha tenido un crecimiento continuado del 3,8% [Mendiluce y Del Río, 2010:216 citando a la Comisión Europea]. Es decir, que el criterio adoptado no valora totalmente la insostenibilidad previsible del consumo de Energía en España, que es algo mayor de la considerada.
Energía no renovable	
Energía renovable	Hemos considerado una cuota anual de biocarburantes de 4.073 MWh/año [calculo propio a partir de APPA, 2010 para 2010].
M6. EMISIONES GEI	Hemos considerado 7,25 TmCO2eq /hab/año [calculo propio a partir de Eurostat para 2012].  No hemos descontado ningún porcentaje de emisiones CO2-eq compensadas [absorciones bosques], en el nivel global por desconocer cuál sería la cifra. Por tanto la insostenibilidad real del área sería algo menor. Sin embargo, no hemos valorado la tendencia creciente. Por ejemplo, en el periodo 1990-2007 las emisiones GEI producidas por el transporte han crecido un 89% [Mendiluce y Del Río, 2010: 217-219]. Esto supone casi un 5% de crecimiento medio anual, que nos lleva a pensar que la insostenibilidad previsible del área en emisiones GEI es algo mayor de la revisada.
E. SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA	Como RBD hemos considerado 18.988 €/hab/año [Instituto de Estadística, Comunidad de Madrid, para 2009].
E1. EMPLEO	
Estabilidad Empleo	Hemos eliminado la valoración de la Estabilidad del empleo por la falta de datos.
Tasa Desempleo	Dato de Desempleo para el Distrito de Palos de Moguer, a 31 de Diciembre de 2013. Fuente: Dirección General de Estadística del Ayuntamiento de Madrid [citando al INE]
E2. DIFERENCIACIÓN ECONÓMICA	La escala del área no nos permite valorar su actividad en términos de estructura, sino de diferenciación. Y la ausencia de datos referidos al VAB nos obliga a evaluar la diferenciación no en términos de concentración de VAB+CI sino de locales comerciales adscritos a cada categoría. Supone una 'simplificación excesiva' y para dotarla de mayor consistencia vamos a modificar la estructura de indicadores del modelo, evaluando la Diversificación Económica conjuntamente con la Diversificación del Empleo.
Diversificación Laboral	
Diversificación Económica	
E.3 DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA	Como dato de concentración de riqueza tomamos Coeficiente de Gini= 0,34 [Eurostat, para 2011].
E4. CARGA ECONÓMICA	
Carga Económica Sector Publico	La dificultad de modelizar las variaciones del PIB hace que solo vayamos a evaluar el ratio Deuda/Ingresos Presupuestarios [Datos Deuda e Ingresos de Eurostat, para España 2013]. El ratio resultante es algo superior [33% frente a 22%], por lo que en realidad la prioridad de incrementar la sostenibilidad de la Carga Económica es mayor de la que indica el modelo.
Carga Económica Habitantes	Datos de Gastos en Vivienda y Transporte, así como reparto de la RBD por quintiles de Eurostat para 2010, actualizados con el HIPC [Acceso Mayo-Agosto 2015]
S. GRADO DE SOSTENIBILIDAD	

Fuente: Elaboración propia

## Estimación impacto habilitación azoteas

TABLA 9-3\_ CRITERIOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE AOX\_ ESCENARIOS DE USO AZOTEA

DIMENSIÓN/INDICADOR	CRITERIOS ESPECÍFICOS ADOPTADOS PARA LA EVALUACIÓN
Q_ CALIDAD Y HABITABILIDAD DEL ÁREA URBANA	
Q1. COMPACIDAD	
Densidad de Población	
Compacidad Corregida	<p>Consideramos que los usos de azotea que implican creación de espacios de estancia para personas incrementa la superficie de espacio atenuante [reducen la compacidad], asignándoles la siguiente incidencia:</p> <p>Usos colectivos privados: Incidencia Baja. comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Azoteas Ajardinadas Comunitarias</li> <li>• Huertos Comunitarios</li> <li>• Otras zonas de estancia aire libre [piscinas, solárium,..]</li> <li>• Hostelería</li> </ul> <p>Usos colectivos públicos: Incidencia según superficie. Para la Estación de Atocha [superficie 29.000m2], su conversión en zona Verde implicaría que su incidencia sería alta.</p> <p>Es importante indicar que la elevada 'Compacidad' del ámbito dificulta el aprovechamiento de azoteas para la agricultura intensiva, que podrían ser percibidas como un incremento del volumen 'edificado'.</p>

Q.2. EQUIPAMIENTOS	
Dotación Equipamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hemos contabilizado las Azoteas de Equipamientos al 50% hasta un máximo del 30% de la superficie óptima de Equipamientos.</li> </ul>
Accesibilidad a Equipamientos de Proximidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consideramos que el aprovechamiento de las azoteas de los edificios existentes como equipamiento, mantendrá la estructura espacial de distribución de los mismos, y por tanto los niveles de accesibilidad que implican se mantendrán constantes.</li> </ul>
Q.3. ZONAS VERDES	
Dotación Zonas Verdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>La superficie de las Azoteas Ajardinadas situadas sobre equipamientos o edificios accesibles al público se computa al 100% en la categoría correspondiente.</li> </ul>
Accesibilidad a Zonas Verdes	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>
Q4. BIODIVERSIDAD	
Índice de Biotopo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hemos considerado los siguientes índices de biodiversidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 para la utilización de la Cubierta de Atocha como Área Verde Pública [2,9 Ha].</li> <li>0,7 para los siguientes supuestos: Azoteas Verdes Extensivas, Áreas Ajardinadas [se minorará su superficie por el 50%, por considerar que no toda su superficie está ajardinada], Huertos Comunitarios y Cultivo Aire Libre</li> <li>0.21 [30% del anterior] para Cultivos Intensivo [Invernadero].</li> </ul> </li> </ul>
Arbolado en viario	
Corredores Verdes	Aunque las opciones de Azoteas ajardinadas incrementan mucho la superficie de viario que satisface la condición de Índice de Biotopo, el elevado ruido en la actualidad en todo el ámbito hace que ninguno de ellos satisfaga la condición de Corredor Verde.
Q5. MEZCLA DE USOS	
Equilibrio Actividad Residencia	<p>Aunque ciertos usos de azotea suponen incrementar el espacio 'productivo' no los contabilizamos por considerar que el equilibrio que se busca se relaciona con el impacto de dos cuestiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Del reducido número de habitantes cuando un porcentaje excesivo de la edificación se destina a usos productivos [áreas que se quedan desiertas por la noche], lo que se vincula al uso de la superficie edificada [es independiente del uso de las azoteas]</li> <li>Del elevado número de población trabajadora cuando un porcentaje excesivo de la edificación se destina a usos productivos, que genera impactos de congestión en horas punta, etc... [la reducida mano de obra vinculada a los usos productivos de las azoteas hace que tengan escaso impacto en este aspecto].</li> </ul>
Proximidad a Comercio de uso cotidiano	
Q6. DIVERSIDAD HABITACIONAL	
Diversidad de Superficies Habitacionales	
Diversidad Coste de Vivienda	
Q7. BIOCLIMA Y SALUD	
Calidad del Aire	Aunque el incremento de vegetación previsiblemente redundaría en una mejora de la Calidad del Aire [reducción de contaminantes], no lo hemos valorado por no encontrar datos para hacerlo. El único contaminante cuya reducción hemos valorado ha sido el CO2, que se valora en el indicador 'Emisiones GEI'.
Confort Acústico	El carácter privado de las áreas ajardinadas comunitarias ha hecho que no las valoremos para evaluar la mejora del Confort Acústico en el Espacio Público. Solamente se contabilizarán las superficies de estancia en Azoteas que se configuren como Zonas Verdes Públicas [i.e., Estación de Atocha].
Confort Térmico	En las Azoteas Ajardinadas Comunitarias y Públicas se ha considerado la mitad de la superficie ajardinada y la otra mitad con revestimientos que cumplen las condiciones de SRI especificadas. En las soluciones que incorporan Paneles Solares consideramos un albedo de 0,15 para Paneles ESF y de 0,45 para paneles EST, obteniendo un albedo global de 0,41 para la combinación de paneles planteada [12,15%/87,85% respectivamente].
Actividad Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consideramos que los Huertos Comunitarios en azoteas lleve a que cierta parte de la población que en la actualidad no realice ejercicio físico suficiente incremente su actividad física. Dado que es posible instalarlos en 315 edificios R&amp;C&amp;I [el 53% de dichos edificios], la población que tendría acceso a ellos sería 15.019 hab, de los cuales consideramos que 1 de cada 10 habitantes utilice dichas instalaciones, siendo personas que antes no cumplieran los mínimos de ejercicio físico recomendados por la OMS.</li> <li>No asignamos actividad física a piscina, solárium, sauna por la diversidad de factores que intervienen [piscina de verano o cubierta, etc...]</li> </ul>
Q8. ACCESIBILIDAD	
Accesibilidad Peatonal	

	Accesibilidad Ciclista	
	Accesibilidad mediante Transporte Público	
	Tiempo destinado a movilidad	
<b>Q9. ESTRUCTURA URBANA</b>		
	Continuidad Funcional de la Calle	
	Conectividad de la Red	Solamente es necesario considerar la intervención sobre la Estación de Atocha, en la que un buen diseño permitirá mejorar algo la conexión con el barrio de Pacífico.
	Configuración Urbana	
<b>Q10. PAISAJE E IDENTIDAD</b>		
	Proporción de Calle	La utilización del 100% de la superficie de azoteas para agricultura intensiva podría empeorar alguna sección de calle, por ejemplo en calle Tarragona, donde la sección es muy estrecha. En dichas situaciones sería siempre necesario respetar los retranqueos necesarios, si bien existen soluciones de diseño que permiten reducir la altura en los bordes. En el caso de salones de usos múltiples su superficie reducida permite situarlos retranqueados respecto a la alineación
	Calidad de la Escena Urbana	No hemos contabilizado [por la dificultad de modelarlo] dos previsible impactos positivos del acondicionamiento de las azoteas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La vegetación de las Azoteas Ajardinadas Intensivas es visible muchas veces desde el viario, contribuyendo a una mejor calidad de la Escena Urbana</li> <li>• La creación de áreas estanciales elevadas implica la generación de ‘nuevos paisajes urbanos’, que podrían permitir vistas de elevada calidad, especialmente si se generaliza el ajardinamiento de estos espacios.</li> </ul> Por el contrario, el cultivo intensivo en invernadero se presenta como un uso con elevado impacto sobre la Escena Urbana, desaconsejando su uso en esta área...
	Percepción del Verde Urbano	No se ha contabilizado la previsible percepción de la vegetación de las Azoteas Ajardinadas Intensivas desde el viario.
<b>M_ METABOLISMO URBANO</b>		
	M.1. USO RECURSOS HÍDRICOS / SUMINISTRO DE AGUA	Para la estimación del riego necesario hemos considerado que las Áreas Ajardinadas sean autosuficientes [se dimensiona la superficie cubierta por la vegetación entre el 30 y el 40% de la superficie total, siendo suficiente el agua de lluvia recogida para el riego de la vegetación], y que las Azoteas Verdes no necesiten riego [incorporan dispositivos de acumulación de agua de 36 l/m <sup>2</sup> ]. En cuanto a los cultivos en Invernadero, además del agua de lluvia recogida, necesitaran un suplemento de riego, que deberá utilizar agua reciclada. Se obtiene así un ahorro de agua equivalente, que es el agua que necesitarían esos cultivos fuera del medio urbano [consideramos que se reduzca una cantidad equivalente de producción agrícola en otras zonas].  Para el cálculo hemos utilizado los siguientes ratios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitación media anual en el ámbito: 419 L/m<sup>2</sup>/año [Aemet]</li> <li>• Ratio medio de Riego en Regadío al Aire Libre / Huertos Comunitarios: 2,45 l/m<sup>2</sup></li> <li>• Ratio medio diario de riego en Intensivo Protegido: 2,58 l/m<sup>2</sup></li> <li>• Ratio medio riego en Áreas Ajardinadas Productivas: 2,28 l/m<sup>2</sup></li> </ul> No se ha descontado el ahorro en recursos hídricos vinculado a la reducción del consumo de energía, por constituir cantidades reducidas. Consideramos el indicador ‘Contaminación Atmosférica’ como una medida de conversión del agua de precipitación en Huella Gris. Para un valor actual de 51,88%, implicaría que cada 1 m <sup>3</sup> de precipitación recibida en el ámbito genera 0,52 m <sup>3</sup> de Huella Gris. Dado el efecto de filtro que ejercen las áreas ajardinadas, al valor anterior le descontamos la parte proporcional de precipitación sobre área ajardinada en cada escenario.
	M.2. CONTAMINACIÓN HÍDRICA	
	M3. UTILIZACIÓN TERRITORIO BIOPRODUCTIVO	
	Agrícola	Consideramos las siguientes productividades anuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productividad en Regadío 3,7 kg/m<sup>2</sup> [MARM, 2010. Tabla 13.6.2].</li> <li>• Productividad Hidropónico 18,5 kg/m<sup>2</sup> [Wilson, 2005]</li> <li>• Productividad Colmenas [miel] 50 kg/colmena</li> </ul> Para Áreas Ajardinadas productivas, consideramos una productividad del 50% respecto a productividad en regadío.
	Ganadera	
	Forestal	
	Plataforma Continental [Pesca]	
	Urbanizable	Aunque parece que la introducción de vegetación de las azoteas debería reducir –algo– su contabilización como territorio urbanizado, no vamos a considerarlo para la siguiente evaluación por falta de un criterio consistente al respecto.
<b>M4 RESIDUOS</b>		
	Recursos Bióticos	Hemos descontado los Residuos Orgánicos susceptibles de ser utilizados como compost para las Áreas Ajardinadas considerando los siguientes ratios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo Compost Zonas Ajardinadas 3,38 kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Consumo Compost agricultura Regadío 6,75 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>

		Dado que el cultivo en invernadero suele llevar fertilizante líquido [riego hidropónico], no hemos asignado ninguna reducción de RUo, siendo conveniente en el futuro estudiar posibilidades de reutilizar localmente los RUo.																																																																
	Recursos Abióticos																																																																	
	M5 ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consideramos que toda la superficie de cubierta habilitada actualiza los niveles de aislamiento a los exigidos actualmente. Se exceptúa la instalación de paneles solares. No se han incluido los usos no residenciales, puesto que no han sido evaluados en este estudio.</li> <li>Cuando se producen reducciones del consumo total de energía, consideramos que la cantidad total proveniente de fuentes ER se mantiene, salvo que se especifique lo contrario [es decir, las variaciones las asumen las fuentes ENR, y más concretamente las de origen fósil, con mayor elasticidad en la generación].</li> </ul>																																																																
	Energía no renovable	<p>Hemos contabilizado el ahorro de energía producido por las siguientes cuestiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de km de transporte por producción local de alimentos</li> <li>Reducción del Efecto Isla de Calor / mejora Bioclima</li> <li>Reducción de cantidad de Material que se lleva a vertedero [RUo aprovechados localmente]</li> <li>Incremento de aislamiento energético de las cubiertas.</li> <li>Sustitución de ENR por ER.</li> </ul>																																																																
	Energía renovable	<p>Contabilizamos el incremento de producción a partir de fuentes solar y biomasa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Para Biomasa consideramos los siguientes ratios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Energía Biomasa: 3.000 kcal/kg</li> <li>Residuos Horticultura Intensiva: 30.000 Kg/Ha</li> <li>Residuos Horticultura Aire Libre: 25.000 kg/Ha</li> <li>Ajardinamiento Productivo [50% Horticultura Aire Libre]: 12.500 kg/Ha</li> </ul> </li> <li>En todos los casos consideramos que los residuos de materia seca son el 50% de la producción anterior.</li> <li>Para Energía Solar consideramos los siguientes supuestos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Radiación anual media en Madrid: 1600 kWh/año/m2</li> <li>Porcentaje espacio ocupado por placas: Azoteas=40%/Cubierta inclinada=80%</li> <li>Características paneles: <ul style="list-style-type: none"> <li>ESF: Rendimiento 10%=160 kWh/año/m2placa</li> <li>EST: Rendimiento 40%=640 kWh/año/m2</li> </ul> </li> <li>Producción <ul style="list-style-type: none"> <li>EST= 64 kWh/año/m2azotea - 128kWh/m2 cubierta inclinada</li> <li>ESF= 256 kWh/año/m2azotea – 512 kWh/m2 cubierta inclinada</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>																																																																
	M6. EMISIONES GEI	<p>Hemos contabilizado los siguientes conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción emisiones por ahorro energético debido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de aislamiento energético de las cubiertas.</li> <li>Reducción de km de transporte por producción local de alimentos</li> <li>Reducción del Efecto Isla de Calor / mejora Bioclima</li> <li>Reducción de cantidad de Material que se lleva a vertedero [RUo aprovechados localmente]</li> </ul> </li> <li>Reducción emisiones no estrictamente vinculadas a la utilización de energía: <ul style="list-style-type: none"> <li>reducción emisiones CH4 Vertederos [por reducción de RUo llevados a vertedero]. Consideramos que el 30% de los 400 m3 CH4/TmRUo son perdidos en los vertederos, con una densidad de 0,95 kg/m3 y un factor de conversión de 21.</li> <li>emisiones CO2 Absorbidas por la Vegetación</li> </ul> </li> <li>Sustitución de fuentes de ENR por ER <ul style="list-style-type: none"> <li>Biomasa: consideramos que existe equilibrio de carbono</li> <li>Solar: consideramos los siguientes coeficientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro Emisiones ESF: 0,40 TmCO2/MWh</li> <li>Ahorro Emisiones EST: 0,20 TmCO2/MWh</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>																																																																
		<p>El elevado esfuerzo económico de plantear el acondicionamiento de las azoteas nos ha obligado en todos los casos a considerar que éste se produce coincidiendo con su necesidad de renovación, para un Cv de 25 años. Excluimos el caso de las colmenas que es posible colocar sobre las azoteas existentes. Los costes considerados han sido [la columna de la izquierda es el coste descontando el coste de renovación natural de las azoteas si la habilitación se hace coincidiendo con el Cv]</p>																																																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>(A)</th> <th>(B)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Azoteas Verdes Extensivas</td> <td>55</td> <td>80</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Azoteas ajardinadas comunitarias</td> <td>95</td> <td>120</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Zonas Verdes Publicas</td> <td></td> <td>215</td> <td>240 €/m2</td> </tr> <tr> <td>Agricultura regadío</td> <td>55</td> <td>80</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Huertos Comunitarios</td> <td></td> <td>55</td> <td>80 €/m2</td> </tr> <tr> <td>Colmenas</td> <td>-</td> <td>100</td> <td>€/colmena</td> </tr> <tr> <td>Paneles Solares (1)</td> <td>-</td> <td>140</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Salón Comunitario</td> <td>575</td> <td>600</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Espacios de Salud (2)</td> <td></td> <td>455</td> <td>480 €/m2</td> </tr> <tr> <td>Equipamientos</td> <td>95</td> <td>120</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Restauración</td> <td>215</td> <td>240</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Invernadero [€/M2]</td> <td>275</td> <td>300</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Paneles Solares</td> <td>-</td> <td>280</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Cubiertas Verdes</td> <td>95</td> <td>120</td> <td>€/m2</td> </tr> <tr> <td>Techos Fríos</td> <td>-</td> <td>25</td> <td>€/m2</td> </tr> </tbody> </table>		(A)	(B)		Azoteas Verdes Extensivas	55	80	€/m2	Azoteas ajardinadas comunitarias	95	120	€/m2	Zonas Verdes Publicas		215	240 €/m2	Agricultura regadío	55	80	€/m2	Huertos Comunitarios		55	80 €/m2	Colmenas	-	100	€/colmena	Paneles Solares (1)	-	140	€/m2	Salón Comunitario	575	600	€/m2	Espacios de Salud (2)		455	480 €/m2	Equipamientos	95	120	€/m2	Restauración	215	240	€/m2	Invernadero [€/M2]	275	300	€/m2	Paneles Solares	-	280	€/m2	Cubiertas Verdes	95	120	€/m2	Techos Fríos	-	25	€/m2
	(A)	(B)																																																																
Azoteas Verdes Extensivas	55	80	€/m2																																																															
Azoteas ajardinadas comunitarias	95	120	€/m2																																																															
Zonas Verdes Publicas		215	240 €/m2																																																															
Agricultura regadío	55	80	€/m2																																																															
Huertos Comunitarios		55	80 €/m2																																																															
Colmenas	-	100	€/colmena																																																															
Paneles Solares (1)	-	140	€/m2																																																															
Salón Comunitario	575	600	€/m2																																																															
Espacios de Salud (2)		455	480 €/m2																																																															
Equipamientos	95	120	€/m2																																																															
Restauración	215	240	€/m2																																																															
Invernadero [€/M2]	275	300	€/m2																																																															
Paneles Solares	-	280	€/m2																																																															
Cubiertas Verdes	95	120	€/m2																																																															
Techos Fríos	-	25	€/m2																																																															
E_SOSTENIBILIDAD ECONOMICA		<p>(A) Coste coincidiendo con renovación  (B) Coste si no coincide con renovación  (O) Como coste de renovación/mantenimiento mínimo consideramos 25€/m2  (1) Consideramos un precio unitario de 350€/m2 panel, que transformamos en ratio €/m2 de azotea/cubierta inclinada considerando los porcentajes de ocupación del espacio indicados anteriormente.  (2) Hemos calculado un ratio global considerando 600 €/m2 para zona de piscina y sauna y 120 €/m2 para zonas de solárium.</p>																																																																



<p>En todos los casos se ha utilizado el VAD calculado para una tasa de descuento del 3%. En ciertos casos que hemos podido contrastar fuentes externas, hemos encontrado coincidencia suficiente en los Periodos de Recuperación de Inversión, apuntando a la suficiente validez de los parámetros aquí considerados.</p>	
<b>E1. EMPLEO</b>	
Estabilidad Empleo	Hemos eliminado del modelo de indicadores la valoración de la Estabilidad del empleo por la falta de datos.
Tasa Desempleo	<p>Hemos considerado los siguientes ratios de creación de empleo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración 1 empleo/50m2a</li> <li>Agricultura Intensiva [cultivo invernadero] 1 empleo/500m2a</li> <li>Agricultura Regadío 1 empleo/3000m2a</li> <li>Apicultura 1 empleo/150colmenas</li> </ul> <p>Aunque la estabilidad del empleo generado no se ha valorado en la aplicación práctica, excepto para el uso Hostelería, consideramos que se trata de empleo estable.</p> <p>No hemos valorado el empleo directamente ligado a la habilitación de las azoteas, aunque sin duda sería considerable. Igualmente, al plantear el fraccionamiento temporal de los escenarios coincidiendo con el periodo de renovación, se trataría de empleo esencialmente estable.</p>
<b>E2. DIFERENCIACIÓN ECONÓMICA</b>	
Diversificación Laboral	<p>La escala del área no nos permite valorar su actividad en términos de estructura, sino de diferenciación. Y la ausencia de datos referidos al VAB nos obliga a evaluar la diferenciación de la actividad no en términos de concentración de VAB+CI sino de locales comerciales adscritos a cada categoría. Supone una 'simplificación excesiva' y para dotarla de mayor consistencia vamos a modificar la estructura de indicadores del modelo, evaluando la Diversificación Económica conjuntamente con la Diversificación del Empleo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La prácticamente nula concentración de la actividad laboral en el sector agrícola [2 personas/0,02%] implica que cualquiera de los usos agrícolas en las azoteas incrementan la diferenciación.</li> <li>Frente a ello, existe una cierta especialización de la actividad laboral en el sector hostelero [720 personas/7,8%] que recomienda vigilar el incremento de empleo en dicho sector, admisible todavía por ser un ámbito con elevada centralidad.</li> </ul>
Diversificación Económica	<p>Por falta de datos hemos considerado que la Diferenciación entre unidades económicas locales de actividad] constituye una medida indirecta de su resiliencia económica. Para la contabilización de locales hemos considerado los siguientes cálculos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 5.000m2 de cultivo en invernadero o 30.000 m2 de regadío al aire libre se ha considerado como un nuevo local [el espacio equivalente necesario para la generación de 10 empleos].</li> <li>Cada Azotea del uso hostelería [en edificio independiente] se ha considerado como un nuevo local de uso hostelería [puesto que casi siempre funcionan como restaurantes abiertos al público exterior del hotel].</li> </ul>
<b>E.3 DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>	
<b>E4. CARGA ECONÓMICA</b>	
Carga Económica Sector Público	<p>Como ratios unitarios hemos considerado los siguientes:</p> <p>Ahorro de Energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro Electricidad: 133,10 €/MWh</li> <li>Ahorro Gas: 66,55 €/MWh</li> <li>Ahorro Combustible: 154,28 €/l</li> </ul> <p>Consideramos que el beneficio aportado por la Energía producida mediante biomasa o directamente del sol esta contabilizado en el ahorro de otros tipos de fuentes de energía obtenido.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Producción Agrícola: 1,33€/kg</li> <li>Producción Apícola: 3,1€/kg</li> </ul> <p>La dificultad de modelizar las variaciones del PIB hace que solo vayamos a evaluar el ratio Deuda/Ingresos Presupuestarios [Datos Deuda e Ingresos de Eurostat, para España 2013]. El ratio resultante es algo superior [33% frente a 22%], por lo que en realidad la prioridad de incrementar la sostenibilidad de la Carga Económica es mayor de la que indica el modelo.</p> <p>Los incrementos de ingresos/reducción de costes contabilizados para el Sector Publico han sido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Depuración Agua [coste depuración= 1,57 €/m3]</li> <li>Tratamiento Ru [coste tratamiento = 47,81 €/m3]</li> <li>Consumo Energía/producción de Energía Solar [ver costes arriba]</li> <li>Emisiones CO2 [20 €/TmCO2]</li> <li>Producción Agrícola/Apícola [ver costes arriba]</li> </ul> <p>No ha sido posible valorar los ahorros económicos derivados de la previsible mejora de la salud de los habitantes por reducción de la contaminación e incremento actividad física [reducción costes de atención sanitaria].</p>
Carga Económica Habitantes	<p>Los incrementos de ingresos/reducción de costes contabilizados para los Habitantes han sido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo Energía/producción de Energía Solar/Biomasa [ver costes arriba]</li> <li>Producción Agrícola/Apícola [ver costes arriba]</li> </ul>
<b>S_ GRADO DE SOSTENIBILIDAD</b>	
Fuente: Elaboración propia	

**LOS CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA** publicados por el Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio desde el año 1993, difunden bimensualmente aquellos trabajos de investigación realizados en el área del Urbanismo, la Ordenación Territorial, el Medio Ambiente, la Planificación Sostenible y el Paisaje, que por sus características, muchas veces de investigación básica, tienen difícil salida en las revistas profesionales. Su objetivo es la difusión de estos trabajos, en el convencimiento de que es necesario potenciar el uso de este idioma entre el mundo científico para conseguir alcanzar ámbitos de difusión a los que, de otra forma, no se podría acceder.

Su formato no es el convencional de una revista de este tipo, con artículos de diferentes autores que, en realidad, abordan aspectos parciales de cada trabajo, muy adecuados para la difusión y el conocimiento rápido de los mismos, pero que no pueden profundizar demasiado debido a su limitada extensión, sino que se trata de amplios informes de la investigación realizada que ocupan la totalidad de cada número. Esto permite, sobre todo a aquellos investigadores que se inician, el tener accesibles los aspectos más relevantes del trabajo y conocer con bastante precisión el proceso de elaboración de los mismos.

La realización material de los Cuadernos de Investigación Urbanística está a cargo del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, garantizándose el respeto de la propiedad intelectual, pues el registro es siempre en su totalidad propiedad del autor. Está permitida su reproducción parcial en las condiciones establecidas por la legislación sobre propiedad intelectual citando autor, previa petición de permiso al mismo.

#### **NORMAS DE PUBLICACIÓN**

Las condiciones para el envío de originales se pueden consultar en la página web:  
<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/publicaciones/ciurpublicar.html>

#### **FORMATO DE LAS REFERENCIAS**

Monografías: APELLIDOS (S), Nombre (Año de edición). Título del libro (Nº de edición). Ciudad de edición: Editorial [Traducción castellano, (Año de edición), Título de la traducción, Nº de la edición. Ciudad de edición: editorial].

Partes de monografías: APELLIDOS (S), Nombre (Año de edición). "Título de capítulo". En: Responsabilidad de la obra completa, Título de la obra (Nº de edición). Ciudad de edición: Editorial.

Artículos de publicaciones en serie: APELLIDOS (S), Nombre (Año de publicación). "Título del artículo", Título de la publicación, Localización en el documento fuente: volumen, número, páginas.

Asimismo, se recuerda que el autor tendrá derecho a tres ejemplares gratuitos.

#### **CONSULTA DE NÚMEROS ANTERIORES/ACCESS TO PREVIOUS WORKS**

La colección completa se puede consultar en color y en formato pdf en siguiente página web:  
*The entire publication is available in pdf format and full colour in the following web page:*

<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/publicaciones/ciurnumeros.html>

#### **ÚLTIMOS NÚMEROS PUBLICADOS:**

- 106 Gloria Gómez Muñoz:** "Intervención en el alojamiento con criterios ecológicos", 90 páginas, mayo 2016.
- 105 Irene Zúñiga Sagredo:** "La forma del límite en las ciudades medias españolas", 66 páginas, marzo 2016.
- 104 Marian Simón Rojo:** "La huella en el territorio del sistema agroalimentario (1900-2015)", 74 páginas, enero 2016.
- 103 Emilia Román López:** "Protección, gestión y ordenación del paisaje salinero en Andalucía", 94 páginas, Noviembre 2015.
- 102 Antonio Matres Barrio:** "Masas dialogantes: el futuro del urbanismo social", 84 páginas, Septiembre 2015.



PROGRAMA OFICIAL DE POSGRADO EN ARQUITECTURA

## MASTER PLANEAMIENTO URBANO Y TERRITORIAL

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

PREINSCRIPCIÓN DEL 15 DE MARZO AL 27 DE JUNIO DE 2014

COORDINADORA DEL MÁSTER: Ester Higuera García

PERIODO DE DOCENCIA: Septiembre 2014 -Junio 2015

MODALIDAD: Presencial y tiempo completo

NUMERO DE PLAZAS: 40 plazas

CREDITOS: 60 ECTS

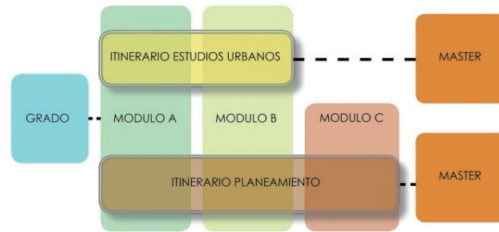
El Máster se centra en la comprensión, análisis, diagnóstico y solución de los problemas y la identificación de las dinámicas urbanas y territoriales en curso, atendiendo a las dos dimensiones fundamentales del fenómeno urbano actual: por un lado, el proceso de globalización y, por otro lado, las exigencias que impone la sostenibilidad territorial, económica y social. Estos objetivos obligan a insistir en aspectos relacionados con las nuevas actividades económicas, el medio físico y natural, el compromiso con la producción de un espacio social caracterizado por la vida cívica y la relación entre ecología y ciudad, sin olvidar los problemas recurrentes del suelo, la vivienda, el transporte y la calidad de vida. Estos fines se resumen en la construcción de un espacio social y económico eficiente, equilibrado y sostenible. En ese sentido la viabilidad económica de los grandes despliegues urbanos y su metabolismo se confrontan con modelos más maduros, de forma que al estudio de las técnicas habituales de planificación y gestión se añaden otras nuevas orientaciones que tratan de responder a las demandas de complejidad y sostenibilidad en el ámbito urbano.

El programa propuesto consta de un Máster con dos especialidades:

- Especialidad de Planeamiento Urbanístico (Profesional)
- Especialidad de Estudios Urbanos (Investigación Académica)

Se trata de 31 asignaturas agrupadas en tres módulos:

- MÓDULO A. Formación en Urbanismo.
- MÓDULO B. Formación en Estudios Urbanos e Investigación.
- MÓDULO C. Formación en Planeamiento.



Beatriz Fernández Águeda  
Inés Sánchez de Madariaga  
José Fariña Tojo  
José Miguel Fernández Güell  
Isabel González García  
Agustín Hernández Aja

### PROFESORADO:

Ester Higuera García  
Francisco José Lamiquiz  
Julio Pozueta  
Fernando Roch Peña  
Felipe Colavidas  
Luis Moya  
José María Ezquilaga

Llanos Masía  
Javier Ruiz Sánchez  
Carlos Verdaguer  
Enrique Villa Polo  
Carmen Andrés Mateo  
Álvaro Sevilla

### ENTIDADES COLABORADORAS:



ci[ur]

CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN URBANÍSTICA

urban



Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España



Entidad Pública Empresarial de Suelo



Ayuntamiento Real Sitio de San Fernando de Henares

CONTACTO: [masterplaneamiento.arquitectura@upm.es](mailto:masterplaneamiento.arquitectura@upm.es)  
[www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/masters/index.html](http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/masters/index.html)

Otros medios divulgativos del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio:

# urban

REVISTA del DEPARTAMENTO de URBANÍSTICA y ORDENACIÓN del TERRITORIO  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

## PRESENTACIÓN SEGUNDA ÉPOCA

**DESDE** el año 1997, **URBAN** ha sido vehículo de expresión de la reflexión urbanística más innovadora en España y lugar de encuentro entre profesionales y académicos de todo el mundo. Durante su primera época la revista ha combinado el interés por los resultados de la investigación con la atención a la práctica profesional, especialmente en el ámbito español y la región madrileña. Sin abandonar dicha vocación de saber aplicado y localizado, la segunda época se centra en el progreso de las políticas urbanas y territoriales y la investigación científica a nivel internacional.

## CONVOCATORIA PARA LA RECEPCIÓN DE ARTÍCULOS:

Urban mantiene abierta una convocatoria permanente para la remisión de artículos de temática relacionada con los objetivos de la revista. Para más información:

<http://www2.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/institucional/publicaciones/urban/ns/instrucciones-para-autores/>

Por último, se recuerda que, aunque La revista **URBAN** organiza sus números de manera monográfica mediante convocatorias temáticas, simultáneamente, mantiene siempre abierta de forma continua una convocatoria para artículos de temática libre.

## DATOS DE CONTACTO

Envío de manuscritos y originales a la atención de Javier Ruiz Sánchez: [urban.arquitectura@upm.es](mailto:urban.arquitectura@upm.es)

Página web: <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/public/urban/info.html>



Consulta y pedido de ejemplares: [ciur.urbanismo.arquitectura@upm.es](mailto:ciur.urbanismo.arquitectura@upm.es)

Web del Departamento de Urbanística y ordenación del Territorio:

<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo>

Donde figuran todas las actividades docentes, divulgativas y de investigación que se realizan en el Departamento con una actualización permanente de sus contenidos.