VOLUME 4, ISSUE 2
MAY - AUGUST
YEAR 2020
ISSN 2530-8157

BUILDING & MANAGEMENT http://www.polired.upm.es/index.php/Building & Management

F. Conti, A. P. d'Angelo and R. Tendero Caballero. "Green facade proposal for the refurbishment of an office building" Building & Management, vol. 4(2), pp. 58-75, 2020

http://dx.doi.org/10.20868/bma.2020.2.4696

PAPER BM_20_11_05 RECEIVED 20/05/2019 REVISED 24/01/2020 ACCEPTED 18/06/2020

GESTION EN EDIFICACION B&M BUILDING & MANAGEMENT
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Green facade proposal for the refurbishment of an office building

Propuesta de fachada verde para la rehabilitación de un edificio de oficinas

FRANCESCA CONTI
Politécnico de Bari.
francescaconti@alumnos.upm.es

ANGELO PASQUALE D'ANGELO
Politécnico de Bari.
Ap.dangelo@alumnos.upm.es

RICARDO TENDERO CABALLERO
E.T.S. Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
ricardo.tendero@upm.es

The following work concerns a building located in the northern area of Madrid, at 29 Apolonio Morales street, close to Paseo del Habana and surrounded by medium height residential buildings and private garden areas. Based on a climatic analysis of the city of Madrid, it has emerged that the values of precipitation, temperatures and humidity, make the climate only dry with a high climatological oscillation and rainfall concentrated in a small period of the year. After the climatic analysis, the building is studied in its current state. Through a series of evaluations, from the point of view of thermal performance, it is possible to find the best strategy to adopt in such a context. The objective is to improve indoor comfort conditions while reducing energy consumption. The project under analysis has the comfortable objective of intervening on two facades of the building, the south and the north. For the first of these we thought about the replacement and insertion of a new building package. A solution that can marry well with the objectives of sustainable development, as well as comfortable respect and appreciation of a widely spread urban area, is to adopt a vertical vegetation system integrated with the structural shell, i.e. a vegetal wall. On the north wall, on the other hand, the brise soleil should be replaced by a vegetal brise soleil which can create a continuous air between inside and outside, thus comfortable the homogeneity between the north and south wall, improving the structure. Finally, the work is articulated in two parts; a part of cost evaluation and a part of simulation of the thermal performances. Through the use of the "DesignBuilder" software, it emerges the values relative to the solution adopted to be compared with those of the current situation.

Green Facade; Vegetal wall; Refurbishment; Thermal simulation.

El siguiente trabajo concierne un edificio que, si encuentra en la zona Norte de Madrid, en el calle de Apolonio Morales n° 29, próxima al Paseo del Habana y rodeado de edificios residenciales de mediana altura y zonas ajardinadas privadas. Partiendo de un análisis climático de la ciudad de madrid, ha emergido como los valores de precipitación, temperaturas y humedad, hacen él que el clima sólo esté seco con una oscilación climatológica elevada y una pluviosidad concentrada en un pequeño periodo del año. Después del análisis climático, se pasa al estudio del edificio al estado actual. Por una serie de valoraciones, del punto de visto prestaciones térmicas, es posible encontrar cual pudiera ser la mejor estrategia que adoptar en tal contexto. El objetivo es mejorar las condiciones de bienestar interior reduciendo al mismo tiempo los consumos energéticos. El proyecto que si analiza tiene cómoda objetivo intervenir en dos fachadas del edificio, el sur y el norte. Para el primero de estos pensamos en el reemplazo e inserción de un nuevo paquete de construcción. Un solución que puede casarse bien con los objetivos del desarrollo sostenible, así cómoda el respeto y el apreciación de un área urbano ampliamente extendida, es adoptar un sistema de vegetación vertical integrado con el caparazón estructural, es decir, un muro vegetal. En el pared norte, por otro lado, el brise soleil debe ser reemplazado por un brise vegetal que puede crear un aire continuo entre el interior y el exterior, así cómoda el homogeneidad entre el pared norte y el sur, mejorando el estructura. Por fin, el trabajo se articula en dos partos; una parte de valoración de los costes y una parte de simulación de las prestaciones térmicas. Por el empleo del programa "DesignBuilder", emerge los que pueden ser los valores relativos a la solución adoptados por confrontar con los de la situación actual.

Fachada verde; Muro vegetal; Rehabilitación; Simulación térmica.

1. DESCRIPCIÓN DE LA MACRO-ÁREA: MADRID

1.1 GENERALIDAD

Madrid es un municipio y ciudad de España. La localidad, con categoría histórica de villa, [9] es la capital del Estado [10] y de la Comunidad de Madrid. También conocida como la Villa y Corte, es la ciudad más poblada del país, con 3.182.981 habitantes empadronados según datos del INE de 2017 mientras que, con la inclusión de su área metropolitana [11] la cifra de población asciende a 6.543.031 habitantes [11], siendo así la tercera o cuarta área metropolitana de la Unión Europea, según la fuente, por detrás de las de París y Londres, y en algunas fuentes detrás también de la Región del Ruhr, así como la tercera ciudad más poblada de la Unión Europea, por detrás de Berlín y Londres. [12, 13, 14]

Madrid ocupa el puesto nº 38 en la lista Economist Intelligence Unit de ciudades con mejor calidad de vida del mundo. [15, 16]. La ciudad cuenta con un PIB nominal de 227.411 millones USD y un PIB per cápita nominal de 34.425 USD, lo que representa un PIB PPA per cápita de 40.720 USD, [17, 18] siendo la 1.ª área metropolitana española en actividad económica; y la décima de Europa por detrás de: Londres, París, Rin-Ruhr, Ámsterdam, Milán, Bruselas, Moscú, Fráncfort del Meno y Munich. Madrid es también la ciudad española con más pernoctaciones hoteleras.

Como capital del Estado, Madrid alberga las sedes del Gobierno, las Cortes Generales, ministerios, instituciones y organismos asociados, así como la residencia oficial de los reyes de España [19] y del presidente del Gobierno. En el plano económico, es la cuarta ciudad más rica de Europa, tras Londres, París y Moscú [20].

Para 2009, el 50,1 % de los ingresos de las 5000 principales empresas españolas son generados por sociedades con sede social en Madrid, que suponen un 31,8 % de ellas [21]. Es sede del 3.ª mayor mercado de valores de Europa, [22] y 2.ª en el ámbito iberoamericano (Latibex) y de varias de las más grandes corporaciones del mundo [23, 24]. Es la 8.ª ciudad del mundo con mayor presencia de multinacionales, tras Pekín y por delante de Dubái, París y Nueva York [25, 26]. En el plano internacional acoge la sede central de la Organización Mundial del Turismo (OMT), perteneciente a la ONU, la sede de la Organización Internacional de Comisiones de Valores (OICV), la sede de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), la sede de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), la Organización Iberoamericana de Juventud (OIJ), y la sede de Public Interest Oversight Board (PIOB) [27].

Fig. 1. The DMC advantage

También alberga las principales instituciones internacionales reguladoras y difusoras del idioma español: la Comisión Permanente de la Asociación de Academias de la Lengua Española [28], y sedes centrales de la Real Academia Española (RAE), del Instituto Cervantes y de la Fundación del Español Urgente (Fundéu). Madrid organiza ferias como FITUR, Madrid Fusión, ARCO, SIMO TCI, el Salón del Automóvil y la Cibeles Madrid Fashion Week.

Es un influyente centro cultural y cuenta con museos de referencia internacional, entre los que destacan el Museo del Prado, el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, el Thyssen -Bornemisza y CaixaForum Madrid, que ocupan, respectivamente, el 12°, 18°, 67° y 80° puesto entre los museos más visitados del mundo.

Los orígenes de la ciudad son objeto de revisión tras recientes hallazgos de enterramientos visigodos así como de restos que se remontan a los carpetanos o periodo prerromano. Las excavaciones arqueológicas también arrojan restos que se atribuyen al Madrid romano. Estos hallazgos de época visigoda han venido a confirmar que el posterior asentamiento fortificado musulmán de Maǧrīṭ (del siglo IX) se había asentado sobre un vicus visigodo del siglo VII llamado Matrice o matriz, arroyo (AFI [maʤriːtˤ]).

No sería hasta el siglo XI cuando Madrid fue incorporada a la Corona de Castilla, tras su conquista por Alfonso VI de León en 1083. Fue designada como sede de la Corte por el rey Felipe II en 1561, convirtiéndose en la primera capital permanente de la monarquía española.

Desde el Renacimiento hasta la actualidad ha sido capital de España y sede del Gobierno y la administración del Estado salvo breves intervalos de tiempo: el primero de ellos entre los años de 1601 y 1606, cuando la capitalidad pasó a Valladolid; posteriormente, de 1729 a 1733, en el llamado lustro real, la corte se trasladó a Sevilla por decisión de Isabel de Farnesio, que buscaba cura para el estado depresivo de su esposo, el rey Felipe V [32]; también durante la Guerra de la Independencia la Junta Suprema Central, opuesta a José Bonaparte, se estableció en Sevilla, en 1808, y en 1810, como Consejo de Regencia, en Cádiz; finalmente, durante la Guerra Civil, aunque Madrid no dejase de ser la capital de la República conforme al artículo 5° de la Constitución española de 1931, el Gobierno republicano se trasladó en noviembre de 1936 a Valencia y a Barcelona en noviembre del año siguiente, hasta la caída de Cataluña en febrero de 1939, cuando una parte del Gobierno encabezada por su presidente, Juan Negrín, se trasladó a Alicante.

El Gobierno del bando sublevado, por su parte, se estableció en Burgos y, tras finalizar la guerra, se fijó allí la capital hasta el 18 de octubre de 1939 que se volvió a trasladar a Madrid.

1.2 ÁNALISIS CLIMÀTICO

De acuerdo con los criterios de la clasificación climática de Köppen y tomando como periodo de referencia los años 1981-2010, el clima de Madrid se puede considerar de transición entre el clima semiárido frío (BSk) y el clima mediterráneo (Csa). Las precipitaciones (y su relación con la temperatura) se sitúan en el límite entre ambos climas.123 La temperatura media en el periodo 1981-2010 es aproximadamente de entre 14,5 y 15 °C.45.

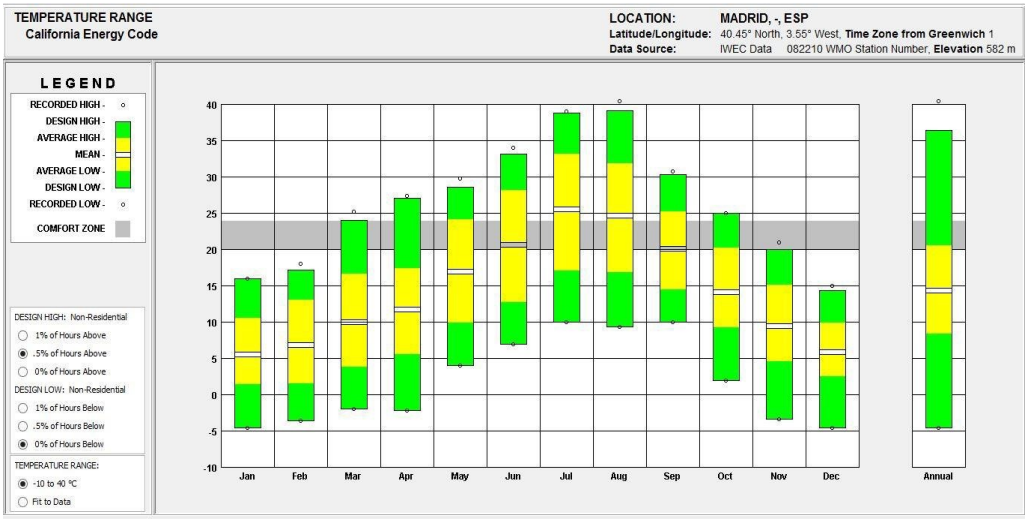

Fig. 2. Energy design tools

Los inviernos son moderadamente fríos, con temperaturas medias en el mes más frío (enero) de alrededor de los 6 °C, heladas frecuentes y nevadas ocasionales (entre 2 y 5 días de nieve al año, dependiendo de la zona). En este mes las temperaturas máximas medias se sitúan entre 9,5 y 11°C, y las mínimas entre 0 y 3°C. Por el contrario, los veranos son calurosos. Las medias superan los 25 °C en julio, con temperaturas máximas medias de entre 32 y 33,5 °C. La amplitud térmica diaria es importante en la periferia urbana (llegando a superar los 13 °C), pero se ve reducida en el centro de la ciudad (bajando incluso de los 10°C). La amplitud térmica anual es también alta: entre 19 y 20 grados.45

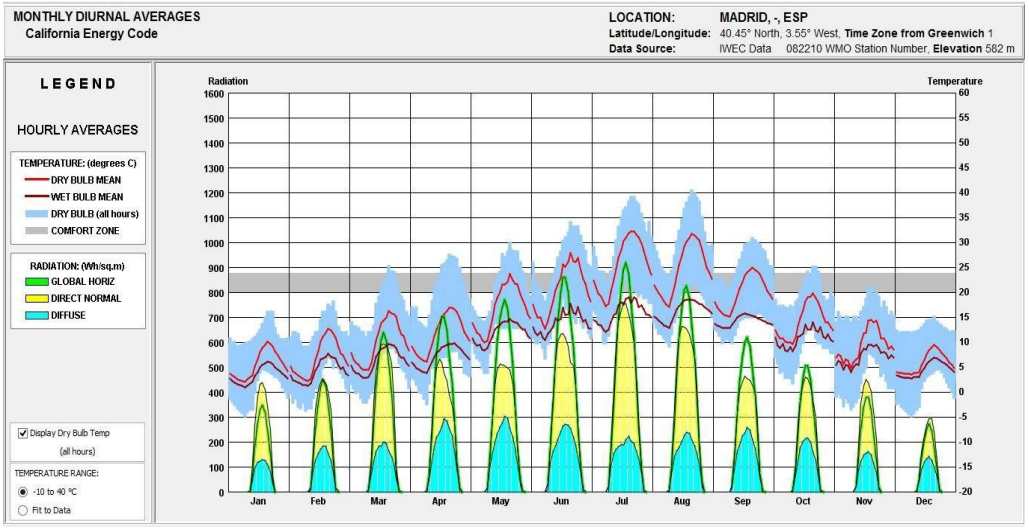

Fig. 3. Energy design tools

Las precipitaciones anuales se sitúan alrededor de los 400 mm o algo por encima, con un mínimo marcado en verano (especialmente en julio y agosto), característico de los climas mediterráneos. El máximo de precipitación se da en otoño (de octubre a diciembre) y en los meses primaverales de abril y mayo. En octubre, el mes más lluvioso, se registran de media entre 50 y 60 mm, en contraposición con los meses de julio y agosto en los que cae de media entre 8

y 12 mm de precipitación en cada mes. La humedad media a lo largo del año se sitúa alrededor del 57%, con una gran oscilación entre las épocas frías, mucho más húmedas, y las cálidas, que resultan muy secas. Así, podemos afirmar que Madrid es la capital provincial o autonómica más seca de toda España en cuanto a humedad relativa media, tan solo igualada por Granada y seguida muy de cerca por Murcia.

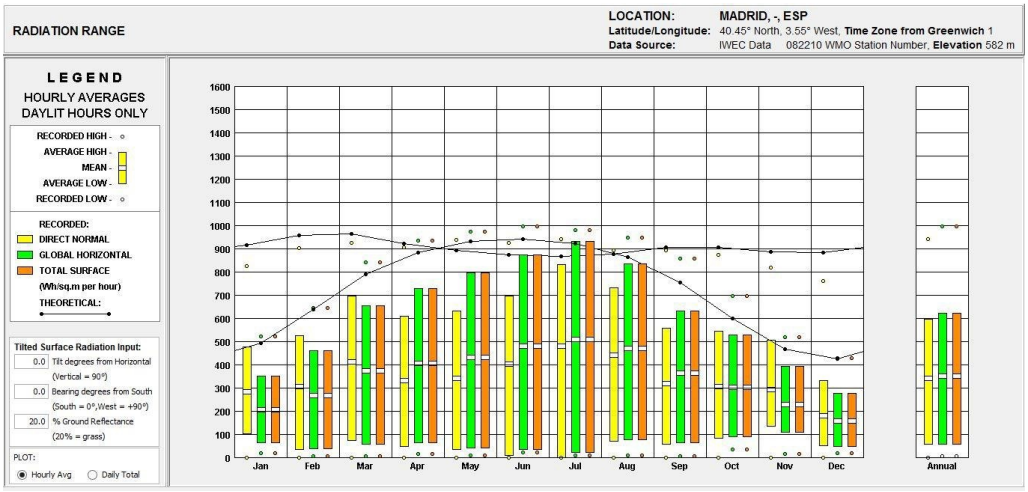

Fig. 4. Energy design tools

1.2.1. TEMPERATURA

La temperatura media se sitúa alrededor de los 14,5 y 15 ° C. Los inviernos son moderadamente fríos, con temperaturas medias en el mes más frío (enero) de alrededor de los 6 ° C. En este mes las temperaturas máximas medias se sitúan entre 9,5 y 11°C, y las mínimas entre 0 y 3 °C. Por tanto, las heladas son frecuentes en invierno, especialmente en la periferia. Por el contrario, los veranos son calurosos. Los meses más cálidos son julio y agosto, siendo julio ligeramente más cálido. En este mes, las medias superan los 25 °C, con temperaturas máximas medias de entre 32 y 33,5 °C y temperaturas mínimas medias que bajan de los 17 °C en algunas zonas, pero alcanzan los 19 °C en la zona urbana. La amplitud térmica diaria es importante en la periferia urbana (llegando a superar los 13 °C), pero se ve reducida en el centro de la ciudad (bajando incluso de los 10 °C). Los meses más cálidos son los de mayor amplitud térmica diaria (coincidiendo con el mínimo pluviométrico), siendo julio el mes de mayor amplitud térmica diaria, con entre 13 y 17 grados; mientras que los meses más fríos son los de menor amplitud térmica diaria, especialmente en diciembre con entre 6 y 10 grados de media y coincidiendo con el tercer o cuarto mes más lluvioso. En concreto, es sabido que los días despejados suelen tener una amplitud térmica mucho mayor que los días nubosos en una misma época del año. Por otra parte, la oscilación térmica anual es alta, situándose entre 19 y 20 grados como consecuencia de la gran distancia al mar y la altitud.

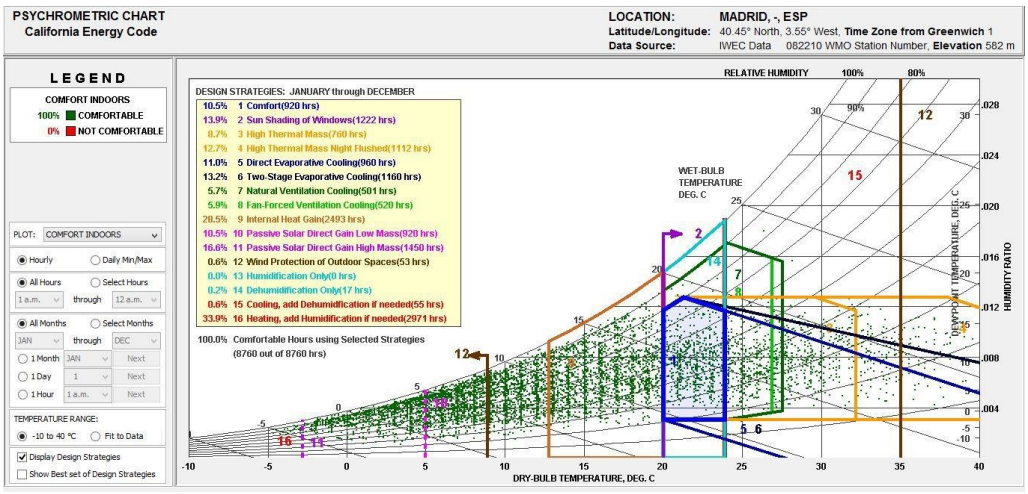

Fig. 5. Energy design tools

1.2.2. PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones anuales se sitúan en general algo por encima de los 400 mm si bien pueden bajar de esta cifra en algunas zonas y subir de los 450 mm en otras. Por tanto, de acuerdo al criterio de la clasificación climática de Köppen, las precipitaciones se sitúan cerca del límite entre los climas semiáridos y no semiáridos y podemos hablar de un clima semiárido de tipo Bsk en gran parte del municipio, y de un clima mediterráneo de tipo Csa en otros lugares del mismo. Como es típico de los climas mediterráneos, se da un mínimo marcado de precipitaciones en verano (especialmente en julio y agosto). El máximo de precipitación se da en otoño y comienzos del invierno (de octubre a diciembre) y en los meses primaverales de abril y mayo. En octubre, el mes más lluvioso, se registran de media desde

50 hasta más de 60 mm, en contraposición con los meses de julio y agosto en los que cae de media entre 8 y 12 mm de precipitación en cada mes. Las nevadas son ocasionales en invierno, con una media de entre

2 y 5 días de nieve al año dependiendo de la zona (aunque no siempre cuaja) y pudiéndose dar más nevadas en las zonas altas del municipio, que pueden llegar a superar los 750 msnm. El granizo ocurre tan solo uno o dos días al año y las tormentas se dan especialmente en primavera y verano, con una media de entre 14 y 16 días al año.

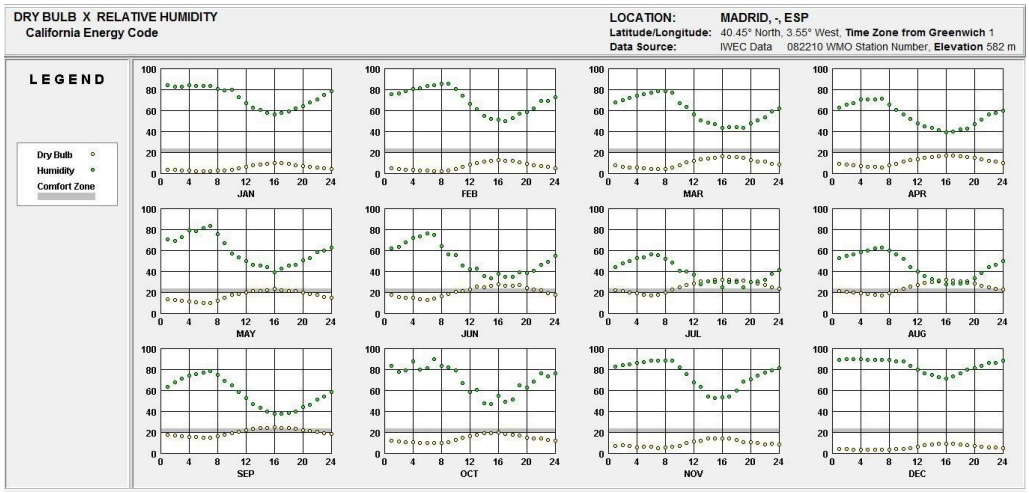

Fig. 6. Energy design tools

1.2.3 SOL Y NUBOSIDAD

Primero conviene diferenciar entre las horas de luz y las horas de sol. El concepto horas de luz, se refiere al tiempo que transcurre desde que sale el sol hasta que se pone, lo cual depende de la latitud y de la época del año. El concepto horas de sol se refiere al tiempo en el que hay una incidencia directa de los rayos solares, que depende tanto de la nubosidad como de las horas de luz. Madrid cuenta con una media anual aproximada de algo más de 7 horas y media de sol al día. El mes con menos horas de sol en Madrid es diciembre, dándose una media de unas 4 horas diarias de sol, y coincidiendo con el mes en el que se dan menos horas de luz. Sin embargo, a pesar de ser junio el mes con más horas de luz, debido a que en este mes se da una mayor nubosidad que en julio y agosto, julio es el mes con más horas de sol, con una media aproximada de 11 horas y media, seguido de agosto y después junio.45 Con respecto a las horas de luz, y teniendo en cuenta únicamente la latitud de Madrid de algo más de 40 grados, la ciudad cuenta con un máximo de 15 horas y 4 minutos de luz en el día más largo, que se da en junio, y un mínimo de 9 horas y 17 minutos en el día más corto, que se da en diciembre. Por otra parte, la inclinación del sol en el mediodía (en su punto más alto) alcanza su máximo en junio, con aproximadamente 73 grados, y su mínimo en diciembre, con unos 26 grados.

1.2.4 HUMEDAD RELATIVA

Madrid posee en general un clima moderadamente seco en cuanto a humedad, con una media de entre el 57 y el 58%, como consecuencia de la gran distancia al mar. Así, Madrid se puede considerar como la capital de provincia española más seca en cuanto a humedad, junto con Granada y Murcia. Sin embargo, la humedad varía mucho a lo largo del año acorde con las temperaturas y las precipitaciones, es decir, las épocas frías (y lluviosas) resultan húmedas mientras que las épocas cálidas (y áridas) resultan muy secas. En concreto, la humedad media se sitúa entre el 74 y el 77% en diciembre, en contraposición con el mes de julio que registra una humedad media de entre el 35 y el 38%.

2. ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

2.1 LOCALIZACIÓN

El edificio se encuentra en la zona Norte de Madrid, en la calle de Apolonio Morales nº 29, próxima al

Paseo de la Habana y rodeado de edificios residenciales de media altura y zonas ajardinadas privadas.

Fig. 7. Google map

2.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO EXISTENTE

El solar en el que se ubica el edificio de oficinas tiene forma de trapecio regular, con una superficie de

507 m² y las siguientes dimensiones:

- el frente de la parcela con orientación Sur tiene una longitud de 13.70 m;
- el frente Este tiene una longitud de 37 m;
- el frente Norte tiene una longitud de 13 m;
- el frente Oeste tiene una longitud de 41 m.

El edificio se construyó al inicio de los años 90 siguiendo un proyecto del año 1989, es medianero por el lado Oeste con el edificio contiguo, con una altura similar a la del edificio existente, dos plantas desde la cota de la calle, y se separa en el lado Este para respetar un retranqueo de 5m, que ocupa en tres metros de anchura una rampa para vehículos que desciende hasta el nivel de sótano, en la zona posterior, donde existe un patio inglés de dimensiones 12m de largo y 9 m de profundidad. En este patio, que ilumina la planta sótano, es donde hoy se sitúa un aparcamiento en superficie para 5 coches. En el frente norte hay también un pequeño patio inglés de planta triangular que proporciona luz y ventilación a las dependencias contiguas de la planta sótano.

En el ángulo noroeste del edificio se resuelve el acceso desde la calle de Apolonio Morales, que se realiza subiendo una pequeña escalera exterior hasta un nivel intermedio entre las dos plantas sobre rasante. Contigua a la entrada se encuentran la escalera y el ascensor que comunican todas las plantas.

Bajo la proyección del espacio de entrada hay, en las dos plantas inferiores y contrapeados una altura de media planta respecto al resto de las plantas del edificio, espacios destinados a servicios e instalaciones.

El edificio de oficinas existente es un prisma rectangular, parcialmente escalonado, al retranquearse la planta superior en el lado norte, que consta de tres plantas diáfanas destinadas al uso de oficinas, dos sobre la rasante de la calle y una en el sótano. En la planta sótano, en la cota -4.90m, el espacio situado debajo de la rampa se usa como comedor de empleados, cocina y archivo pesado; la planta baja a cota -

1.50m es totalmente diáfana y la planta alta a cota +1.90 m , además cuenta además con un aseo y un oficio-cocina.

La estructura está resuelta con pilares y vigas de hormigón, forjados reticulares de hormigón en la cubierta y las plantas superiores y forjado sanitario de vigueta en la planta sótano. La cimentación, según el proyecto original, con pilotes y el muro del patrio trasero con hormigón.

Las partes ciegas de la fachada están revestidas con un aplacado de mármol travertino y prácticamente toda es acristalada y está resuelta con una carpintería sencilla de tubo de aluminio anodizado en color rojizo y rematada, a lo largo de toda la parte superior con una pieza semicilíndrica en forma de bóveda corrida, de chapa de aluminio anodizado.

La cubierta está resuelta con una solución invertida y transitable. La zona de acceso está cubierta con una pérgola de estructura de tubo y placas curvadas de policarbonato celular. El resto de la cubierta está ocupada por la maquinaria de climatización del edificio y el cajón de paneles acústicos que la aísla del exterior

La distribución interior del edificio está resuelta con tabiquería convencional de fábrica enlucida y tendida de yeso y pintada, y con mamparas desmontables. Los falsos techos son de escayola y los pavimentos de tarima de madera, originalmente barnizada y hoy pintada.

Los sistemas de instalaciones originales están fuera de las prescripciones de las normativas actuales, son muy poco eficientes y han de ser renovados por completo.

3. ESTRATEGIA DEL DISEÑO

El proyecto que se analiza tiene como objetivo intervenir en dos fachadas del edificio, el sur y el norte. Para el primero de estos pensamos en el reemplazo e inserción de un nuevo paquete de construcción. Una solución que puede casarse bien con los objetivos del desarrollo sostenible, así

como el respeto y la apreciación de un área urbana ampliamente extendida, es adoptar un sistema de vegetación vertical integrado con el caparazón estructural, es decir, un muro vegetal. En la pared norte, por otro lado, el brise soleil debe ser reemplazado por un brise vegetal que puede crear un aire continuo entre el interior y el exterior, así como la homogeneidad entre la pared norte y el sur, mejorando la estructura.

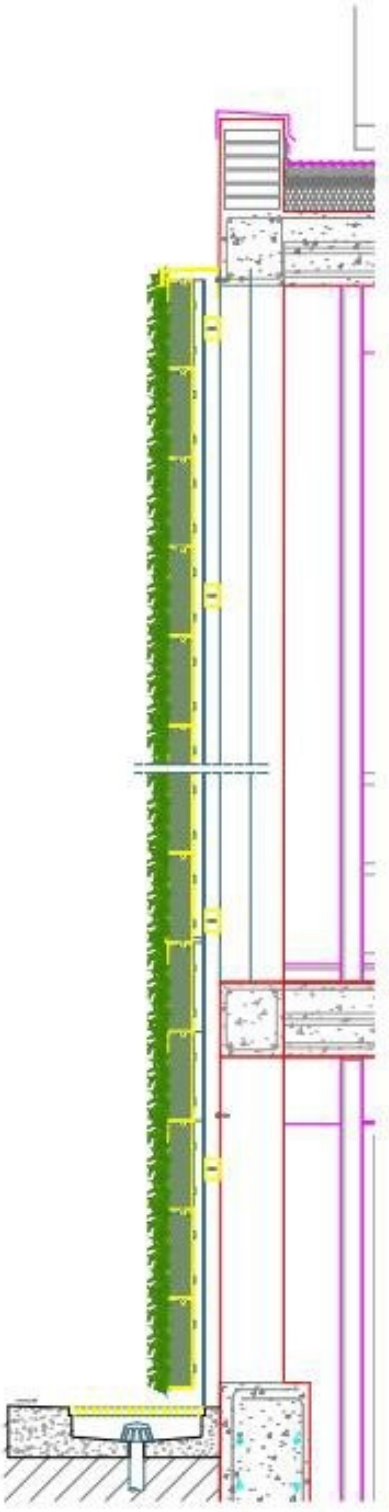

Figura 8- Pared sur

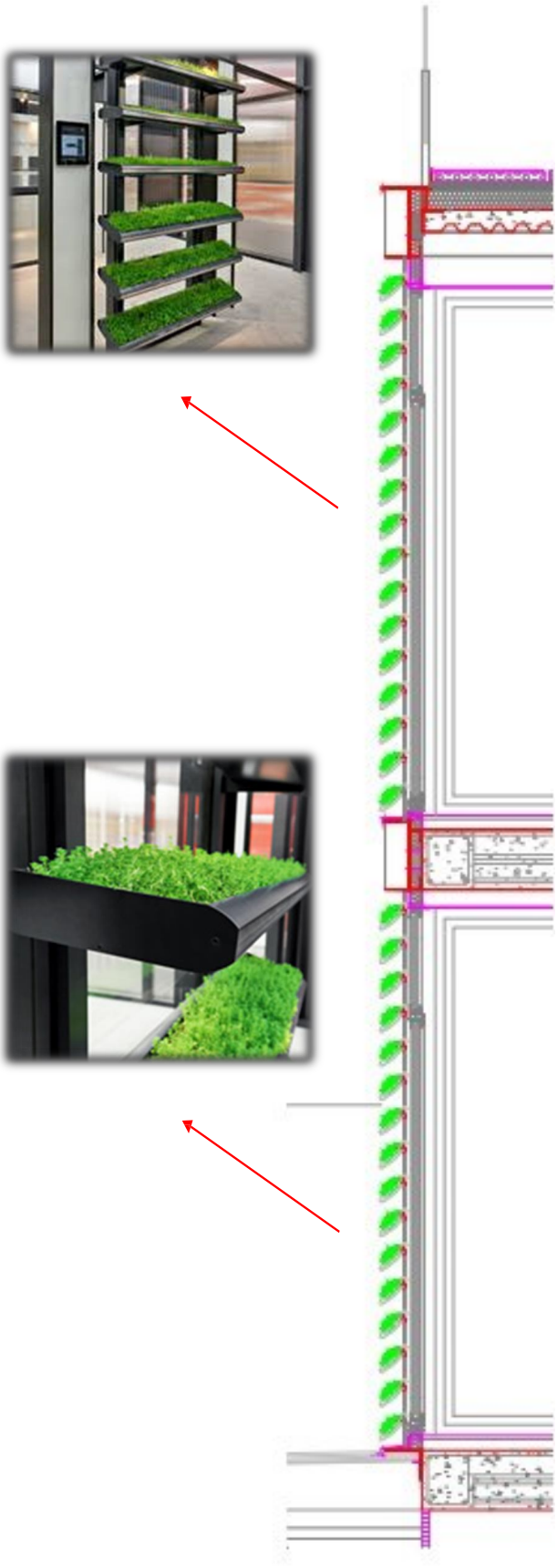

Figura 9- Pared norte: gráfico AUTOCAD y imágenes

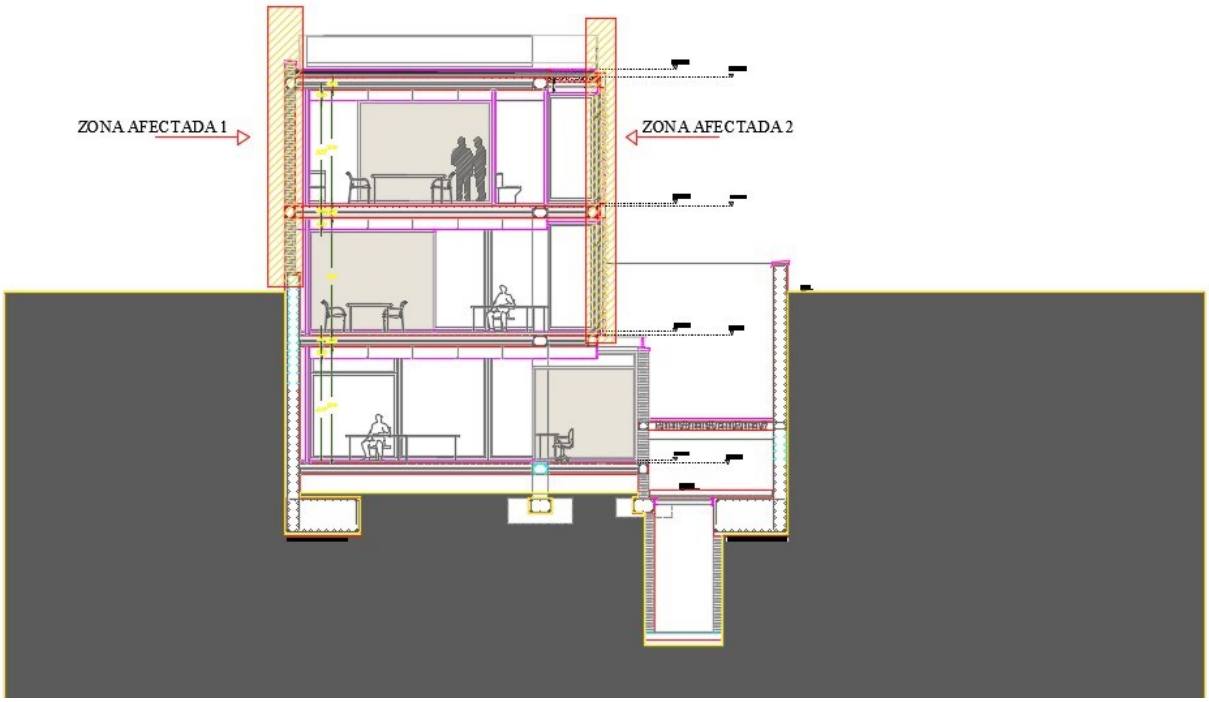

Fig. 10. Proyecto antes

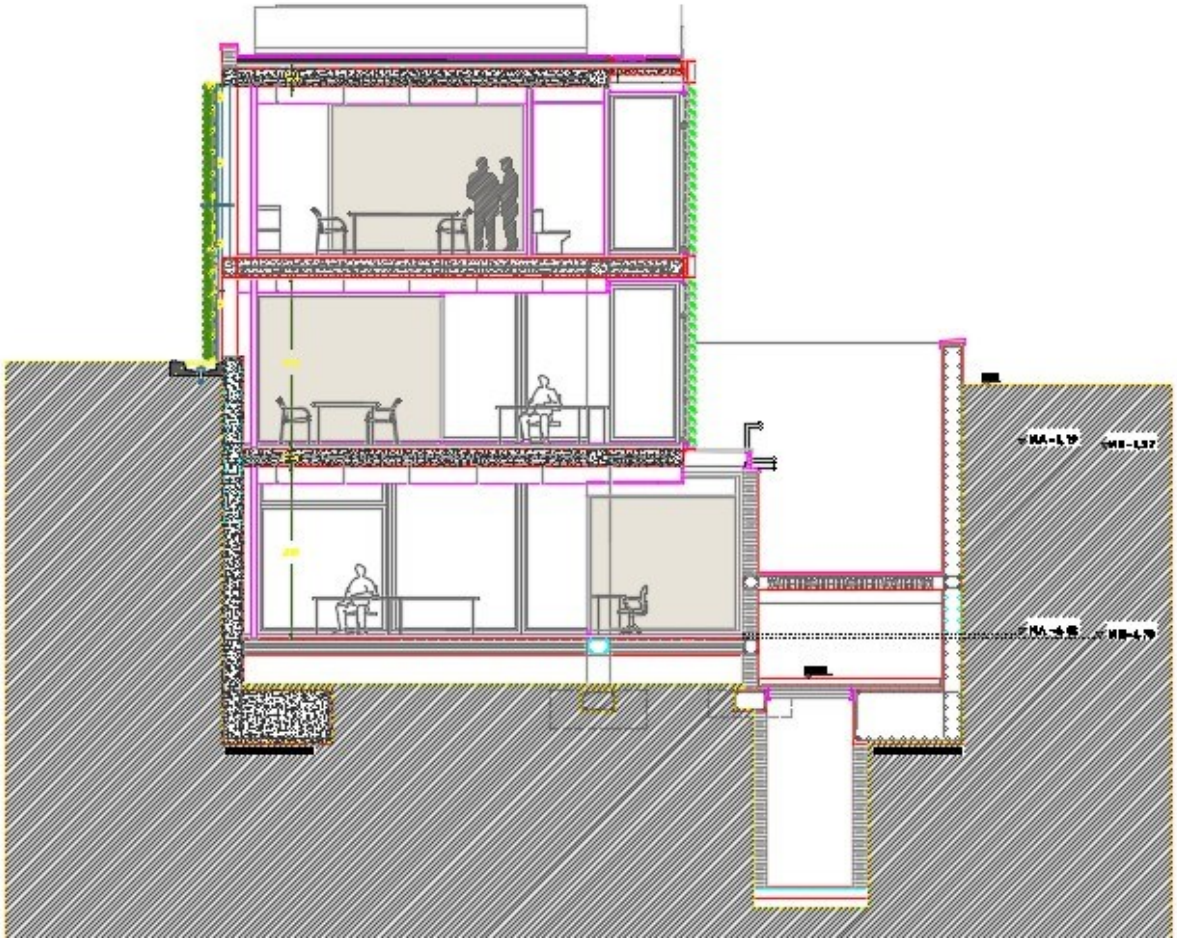

Fig. 11. Proyecto después

3.1. VERDE VERTICAL

Fig. 12. Ideas green

Una propuesta de clasificación Usted dicción de Verde Vertical no está a indicar un sistema tecnológico real pero bastante un conjunto de técnicas y sistemas diferentes finalizados a la verticalización vegetal. Ello es por lo tanto un metasistema conceptual que representa un modo de entender la edificación en vez de una específica tecnología adecuada a realizarla.

Pasando al análisis de las especificidades de las paredes a verde, y contemplando a la comprensión de aquéllos que son las peculiaridades tecnológicas de las varias metodologías utilizables en su realización, se estrella con dos categorías diferentes por características constructivas y gestionales: "revestimientos vegetales" y "cierres verticales vegetáis."

Los revestimientos vegetales El revestimiento a verde, o revestimiento vegetal

verificable en lengua anglosajona con la locución de green façade, consiste en un sistema tecnológico más o menos simple a segunda que el aparato vegetal agarra directamente a la superficie de la pared, o que lo haga con el auxilio de un específico subsistema de soporte.

El revestimiento vegetal es caracterizado de una limitada tecnología sistémica y de una baja integración entre plantas y cierre, y es por lo tanto considerable como un aparato vegetal suplementario a una pared constructora: cierre que por tanto también podría existir sin la presencia de las plantas.

Su baja complejidad tecnológica también se repercute en la variedad de vegetales utilizables y en su modalidad de instalación. Las plantas utilizables con este sistema son poco y hacen referencia a las especies trepadoras o a postura decombente: éstas son las únicas que, gracias a la misma estructura y posibilidad de desarrollo en el tiempo, logran garantizar el ricoprimento del paramento mural sin la necesidad que las frondas vegetales estén en estrecha vecindad a los mismos órganos radicales. Eso implica que también el sistema por la misa a morada de los vegetales sea relativamente simple, siendo subdividido entre las especies plantadas a tierra y aquellos arregláis en macetas puestas en cuota.

3.2 LOS CIERRES VERTICALES VEGETÁIS

Usted cierres verticales vegetáis son un producto contemporáneo. Seppur algunos característicos archetipiche de este sistema podrían ser halláis en los turf building del antichità, el cierre vegetata es en todo caso una técnica desarrollada que considerarse él sólo en los últimos años, muy desarrollado del punto de vista agrio-técnico. A todos los efectos ella puede ser considerada una derivación tipologica de las coberturas a verde, al que continua, aunque sólo de manera completamente correcta, a hacer referencia.

El sistema es caracterizado por una elevada complejidad. Si en el caso de los revestimientos vegetales se ha en presencia de un aparato a verde que con el transcurrir del tiempo y medio el desarrollo biológico reviste una superficie constructora, con los cierres vegetados hay una total integración entre plantas y envoltura ya que cada apunto superficial de la pared corresponde al lugar de instalación de los vegetales. Ellas son por lo tanto plenamente equiparables a una unidad Tecnológica, en cuyo las plantas se vuelven parte integrante e irrenunciable de la fachada.

Fig. 13. Ideas green

Los cierres vegetados se distinguen del revestimiento a verde ante todo por un motivo agronómico: el sistema es invadido por una capa vegetal continua que reviste la entera superficie constructora; se viene así a crear entre la superficie arquitectónica y las especies vegetales una íntima y provechosa integración.

Este perfeccionamiento vegetal superficial permite el empleo de casi todas las especies vegetales existentes, puesto che sean respetadas de ello las exigencias fisiológicas y ambientales: soy utilizable gran parte de las especies presentes al mundo, o sea a estructura muscinale, herbáceo y pequeño-

arbustiva, conque a foliación sempervirente; cuestión que aumenta la libertad formal en la composición de la fachada.

3.3 LA FACHADA VERDE CLIMAGRÜN

Es un sistema de reverdecimiento integrado en la envoltura constructora, basado sobre el empleo de sustrato y sin contacto directo con el suelo. El elemento fundamental

es constituido por preciosos contenedores de aluminio por el sustrato, el que puede ser empleado de modo flexible. Según la composición de los miembros de la fachada verde Climagrün y según la elección de la vegetación emergen diferentes resultados como prados naturales, jardines artísticos o islas verdes.

Fig. 14. La fachada verde climagrün

Características:

- Amplia variedad de especies vegetales
- Creatividad en la composición
- La vegetación se encuentra desde el principio a la altura prevista
- La cobertura a verde es alcanzada en poco tiempo
- La construcción de aluminio precioso garantiza una duración de vida notable y es resistente al fuego, viento y a los rayos UV
- La construcción de aluminio suple de elemento arquitectónico creativo
- Los materiales preciosos usados también mejoran el aspecto del edificio durante el período invernal
- También es un tipo de fachada idóneo por el reverdecimiento de construcciones altas
- Fácil adaptación a las características presentes sobre la fachada, p. ej. ventanas,
- La construcción se conforma a los movimientos de deformación carácteres de la fachada
- Disponible en todos los colores RAL
- La forma no modular contenedores por el sustrato aumenta el espacio vital de las plantas, dando mayor estabilidad
- Sustitución simple de las plantas por los contenedores llorados
- Espesor del sistema solos 60 mm, sin la estructura de soporte,
- Cuelga harto de agua sólo 95 kg/m², sin la vegetación,
- gracias al empleo de sustrato hay mayor acumulación hídrica
- Arriesgo reducido en caso de interrupción temporal del riego
- Instalo automático de riego y fertilización
- Tubos regadíos perfectamente accesibles del exterior.

3.3.1 CHECKLIST POR HAGÁIS VERDES

La fachada vegetal tiene que siempre ser planeada observando y considerando el proyecto arquitectónico, para permitir de crear una perfecta armonía entre estructura y vegetación. El despacho técnico de Climagrün ya debería ser partícipe en fase inicial del planeamiento para tener en cuenta de algunas consideraciones enumerada en seguida:

- Luz solar
  - radiación solar, reflexión y radiación térmica
  - las condiciones de luz son determinantes para la elección de las plantas
- Viento
  - la acción del viento y eventuales medidas
  - las condiciones de viento son determinantes para la elección de las plantas
- Tipología de fachada
  - la tipología de fachada determina el tipo de estructura portante de la fachada verde
- Capacidad de carga estática
  - cerciorarse capacidad de carga estática, min. 150 kg/m² en los sistemas integrados en la

envoltura constructora,

- considerar la cargada nieve, viento y carga accidental

- Calidad de aire
  - cerciorarse que eventuales chimeneas, aireaciones etcétera se encuentren a una distancia suficientemente grande que poder garantizar una oportuna calidad de aire
  - Concordancia con otras miembro estructurales
  - considerar eventuales ventanas, balcones, objetos etcétera
- Contexto atmosférico de la fachada
  - radiación solar, exposición al viento, sombra, polución
- Accesibilidad por tercero
  - si necesario, prever protecciones por la eventual caída de material vegetal, nieve, hielo etcétera
- Forma, variedad ecológica y coste
  - exigente: las hagáis verdes integráis en la envoltura constructor ¼¿b
  - poco exigente: la fachada verde integrada en la envoltura constructora
- Cura
  - considerar la cura requerido según la tipología de fachada verde la fachada tiene que ser fácilmente accesible para permitir la manutención
- Riego
  - prever una atadura de agua con presión suficiente prever un sistema de liquidación de las aguas
  - Insectos y animales pequeños
  - en las vecindades inmediatas de una fachada verde considerar la presencia de insectos y animales pequeños.

4. DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA PROPUESTA

4.1 PARÁMETROS TÉRMICOS

Sostenibilidad económico y beneficios ambientales. Hay un cierto número de potenciales beneficios derivados dall' reverdecimiento de las paredes de los edificios con plantas, sobre todo en las áreas urbanas. Por ejemplo, ellas pueden contribuir a reducir la polución atmosférica y las altas temperaturas, que llevan a mejores niveles de salud pública y comfort. Cómo parte de infraestructuras verdes de una ciudad, las paredes verdes pueden tener efectos positivos sobre las poblaciones, sobre su bienestar psico- físico, sobre el agrado e identidad del lugar. También pueden ayudar devolver una ciudad más atractiva como destino turístico. Mientras estas ventajas parecen notables no está todavía claro si pecuniariamente superan o compensan los costes de instalación y manutención.

Los investigadores han usado un aproche coste-beneficios para valorar el sostenibilità económico de los cuatro tipos de pared verde sobre un hipotético edificio de Génova.

1. una fachada directamente verde manta con la yedra que crece sobre el muro;
2. dos tipos de fachadas de verdes indirectos, con yedra respaldada por una red de plástico o acero;
3. dos tipos de fachadas de verde indirecto, con yedra plantada en box y graves con un jersey de red;4, un "muro viviente", con uno especial panel en cuyo sempervirentes y pequeños matorrales son plantados.

4.1.1 RESULTADOS

Los costes de las paredes han sido confrontados con el valor de sus prestaciones por el ciclo de vida de las instalaciones, 50 años. Tres posibles escenarios de coste han sido considerados: bajo, mediano y alto. Ésta se fueron basados en los valores de instalación, manutención y liquidación de los sistemas. Las ventajas se fueron basadas en las reducciones de calefacción y raffrescamento del aire, sobre los costes de condicionamiento, sobre la longevidad de las paredes y lo aumentas de valor de los inmóviles cubiertos. Sólo la fachada verde dirigida ha resultado ser económicamente sostenible en todos los escenarios posibles, porque es relativamente económica que instalar, mantener y eliminar, con respecto de los demás sistemas. El estudio ha estimado que ofrece un saldo neto positivo, que varia de los 9 a los 500 € en el escenario de coste más elevado, a € 30-139 € en aquel más bajo, dando una tasa interior de rendimiento superior al tipo de interés corriente del 5%. Tiene un período de amortización de 16 -24 años, según el escenario.

4.1.2 PAREDES VERDES ECONÓMICAMENTE INSOSTENIBLES

Con altos costes de instalación y liquidación, los sistemas de pared verde indirecta han estado económicamente solo sostenibles en el mejor o, en algunos casos, en el mediano escenario. Los costes de manutención son más elevados por las hagáis verdes indirectos con macetas. El sistema a pared vivien-

te ha sido calculado ser económicamente insostenible en todos los escenarios, a causa del elevado gasto por la instalación, liquidación y manutención. Los investigadores sugieren que los incentivos gubernativos como la reducción de impuesto, pudieran ser útiles para reducir los costes y promover la más amplia difusión de las paredes verdes.

Los resultados evidencian que los costes de las paredes verdes pueden superar algunos de las ventajas. Debe ser notado que, mientras los gastos son relativamente fáciles que estimar, algunos de las ventajas más amplias por la sociedad son más difíciles de cuantiar, y han sido omitidos por este estudio. En particular, sólo han sido analizados los costes y los beneficios de una sola pared. Se preve que la difusa instalación de paredes verdes tendría beneficios sociales más amplios, entre cuyo, por ejemplo, potenciales reducciones del gasto sanitario público por una mejor calidad del aire y una reducción del efecto "aisla" de calor urbano. Las prestaciones sociales aún más se extienden considerando la reducción de anhídrido carbónico y la creación de hábitat por la conservación de la biodiversidad.

- Elementos constructivos verticales del estado actual

Rehabilitación de edificio de oficinas situado en la C/Apolonio Morales nº29, Madrid.

Elementos constructivos verticales			Masa m Kg/m²	Aislamiento acústico a ruido aéreo R en dBA	
				Proyectado	Exigido
Particiones interiores (Art. 10º)	Entre áreas de igual uso	Mamparas de vidrio 6+6	55,6	31,00	≥ 30
	Entre áreas de uso distinto	Tabique de pladur con aislamiento acústico	37,21	39,50	≥ 35
Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos (Art. 11ª)	Medianera(fachada 2)		237,1	45,00	≥ 45
Paredes separadoras de zonas comunes interiores (Art. 12ª)					≥ 45
Paredes separadoras de salas de máquinas (Art. 17ª)	Panel sandwich de lana acustica y cerramiento exterior de fachada			86,00	≥ 55

		Parte ciega			Ventanas					Aislamiento acústico global a ruido aéreo ag en dBA	
		sc m²	mc Kg/m²	ac dBA	sv m²	e mm	av dBA	sc+sv sv	ac-ag dBA	Proyectado	Exigido
Fachadas (Art. 13ª)	Fachada ventilada	1,60	188	42	2,90	6	30	2,60	9	32,51	≥30
	Fachada ventilada	0,10	188	42	4,70	6	30	1,10	12	30,00	
	Fachada ventilada	3,00	188	42	7,70	6	30	4,00	8	33,51	
	Fachada ventilada	0,90	188	42	45,10	6	30	1,90	9	33	
	Fachada ventilada	1,70	188	42	19,60	6	30	2,70	8	34	
	Fachada ventilada	10,30	188	42	16,00	6	30	11,30	4	38	
	Fachada ventilada	0,70	188	42	7,00	6	30	1,70	10	32	
	Fachada ventilada	0,10	188	42	7,80	6	30	1,10	12	30	
	Fachada ventilada	0,60	188	42	31,00	6	30	1,60	10	32	

Fig. 15. Tabla parámetros térmicos elementos costructivos verticales del estado actual

- Elementos constructivos verticales del estado de proyecto

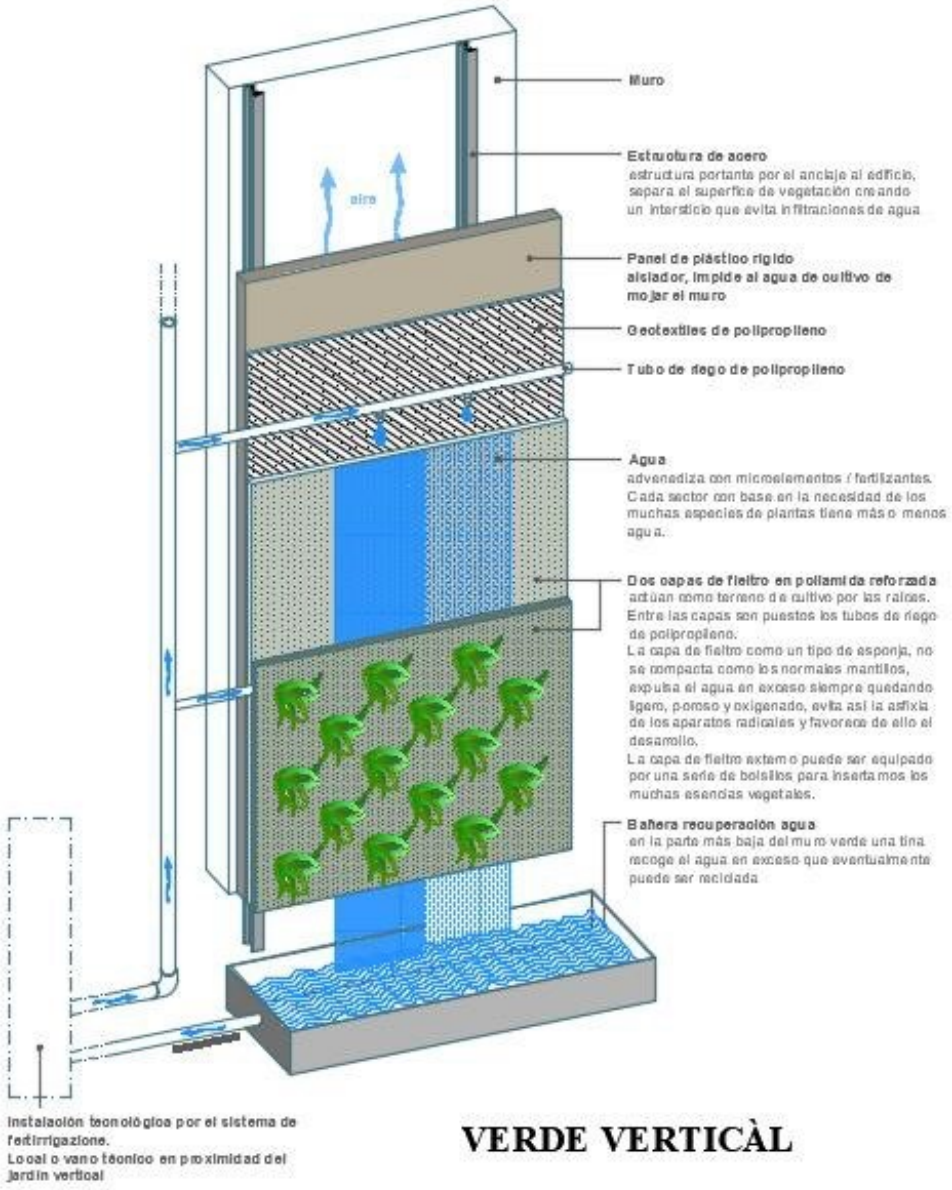

Fig. 16. Pared verde vertical AUTOCAD

4.2 CÁLCULO DE LOS COSTES

Nr. Ord	Trabajos	Mediciones				Cantidad	Importes	
		N°	Long. (m)	Anch. (m)	H/peso		Por unidad	Total (€)
1	**Cerca provisionales de obra** de altura no inferior a2.00 m con sostenes en estacas de madera o tubos de andamiaje, dotada y correo en obra. Completa de las necesarias riostras de contraviento, señales luminosas diurnas y nocturnas, tableros de filiación y cada otro gravamen y magisterio para dar el trabajo terminado a perfecta regla de arte Chapa ondulados 3/10 mm sobre estacas de madera		110		3,00	330,00	23,73	7.830,9

2	**Aislamiento térmico y acústico de pared** con paneles de lana de vidrio, densidad 80 Kg/mc, reacción al fuego euroclasse F,compresi los sfridi, los andamiajes hasta 4,0 m del plan de apoyo, el tiro y la bajada de los materiales y cada otro gravamen y magisterio por dareil trabajo terminado a perfecta regla de arte Espesore 50 mm -**PARED EXTERIOR**		13,7	4,65		68,12	23,30	1.587,3
3	**Membrana impermeable** a base de betún destilado modificada con resinas elastomeriche, SBS, con soporte constituido por un tejido no tejido de poliéster de hilo continuo, sobrepuesta a llama con empalmes sobrepuestos de 10 cm, extendida sobre llano de pose adecuadamente listo a cualquiera altura, sobresuperficies llanas, curvas e inclinadas, incluidos eventuales andamiajes hasta a una altura de 4,0 m del plan de apoyo, el tiro y la bajada de los materiales y cada otro gravamen y magisterio para dar el trabajo terminado a perfecta regla de arte Espesor 5 mm		13,7	4,65		68,12	15,54	1.058,6
4	**Barrera al vapor** constituido por una hoja de polietileno de 0,4 mm, mesurado en seco con 5 cm de superposición, solapas sobre las paredes verticales no inferiores a 10 cm, sellado de los supera y con todos los cuerpos fuoriuscenti del plan de pose, con cinta de conexión monadesivo anchos 8 cm. Extendida sobre llano de pose adecuadamente listo a cualquiera altura, sobre superficies llanas, curvos einclinate, incluidos eventuales andamiajes hasta a una altura de 4,0 m del plan de apoyo, el tiro y la bajada de los materiales y cada otro gravamen y magisterio para dar el trabajo terminado a perfecta regla de arte Espesor		13,7	4,65		68,12	4,32	294,3
5	**Elementos estructurales de acero**: estructura portante por el anclaje al edificio, separa el superficie de vegetación creando un intersticio que evita infiltraciones de agua	100			25,14	2.514,00	1,38	3.469,3
6	**Geo-capa de polipropileno**		13,7	4,65		67,89	33,95	2.304,9
7	**Tubo de riego de polipropileno**	4	58,4				28,50	1.664,4
8	**Dos capas de fieltro en poliamida reforzada** actúan como terreno de cultivo por las raíces. Entre las capas son puestos los tubos de riego de polipropileno. La capa de fieltro como un tipo de esponja, no se compacta como los normales mantillos, expulsa el agua en exceso siempre quedando ligero, poroso y oxigenado, evita así la asfixia de los aparatos radicales y favorece de ello el desarrollo. La capa de fieltro externo puede ser equipado por una serie de bolsillos para insertarnos los muchas esencias vegetales	2	13,7	4,65		135,78	23,3	3.163,7
9	**Bañera prefabricada recobro agua** en la parte más baja del muro verde una tina recoge el agua en exceso que eventualmente puede ser reciclada	2					585,0	1.170,0
10	**Instalación tecnológica:** vano técnico por el ricircolo del agua	2					10.000	20.000
								42.543,4

5. MODELO REVIT

Para hacer más realista el proyecto objeto de estudio ha sido realizado un modelo 3d en Revit. Esta exhibición de manera extremadamente realista la inserción del brise vegetal sobre la fachada Norte del edificio.

Fig. 17. Modelo REVIT

6. SIMULACIÓN "DESIGNBUILDER"

6.1 ZONA AFECTADA

A través del empleo del programa "*DesignBuilder*" ha sido posible analizar las prestaciones térmicas de la fachada Norte. Este última, al estado actual, es constituida por un sistema de obscurecimiento en metal, el *brise soleil*, que ha sido reemplazado por un *brise vegetal*.

Dos simulaciones han sido efectuadas, un invierno del 27 de noviembre al 24 de diciembre y a la otra en verano, en la semana que va del 14 de julio al 21 de julio.

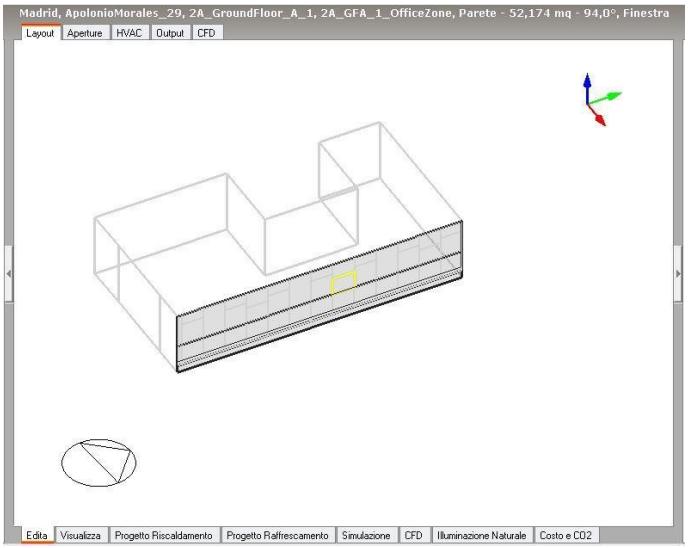

Fig. 18. Zona afectada

6.2 DATOS DE PROJECTO

En consecuencia del modelado, ha sido efectuada una simulación de los parámetros térmicos sobre una ventana. La figura de abajo describe los cursos de los siguientes parámetros:

- temperatura superficial interna
- temperatura superficial exterior
- temperatura exterior a bulbo seco
- Vidriera
- radiación solar accidente
- radiación solar transmitida.

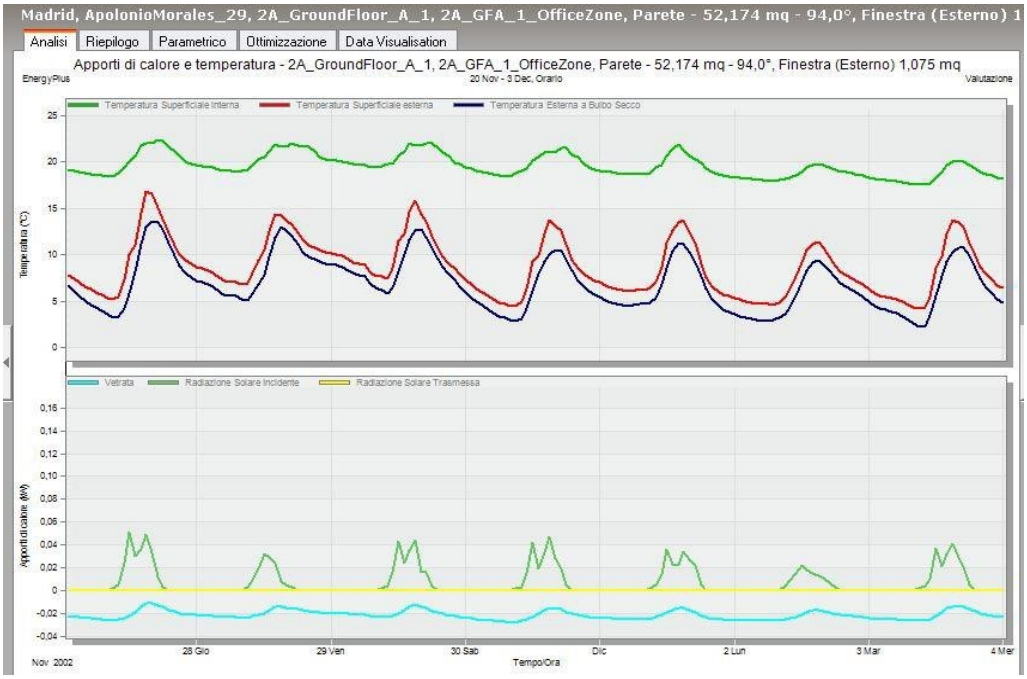

Fig. 19. Datos de la simulación

6.3 SITUACIÓN ACTUAL

Para efectuar una comparación significativa, de su modelo, ha sido efectuada una simulación de los parámetros térmicos sobre una ventana de la situación actual. La figura de abajo describe los cursos de los siguientes parámetros: temperatura superficial interna;

- temperatura superficial exterior;
- temperatura exterior a bulbo seco;
- vidriera;
- radiación solar accidente;
- radiación solar transmitida.

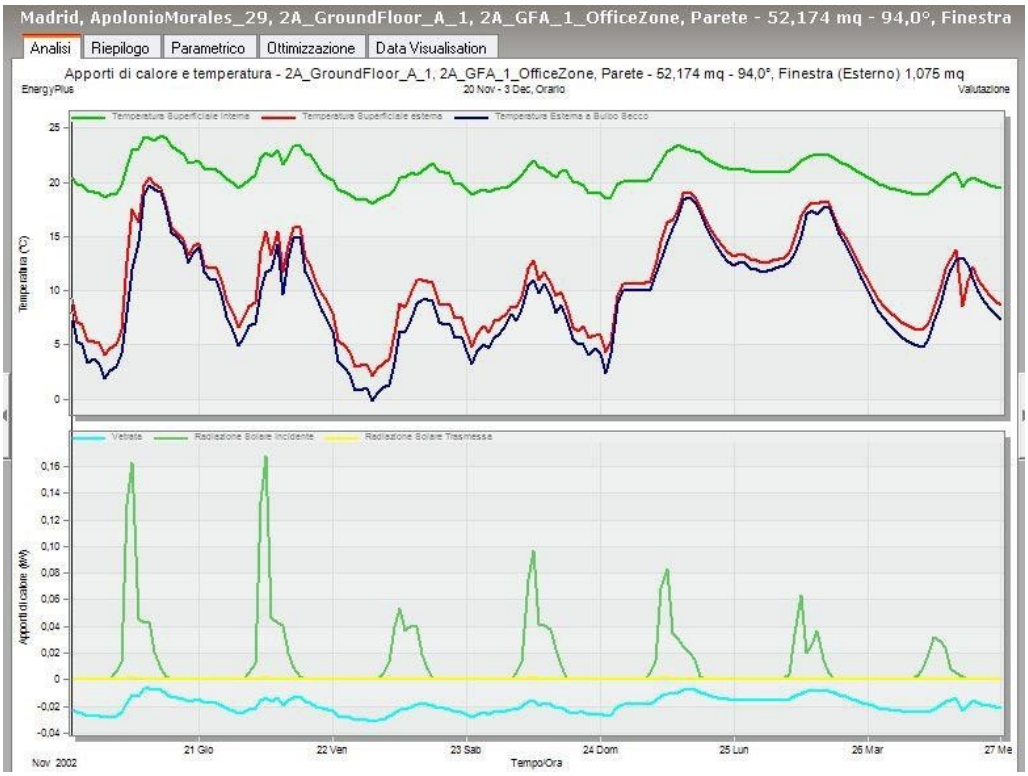

Fig. 20. Situación actual

6.4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Los resultados conseguidos por el análisis comparativo entre los valores hallados con la inserción del *brise vegetal* y aquellos de la estructura preexistente han notado una disminución de las temperaturas superficiales interna. Este aspecto es extremadamente relevante en cuánto entrega ventajas naturales en la sensación de comodidad ambiental y bienestar en el desarrollo de las usuales actividades dentro del edificio, en particular modo en Verano. Usted puede, pues, afirmar que más de una aportación migliorativo estético de recualificación constructiva, puede localizar otra ancla más interesante o sea aquel funcional.

7. CONCLUSIÓN

Los cierres verticales vegetáis son un producto contemporáneo. Seppur algunos característicos archetipiche de este sistema podrían ser halláis en los turf building del antichità, el cierre vegetata es en todo caso una técnica desarrollada que considerarse él sólo en los últimos años, muy desarrollado del punto de vista agrio-técnico.

El sistema es caracterizado por una elevada complejidad y por un elevados costes de esecucion y manutenciòn.

Tales aspectos no tienen que llevar a oscurecer las numerosas ventajas de valorización que tal intervención puede producir sobre la obra pero también sobre el macro-área en el que surge.

El área sería recualificada siguiendo una serie de criterios funcionales:

- Funciones ambientales y ecológicas

Se realizan con una intervención humana limitada. Proveen de modo naturales importantes ventajas a la comunidad. En efecto, en este grupo podemos hacer regresar los asi-llamados "servicios" por el ecosistema que ofrecen ventajas al hombre como la mejoría climática realizada por el aumen-

to del porcentaje de vegetación, el efecto de la sombra. La protección de los ruidos elegiendo una vegetación de idónea altura y densidad.

- Funciones humanas y sociales

Con la creación de mayores zonas de verde de desarrollo vertical la calidad de la vida de las personas aumenta favoreciendo lo espacio en que este, de fajas sociales, culturales y demográficas diferentes, se encuentran y se ponen en contacto recíproco. Numerosos luego son los efectos positivos sobre la salud y sobre el bienestar de los ciudadanos del macro-área.

- Funciones estructurales, culturales y estética

Relativamente a las funciones estructural tal solución puede aportar mejorías relativas al problema de la ventilación natural además de al rinfrescamento veraniego a través de metodologías a desarrollo natural. Además, el elemento creativo y estético de la idea llevaría a un aumento a nivel ciudadano y local, sea a las funciones más intangibles pero importantes, entre cui¬ la articulación, la división y el enlace entre espacio interior y aquel exterior.

7.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas	Desventajas
Recualificación y valorización del inmueble	Elevados costes de manutención
Mejoría de la imagen urbana y aumento de la calidad de vida	Elevados costes de esecusion
Optimización de las superficies	Posible presencia de insectos
Elemento creativo lleno de vida	Variación de illuminamento interior
Ventilación natural y enfriamiento	Condensaciones

Figura 21. Tabla sobre ventas y desventajas (elaboración propia)

8. BIBLIOGRAFÍA:

1] L. de Pereda Fernandéz, "Integración de sistemas termoactivos para eficiencia. Principios y casos, in: Guia sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en la climatización de edificios", Capítulo 5, pp. 107–145, Madrid 2014.

[2] C.A. Balaras, "The role of thermal mass on the cooling load of buildings. An overview of computational methods", Energy and Buildings 24, pp. 1-10, 1996.

[3] M. Schmelas, T. Feldmann, E. Bollin, "Savings through the use of adaptive predictive control of thermo-active building systems (TABS): A case study", Applied Energy 199, pp. 294–309, 2017.

[4] E. Velasco Gómez, M. Andrés Chicote, F.J. Rey Martínez, A. Tejero González, "Thermal behaviour of an active slab: experimental study for TABs applications", 9th International Conference on Applied Energy, ICAE2017, 21-24 August 2017, Cardiff, UK, Energy Procedia 142 pp. 3326-3331, 2017.

[5] A. Mirakhorli, B. Dong, "Occupancy behavior based model predictive control for building indoor climate. A critical review", Energy and Buildings., vol. 129, pp. 499 –513, 2016.

[6] I.C. Figueroa, J. Cigler, L. Helsen, "Model predictive control formulation: a review with focus on hybrid GEOTABS buildings", in: REHVA Annual Meeting Conference Low Carbon Technologies in HVAC, Belgium, April 23, 2018.

[7] J. Roman'i, A. de Gracia, L.F. Cabeza, "Simulation and control of thermally activated building systems (TABS)", Energy and Buildings, vol. 127, pp. 22–42, 2016.

[8] Tague, R. Nancy, "Plan–Do–Study–Act cycle". The quality toolbox (2nd ed.). Milwaukee: ASQ Quality Press. pp. 390–392, 2005. ISBN 978-0873896399. OCLC 57251077.

[9] R.A. Meierhans, "Room air conditioning by means of overnight cooling of the concrete ceiling", ASHRAE Trans V 1996, vol. 102(1), pp. 693–7 (AT-96-08-2), 1996.

[10] B.W. Olesen, "Radiant floor heating in theory and practice", ASHRAE J;44 (7):19, 2002.

[11] J. Lim, Y.Y. Kim, M.S. Yeo, K.I. Kwang-Woo, "A comparative study on the control of the radiant floor cooling system", in: 7th REHVAWorld Congress and Clima; 2000.

[12] M. Gwerder, J. Todtli, B. Lehmann, F. Renggli, V. Dorer, "Control of Thermally Activated Building Systems", Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors, 2007.

[13] G.P. Henze, C. Felsmann, D.E. Kalz, S. Herkel, "Primary energy and comfort performance of ventilation assisted thermo-active building systems in continental climates". Energy and Buildings vol. 40(2), pp. 99–111, 2008.

[14] B.W. Olesen, F.C. Dossi, "Operation and control of activated slab heating and cooling systems". In: CIB world building congress; 2004.

[15] Boeing; et al. (2014), "LEED-ND and Livability Revisited", Berkeley Planning Journal, 27, pp. 31–55, Archived from the original on 2015-04-02, Retrieved 2015-04-15.

[16] U.S. Green Building Council, "Green Building Operations and Maintenance", LEED Reference Guide for Green Building Operations and Maintenance, For the Operations and Maintenance of Commercial and Institutional Buildings, 2009 Edition (Updated April 2010).

[17] J.H. Lim, J.H. Song, S.Y. Song, "Development of operational guidelines for thermally activated building system according to heating and cooling load characteristics", Applied Energy, vol. 126, pp.123–35, 2014.

[18] J. Tödtli, M. Gwerder, B. Lehman, F. Renggli, V. Dorer, "TABS-control: Steuerung und regelung von thermoaktiven bauteilsystemem. Faktor Verlag Zurich, Switzerland 2009. ISBN: 978-3-905711-05-9.

[19] V. Gavan, A. Perehinec, S. Agapoff, S. Derouineau, "Rule based Fault & Diagnosis for high performance buildings: application to a positive Energy and Buildingsing in France", 12th REHVA World Congress – CLIMA 2016, Aalborg, Denmark, May 2016.

[20] S. García Garrido, (1991, May 10). "Mantenimiento conductivo" [Online]. Available: http://mantenimiento.renovetec.com/

[21] L. de Pereda Fernández, "Type of action to improve energy efficiency in the full renovation of a small palace protected Administration office in Madrid. Geothermal and thermoactive structures", Anales de Edificación Vol. 1, Nº 2, 1-9, 2015. ISSN: 2444-1309. Doi: 10.20868/ade.2015.3099.

[22] ASHRAE Standard 55-2004, "Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy", January 24, 2004.

[23] IDAE, "Guía de mantenimiento Instalaciones Térmicas", Gobierno de España, Ministerio de industria, turismo y comercio, Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización, p. 130 Madrid February 2007.

[24] I.C. Figueroa, J. Cigler, L. Helsen, "Model Predictive control formulation: a review with focus on hybrid geotabs buildings", Proceedings of the REHVA Annual Meeting Conference Low Carbon Technologies in HVAC, Brussels, 23 April 2018.

[25] J. Pfafferott, K. Doreen, R. Koenigsdorff, "Bauteilaktivierung: Einsatz – Praxiserfahrungen – Anforderungen", Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2015.

[26] B. Lehmann, V. Dorer, M. Gwerder, F. Renggli, J. Tödtli, "Thermally activated building systems (TABS): Energy efficiency as a function of control strategy, hydronic circuit topology and (cold) generation system", Applied Energy 88, pp. 180-191, 2011.

[27] Brickell C., 1990. La grande enciclopedia delle Piante e dei Fiori. Arnoldo Mondadori Editore.

Milano

[28] Lamertini A., 2007. Giardini in vertical, Verbavolant Editore. Londra

[29] Bird R., Carter G., 2006. Progetti per piccoli giardini. De Vecchi editore. Milano

[30] Banfi E., Consolino F., 1998. Alberi. DeAgostini Editore. Novara

[31] Semenzato P., 2003. Un piano per il verde. Signum Padova Editrice. Padova

[32] Sogni S., 2007. Le piante per il verde urbano sostenibile : considerazioni sulle fito-allergie e la compatibilità ambientale

[33] delle componenti vegetali. Italus Hortus 14: 38 – 48

[34] Sotti M.L., Della beffa M.T., 1996. Le piante Aromatiche. Editoriale Giorgio Mondadori. Milano

[35] Richardson T., 2000. The Garden Book. Phaidon editore. Londra

[36] Pirovano L., 2007. Il giardino del Musèe des Arts premiers. Architettura del Paesaggio 16: 49-51

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.