

LEMA: PAISAJE CAMPUS

CONCURSO DE IDEAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO PARA CIENCIAS BIOMÉDICAS EN EL CAMPUS DE GETAFE DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

1. URBANISMO

1.1. UNA NUEVA CENTRALIDAD EN EL CAMPUS: "UN COLLAR DE PERLAS"

La parcela disponible para el edificio de Ciencias Biomédicas, y la futura ampliación debe tener además un rol urbano en la estructura del Campus.

El Campus está organizado entorno a la calle Madrid, una espina agradable para el peatón, arbolada y con vías ciclistas. Una espina con vida, llena de estudiantes que vienen del Cercanías, van al Metro, o simplemente cruzan para ir a la cafetería, a la biblioteca o al Rectorado. Este es alto valor urbano que tiene la calle Madrid, un eje que articula los diferentes nodos de espacio público donde se desarrolla la otra vida universitaria. Estos espacios públicos, funcionan como un "collar de perlas", en red, y siempre llevan asociados servicios comunes como las cafeterías compartidas, o las instalaciones deportivas.

La parcela objeto de concurso aparece como una oportunidad para completar ese "collar de perlas", y crear una nueva centralidad entre los cuatro edificios: edificio Ortega y Gasset, biblioteca de Humanidades, el nuevo edificio de CC Biomédicas y la futura ampliación. Este nuevo corazón, se integra en el paisajismo existente del camino central ya ejecutado en la última intervención. Este nuevo espacio público de referencia, esta Plaza, conecta además con el vial Oeste (Paseo de la Estación y Avenida Federica de Montseny), reforzando todo lo posible la permeabilidad este-oeste presente en todo el Campus.

Siguiendo la lógica existente en el Campus, en la que se asocian programas compartidos a cada centralidad, se sugiere la posibilidad de ubicar un pequeño edificio de servicios en la parcela, asociado a la nueva Plaza creada. El programa podría estar compuesto por talleres, espacios de i+d en conexión con la industria getafense para provocar un efecto spin-off, desde la universidad al mundo laboral a través de una plataforma física, como podría ser este pequeño edificio que se enuncia como una mera posibilidad.

2. DISEÑO URBANO

2.1.: LA ESTRUCTURA URBANA DE LA PARCELA: "JUDO URBANO"

Las diferentes huellas del tiempo, los diferentes edificios y planeamientos, ofrecen una foto de partida compleja. Por un lado, los dos edificios existentes, conforman el frente a la calle Madrid, ofreciendo una admirable permeabilidad este-oeste que conecta cada rincón de la parcela con la calle Madrid de una forma fluida, ya sea atravesando edificios, pasos o pasajes. En el centro de la parcela la urbanización existente será respetada como articulación norte-sur. En el linde oeste, la geometría de una infraestructura y un talud marcan las condiciones de borde. Y finalmente, la capa de planeamiento que debe absorber la nueva ordenación, una huella con una geometría enrevesada. Ante esta situación de partida, una secuencia de decisiones, tomadas en un ejercicio de "judo urbano" ayudan a aclarar la nueva estructura urbana de la parcela.

Esta serie de movimientos de "judo urbano" se resumen en las siguientes decisiones:

2.1.1_ Clarificar el espacio de las calles adyacentes y definir la nueva centralidad (Plaza):

La propuesta quiere clarificar el espacio de la calle en los contactos oeste (Paseo de la Estación y Avenida Federica de Montseny), y sur (calle Carabanchel). Los edificios definen las alineaciones a lo largo de estas calles para dar una forma legible a la parcela en su totalidad. El edificio de CC Biomédicas se sitúa estratégicamente en la esquina sur-oeste, para poder definir la nueva centralidad propuesta, la nueva Plaza que se integrará en la red de espacios públicos de referencia del Campus a lo largo de la calle Madrid. El proyecto consolida la alineación urbana para crear el máximo espacio central libre, huyendo de situaciones híbridas.

2.1.2_ Ajustar la escala a las condiciones de borde y a la Plaza:

Siguiendo con la estrategia anterior, la propuesta consolida la edificación en los contactos con las calles, edificando planta baja más tres alturas, mientras que los volúmenes se escalonan hacia el nuevo espacio central de parcela, la Plaza, para reforzar la escala del espacio y crear un paisaje interior abierto, que contrasta con el carácter más hermético con el que los volúmenes contactan con la ciudad.

2.1.3_ Asegurar el máximo grado posible de porosidad urbana en sentido este-oeste:

Una de las principales virtudes del campus es la permeabilidad peatonal en sentido este-oeste. La propuesta trata de continuar con esta realidad, integrando en el diseño urbano y el paisajismo todas las medidas para potenciar esta permeabilidad.

2.1.4_ Integrar la futura ampliación en el conjunto / propuesta de accesos:

La futura ampliación se situará en la parcela norte, ajustada a la huella de planeamiento y asegurando la edificabilidad demandada, así como siguiendo las estrategias enunciadas para todo el conjunto.

A modo de sugerencia no vinculante, se esbozan algunas posibles volumetrías para esta ampliación. Son meras sugerencias. El único parámetro definido de la ampliación son las alineaciones exteriores y el área de movimiento. La edificabilidad, es la ya definida.

Viendo en la propia parcela la buena decisión de conectar el edificio de la biblioteca con el edificio Ortega y Gasset a través de un puente, se considera como una opción interesante dejar abierta la posible conexión con un pasaje similar entre el edificio de CC Biomédicas y la futura ampliación. Se ofrece en esta propuesta como una sugerencia.

Se definen los siguientes accesos: el acceso principal se realizará a través de un porche desde la Plaza, mientras que un acceso secundario y un acceso directo de profesores se produce desde la calle Carabanchel. A la cota de planta primera, se plantea la posibilidad de tener un acceso al jardín de cubierta desde la Avenida de la Estación, dotando de sentido a los accesos previstos en planeamiento y reforzando la conexión este-oeste ya comentada. El acceso rodado al aparcamiento y a las instalaciones se produce por la calle Carabanchel.

3. PAISAJISMO

3.1.: UN ECOSISTEMA A TRAVÉS DEL TIEMPO: "UN PAISAJE DE PAISAJES"

Ya en el diseño urbano y la definición de la estructura, la arquitectura y la tipología propuesta tienen un peso muy importante. En el caso del paisajismo, de nuevo es inseparable la arquitectura del paisaje.

El paso del tiempo y las distintas fases de desarrollo del campus, un "edificio paisaje" y el ciclo del agua son las tres apuestas del proyecto para crear "un paisaje de paisajes".

Uno de los factores determinantes de diseño del paisaje es evitar el efecto isla de calor.

3.1.1_ Integrar las huellas del tiempo y los paisajes de las diferentes fases de desarrollo el campus:

En la parcela existen dos tipos de paisajes, aunque a simple vista no sean perceptibles, uno es el que pertenece a los espacios exteriores del edificio Ortega y Gasset, caracterizado por arbolado maduro y consolidado de porte medio-alto, mientras que los espacios asociados a la reciente urbanización de la biblioteca se caracterizan por un arbolado joven de porte medio. Estos diferentes paisajes son una huella de las diferentes actuaciones, y hablan del planeamiento y del tiempo, de un proceso. Siguiendo estas huellas del paso del tiempo, la nueva urbanización se caracterizará por arbolado de porte bajo, y especies arbustivas asociados a la pieza de agua central propuesta. Se pretende enfatizar y compartir con los usuarios la secuencia de paisajes que las diferentes fases han producido. Se trata de "un paisaje de paisajes", de un ejercicio de arqueología contemporánea del paisaje.

El nuevo edificio de CC Biomédicas tiene un paisaje de cubiertas conectadas, con pavimentos drenantes y plantaciones de tapizantes de baja irrigación tipo sedum, que se integran en el paisajismo de la parcela. Estas terrazas conectadas tienen el objetivo de servir como los primeros espacios compartidos de relación entre los usuarios del edificio y también del campus, siguiendo tendencias de trabajo en equipo y líneas educacionales como la propuesta en *Blended Learning* donde los espacios de relación informales son tan importantes como los espacios regulados. Y estos espacios informales, si, pueden ser exteriores, como se puede comprobar en una visita a este o cualquier campus universitario.

3.1.2_ Caracterizar la plaza con un jardín inundado asociado a un sistema de drenaje sostenible:

La propuesta pretende caracterizar la nueva centralidad, la Plaza, con un jardín inundado que ayude a dotar de una identidad a la plaza respecto a los otros nodos del "collar de perlas". El uso del agua se hace eco también de algunos documentos de planeamiento existentes donde el agua es integrada en el paisaje de la parcela.

El jardín inundado gestiona de manera natural el agua de lluvia de todo el espacio público, incluyendo el talud ajardinado del contacto oeste y las cubiertas de los edificios. Este jardín consiste en una zona húmeda con distintas intensidades y estados donde la vegetación acuática se convierte en un filtro natural del agua gestionada por todo el sistema. Este elemento favorece la regulación climática del ámbito y genera un nuevo ecosistema para los anfibios además de disponer de otros elementos más ornamentales o de uso recreativo. La plantación integrará vegetación hidrófila con carácter herbáceo y arbustivo favoreciendo la nidificación de avifauna, réptiles, y anfibios autóctonos.

La propuesta plantea también, la introducción de diversos sistemas de drenaje sostenible (SUDS) como medida de retención de agua en origen de manera que permita la reducción del caudal de agua que llega al estanque y en consecuencia disminuya su volumen necesario de retención. A parte de estas ventajas hidráulicas, la introducción de estos sistemas generan notables mejoras ambientales ya que reducen la cantidad de agua contaminada que llega a las depuradoras, minimizando las zonas impermeables, reduciendo el efecto isla de calor, y mejorando su cualidad paisajística. Se genera un nuevo ciclo del agua, desde la mayor cantidad de superficies de pavimentos drenantes, su filtración posterior en el jardín inundado, su almacenamiento y su reutilización posterior para el riego y las actividades de ocio, obteniendo así una gestión mucho más eficiente.

4. ARQUITECTURA

4.1.: UNA TIPOLOGÍA COMPACTA COMO SOLUCIÓN URBANA: “UNA GEOMETRÍA CONTEXTUALIZADA”

La arquitectura del edificio está informada por el urbanismo, el diseño urbano, el paisajismo, y el bioclimatismo que engloba las soluciones constructivas, la estructura y las instalaciones. Todas estas variables nos llevan por un proceso de decisiones a una arquitectura compacta, clara en sus bordes, escalonada, legible, y con una geometría determinada como respuesta urbana una serie de condicionantes. El proceso de generación cruza todas estas variables con el programa y la línea pedagógica deseable enunciada en el documento *Blended Learning*.

4.1.1_ Ajustar una tipología de edificio educacional con laboratorios a un contexto:

El edificio responde a una tipología compacta, organizada alrededor de un atrio de conexiones y espacios comunes, y un anillo de espacios de servicio (instalaciones, aseos, instalaciones de laboratorios, ascensores, escaleras de evacuación). El atrio está iluminado y articulado por tres lucernarios, que tienen además una función bioclimática como reguladores del clima.

La tipología se materializa con una planta baja y tres plantas que se aterrazan y van perdiendo densidad según criterios de programa y urbanos. Este aterrazamiento está resuelto de manera homogénea por un jardín de cubierta que conecta todos los niveles, y que le da compacidad y unidad al edificio. Este jardín de cubierta es junto con el atrio, el espacio de relación de los usuarios.

La planta baja queda retranqueada en su contacto con el espacio central de parcela, creando un porche de acceso y un espacio cubierto de transición entre las aulas y el espacio verde del campus.

En altura, el edificio está organizado en los siguientes niveles:

- Planta sótano: contiene el aparcamiento, incluyendo las plazas de PMR, un 5% de plazas para vehículos eléctricos (se dejará la preinstalación para tener en un futuro 100%), una “electrolinera” de carga rápida, un 5% de plazas para car-sharing, y acceso de mercancías y mantenimiento de instalaciones. El linde oeste del sótano está abierto a un patio, creando un semisótano, y localizando ahí la mayoría de instalaciones, liberando la cubierta en lo posible.
- Planta baja de acceso: contiene el acceso principal, y el secundario, unas zonas comunes asociadas a la entrada, una grada-zona de estar y punto de encuentro en el atrio, y aulas.
- Planta primera: contiene dos aulas, los laboratorios, y el animalario.
- Planta segunda y tercera: contienen despachos.

4.1.2_ Conseguir la máxima flexibilidad posible: “lo inmueble vs lo mueble”:

Las plantas se organizan en anillos alrededor de un atrio articulado por tres lucernarios.

“Lo inmueble”, la infraestructura (siguiendo principios de core&shell), está formada por una serie de forjados apilados tipo Hodedeck, una envolvente eficiente y un anillo interior de servicios con todas las instalaciones y comunicaciones. Estos espacios soportarán los espacios más cambiantes, más flexibles: “lo mueble”.

El anillo exterior contiene aulas y laboratorios, asegurando las condiciones de vistas e iluminación. Este anillo está modulado para que los distintos tamaños de aulas y laboratorios sean intercambiables, pudiendo en un futuro o durante la redacción del proyecto, producirse todos los cambios de programa necesarios asegurando la viabilidad. Estos espacios serán entendidos como “lo mueble”, lo cambiante.

Este mismo esquema es replicado en las plantas de despachos. La máxima flexibilidad está asegurada.

4.1.3_ Blended Learning, o sobre nuevos modelos pedagógicos:

La respuesta del proyecto a un modelo tipo *Blended Learning* es crear una serie de espacios flexibles de relación en cada planta, por un lado en relación con al atrio central , y por otro lado en las esquinas con salida a los jardines de cubierta, donde las actividades colectivas pueden expandirse y continuar en el exterior.

5. BIOCLIMATISMO / ESTRUCTURAS E INSTALACIONES

5.1.: ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA, SOSTENIBILIDAD Y ECOLOGÍA: “MIGRACIÓN DE NZEB A ZIB”

El proyecto desarrolla y amplía los criterios expuestos en el documento de referencia AES.

El sector de la edificación es responsable de aproximadamente el 40% del consumo energético de la Comunidad Europea, que se traduce tanto en impactos medioambientales relevantes (con emisiones de CO₂ asociadas del 36%), como en unos costes operativos relevantes, tanto a nivel macro, como edificio a edificio. Estos valores se pueden segregar por sectores; en España, los aproximadamente 120km² existentes de superficies de edificios docentes y oficinas son responsables del segundo mayor consumo energético en la edificación (solo por detrás del residencial, que tiene una superficie construida más de 20 veces mayor). De datos oficiales de IDAE (Ministerio de Industria, Energía y Turismo), en España el consumo medio de edificios docentes y administrativos es de 230kWh/m² año. Esto es más de 4 veces superior al límite propuesto como edificios de energía cero (nZEB en sus siglas en inglés) de uso terciario en España (con un valor orientado de 50kWh/m² año de consumos de energía final de fuentes no renovables, que normativamente deberá ser de obligado cumplimiento a partir del comienzo del 2019).

La normativa española vigente no define los valores absolutos generales en cuanto al consumo energético máximo de edificios educativos. El valor máximo se obtiene a partir del diseño, ubicación y uso concreto mediante el cálculo de comportamiento de llamado ‘edificio de referencia’. Para el edificio que nos ocupa, para el cumplimiento normativo el valor máximo de consumo energético está en torno a 115kWh/m², año. Un edificio de estas características tendría la clasificación B, la más baja que la actual normativa contempla para edificios nuevos de uso docente. El edificio de clase A se caracterizaría por un consumo en torno a 80kWh/m², año, de energía no renovable, mientras que un nZEB situamos en 50kWh/m² año, aunque este último valor no está definido formalmente por la normativa.

5.1.1_ Estrategia del vector de consumo:

En este contexto, alcanzar un edificio nZEB requiere que el vector energético no sea una capa añadida al diseño del edificio y sus instalaciones, si no que sea una variable condicionante que, junto al programa, la imagen, o el presupuesto, configure la solución final. El proyecto persigue en todo momento la integración a la arquitectura de todas las tecnologías, a la vez que se refuerzan todos los aspectos pasivos de la misma. Para ello se plantea un proceso que contemple, ordenadamente pero sin perder de vista el conjunto y de forma holística.

Esto supone 4 pasos en la fase del diseño arquitectónico del edificio:

- Paso 1. Reducir las demandas energéticas del conjunto en base a soluciones pasivas orientadas y un diseño planteado para el uso y en la zona climática de referencia.
- Paso 2. Implementar unos sistemas energéticos que, dando respuesta óptima al confort de los usuarios, sean altamente eficientes, tanto en diseño como en operación.
- Paso 3. Hacer funcionar el conjunto de espacios de forma más óptima y en sinergia, aprovechando energía residual y trasladándola entre espacios para que se utilice en lugar de perderla.

- Paso 4. Dimensionar unas instalaciones de producción de energías renovables, coherentes con el conjunto y que permitan compensar los consumos energéticos requeridos para el uso del conjunto.

Y 3 pasos posteriores referentes a la ejecución y a la gestión del edificio:

- Paso 5. Diseñar e implementar un sistema de gestión energética inteligente que permita gestionar las instalaciones de forma óptima, y proponer soluciones de mantenimiento preventivo.
- Paso 6. Supervisar la ejecución en obra, para asegurar la correcta implementación de las soluciones, a través de test de calidad orientados y cuantificables.
- Paso 7. Diseñar y ejecutar un plan de medida y verificación que permita establecer, de forma fehaciente con datos provenientes del sistema de gestión, el comportamiento del edificio en su vida útil, y las medidas de optimización.

Dado el impacto de los planteamientos establecidos, se considera que lo anterior debe estar sujeto a una metodología de cálculo y decisión sólidas, y por ello se plantea trabajar con el método de coste óptimo (CE _ EPBD 2010).

De todo lo anterior, el objetivo marcado es alcanzar un conjunto con 30kWh/m² año de consumos de energía final, que sean compensados con producción de energía renovable, asegurando estándares óptimos de confort (térmico, lumínico y visual) de los usuarios.

Finalmente, se plantea un paso añadido que permite migrar del concepto nZEB (near Zero Energy Building) al concepto ZIB (Zero Impact Building) en el que no sólo se alcanza la energía 0 por compensación con las energías renovables sino que además se consigue un edificio con una menor huella de carbono en todas las fases del edificio. Alcanzar esta meta posiciona el edificio como referente en España y en el mundo por su singularidad y por minimizar los costes de mantenimiento del edificio haciendo que la operación a corto/medio plazo sea mucho más rentable llegando a poder reducir el coste de construcción e inversión.

Esquema vector de consumo:



5.1.2. Adaptación a los estándares energéticos actuales

En paralelo a los objetivos generales previstos, entendemos que las acreditaciones medioambientales (certificación energética tipo Passivhaus, LEED, Breeam y/o la Herramienta Verde) pueden ser un vehículo complementario de comprobación y proyección de resultados que permita certificar la metodología desarrollada y los diseños ejecutados. El equipo tiene amplia experiencia en acreditaciones medioambientales (las mencionadas, y otras como DGNB o MINERGIE, etc.), que permiten planteamientos integrales bajo una mirada crítica, y considerando siempre los límites y créditos parciales impuestos por estas certificaciones. El diseño propuesto tiene capacidad de optar por alguna de estas certificaciones.

5.1.3. Calificación Energética A

Se entiende que tanto en base a los objetivos generales planteados, como a los específicos de acreditaciones medioambientales, el proyecto planteado alcanzará la calificación normativa en letra A, sea en el actual formato, sea en la nueva revisión esperada de la normativa que deberá afectar, en especial, a edificios públicos en la limitación de demandas en valor absoluto (y en la definición específica de edificio nZEB).

5.2. MEMORIA DE CALIDADES, ESTRUCTURAS E INSTALACIONES QUE CONTRIBUYEN A LA SOSTENIBILIDAD

Se plantea alcanzar los objetivos generales propuestos, así como los específicos relativos a los vehículos de las acreditaciones mencionadas, en base a una serie de directrices de diseño que se han considerado en la propuesta. De forma sintética, se resumen a continuación los principales pilares del diseño de impacto reducido que se propone.

5.2.1_ Eficiencia energética y medioambiental: medidas pasivas y activas

MEDIDAS PASIVAS

Factor de forma: Los edificios planteados optimizan su factor de forma en relación a la implantación en el solar.

Orientación: La orientación del edificio trata de abrirse y optimizar la orientación Norte.

Inercia: El uso de la inercia como elemento que permite regular de forma óptima las condiciones exteriores de los edificios, y reducir la demanda. En éste sentido se proyecta con soluciones de techos y antepechos activados con agua que contrarrestarán las pérdidas y/o ganancias de los vidrios.

Fachadas: Se definen las todas las orientaciones con sombreadamientos verticales asegurando la protección solar suficiente para que se cuente con luz difusa para la iluminación natural interior además de unas bandejas horizontales a 1/3 del techo que refleja la luz directa hacia dentro para profundizar más aún la luz natural. Esta celosía de montantes cerámicos de sombreadimiento tiene más densidad en las orientaciones sur y oeste, y es más permeable en las fachadas norte.

Cubiertas: Se define un sistema de cubierta verde con sombreadamientos producidos por textiles y/o placas fotovoltaicas. Obtendremos la mejor contribución de cara a la certificación energética.

Materiales y aislamientos: Los gruesos a considerar se valorarán a través de la metodología de coste óptimo, siempre bajo los condicionantes de Passivhaus (obviamente el edificio no cumplirá con el certificado Passivhaus, pero si sigue los 7 criterios básicos de diseño en los que este sello se basa).

Ventilación: La fachada contará con sistemas practicables. En el aparcamiento se prevé ventilación forzada, y natural en el linde oeste donde se sitúan las instalaciones abiertas a un patio.

Estructura: Una parte sustancial de las medidas pasivas es la propia estructura del edificio que actúa a modo de elemento de inercia térmica gestionable. Utilizando el sistema Hóledéck, podemos asumir luces de 12m x 12m sin problemas. La estructura vertical estará en fachada y en las partes centrales, bien con pilares bien con los núcleos de comunicación. En la planta bajo rasante se trabajará con una losa maciza sobre pilares de hormigón. La estructura se deja vista, no por su estética sino porque así se puede trabajar con un techo frío, es decir, activar la estructura con agua, obteniendo un techo radiante. Encima del suelo se pone un aislante bajo el suelo

técnico para dar flexibilidad a los espacios docentes y laboratorios. Se proponen un sistema de aislamiento rígido tipo Armaflexduct. De este modo el frío o calor siempre será descendente y el sonido de impacto y de transmisión será absorbido.

El sistema Holvedeck además ahorra una gran cantidad de hormigón (por lo tanto es más ligero y además se consume menos CO₂ para construirlo). Este sistema reutiliza materiales de construcción y áridos reciclados. Los cimientos son menores y más baratos. Además se incluyen las instalaciones en su interior permitiendo más altura libre con la misma altura de fachada.

De lo anterior, se prevé reducir las demandas de clima por debajo de los límites establecidos por Passivhaus, siendo relevante también el equilibrado de las mismas (para el buen funcionamiento de los sistemas de clima).

MEDIDAS ACTIVAS

Climatización: La propuesta del sistema de climatización combinada con la protección solar y el aislamiento consigue un sistema muy eficiente que, como mínimo será del orden del 20% más eficiente que otro sistema más convencional. Esto permite reducir notablemente las necesidades de generación y por lo tanto no encarecer la solución final. Respecto a un edificio de referencia fijado por la normativa se permitirá mejorar la solución y garantizar un bajo consumo, muy por debajo de los consumos que muy probablemente se están teniendo hoy en día en los Campus de la Comunidad de Madrid. El valor más típico en Madrid para un edificio que cumple con el CTE vigente es de unos 150kwh/m² y año y la propuesta estará por debajo de los 50 kwh/m² y año. Estaremos cerca de dividir por 2,5 el consumo por climatización.

Una vez reducidas las demandas a la mínima expresión, el sistema HVAC (generación, distribución, emisión) se ha proyectado para que sea excepcionalmente eficiente, dé un servicio óptimo, aproveche las sinergias entre consumos y sea operable según las necesidades de espacios.

En el sistema de climatización encontramos tres mecanismos funcionando conjuntamente:

- Atrio atemperado como regulador térmico: el atrio y los espacios centrales comunes funcionan con aire atemperado (no climatizado) reduciendo la carga de kwh/m². Esto es posible gracias al control de los tres lucernarios (BMS) según sea en los ciclos de invierno/verano. Este espacio central además intercambia adiabáticamente energía sobrante por la ocupación de las aulas en los meses de invierno. En verano, es suficiente con un sistema de ventilación y el intercambio aire-aire con el pozo canadiense. El esquema de principio es que el atrio está atemperado y los espacios programados (aulas, laboratorios y despacho) están climatizados, reduciendo considerablemente la demanda.
- Geotermia conectada a un lazo atemperado: el sistema se plantea en base a un circuito o lazo atemperado que recorre todos los espacios climatizados. Este lazo hace circular un fluido atemperado gracias al intercambio con las pantallas geotérmicas. Del lazo atemperado cuelgan, para cada edificio, bombas de calor (BdC) dedicadas, altamente eficientes, y que al trabajar contra un foco atemperado (el lazo) permite aumentar su eficiencia. Este sistema agua-agua deriva en terminales de emisión en base a suelo/techo radiante. Se ha considerado esta solución de emisores por ser altamente eficiente en confort, consumir muy poco por su propio principio físico de funcionamiento, y por sus niveles de ruido mínimos. El sistema de suelo/techo radiante se complementa con la ventilación que aporta aire de renovación y permite regular tanto la humedad ambiental como reforzar el sistema de clima por elementos radiativos. Dichas instalaciones también considerarán estrategias de free-cooling más allá de lo estrictamente normativo. En las áreas donde se detecte un pico de frío por ocupación se

suplementará con un sistema de vigas frías, de manera que no se sobredimensionará el sistema para un lugar y un momento singular.

- Intercambiador adiabático contra un pozo canadiense: el aire de renovación y de extracción estará conducido por conductos ubicados en los espacios específicos en los núcleos de comunicación. El aire de renovación se plantea tomarlo de un gran forjado sanitario registrable en el sótano del aparcamiento, aprovechando la inercia del terreno y de la profundidad para obtener un aire pretratado y atemperado para reducir, de nuevo, la demanda energética. Para abundar en la reducción del consumo energético se combinará el aire de renovación con el aire de extracción mediante un intercambiador adiabático que permita reducir el salto térmico entre ambos al mínimo.

Iluminación: Más allá del sistema HVAC planteado, y considerando los otros consumos energéticos relevantes, la propuesta también proyecta sistemas de iluminación muy eficientes, en base a tecnología LED y soluciones punto a punto. Esto es, dando por sentado el uso normativo de reguladores de potencia en distancia de fachada y sensores de presencia en espacios comunes, se trabajará con una iluminación LED de base para conseguir 200lux en iluminación general y con soluciones punto a punto que permitan alcanzar los 500lux normativos en superficie de trabajo.

La iluminación se realizará en base a sistemas LED de muy alta eficiencia, con potencias promedias de 4W/m², que reducen el calor emitido y garantizan una correcta iluminación. La estrategia seguida para la correcta iluminación se rige por varios parámetros controlados por el BMS del edificio. Básicamente se recoge y analiza la iluminación natural y se encarga de modular la intensidad de la luz proyectada, los sensores de presencia (en las zonas adecuadas) reducen el uso de la misma y finalmente, la segregación de las intensidades según los puestos de trabajo, de modo que la iluminación general alcanzará un porcentaje reducido de la total requerida por la normativa y con la suma de una iluminación individual por puesto de trabajo se alcanzará la total.

BMS: Todo este sistema estará gestionado por un BMS (Building Managment System) que tendrá una operativa bien diseñada y calibrada para poder absorber las particularidades de los usuarios. A la hora de conseguir un edificio nZEB, el resultado no solo depende de un diseño y ejecución óptimos, sino de una gestión posterior muy ajustada a sus necesidades y sus sistemas. Dicha gestión no solo depende de sistemas específicos de control de máquinas (los habituales sacadas de fabricantes), si no de sistemas más integrales que, en base a indicadores clave permitan operar al edificio de forma energética y económicamente óptima, a la vez que dar respuesta a las necesidades de su uso (tanto de confort como operativas).

Energías renovables: En última instancia, y una vez alcanzados los objetivos de energía primaria, se prevé una compensación de la misma en base a instalaciones renovables. En éste sentido, cabe destacar que el lazo atemperado geotérmico se computa como energía renovable, a la que añadir instalaciones fotovoltaicas cuya producción se prevé consumir in-situ. El diseño propuesto no prevé la venta de la energía fotovoltaica producida, si no su uso para la alimentación de las Bombas de Calor. De esta forma, se compensará in-situ los consumos, a la vez que se evita dimensionar instalaciones de almacenaje (caras en inversión y mantenimiento), ni vender a red (con el subsiguiente peaje normativo).

La superficie de placas fotovoltaicas podría incrementarse en la plaza para que compensen la mayor cantidad de energía posible, es decir, que permitan utilizar su energía para compensar la iluminación trabajando a 12V y si es posible, parte del clima. La idea es reducir al máximo el balance energético anual.

La cubierta de los edificios tendrán la superficie de PV capaces de compensar el 20% de consumo energético.

Ahorro de agua: Se propondrá un sistema de almacenaje de las aguas grises (por cada planta) para ser utilizadas en las cisternas de los WC. Aparatos con bajo consumo de agua. Inodoros con 6 litros de consumo por descarga doble y 4.1 litros por descarga simple, y/o inodoros de descarga presurizada de 3.8 l/descarga. Duchas y baños con limitadores del caudal de agua, compuertas de shunt en baños con apertura manual. Grifo flotador para reducción del consumo de agua en las cisternas. _Aceleradores de agua. Filtro para grifos por efecto Venturi por el que el flujo del agua es comprimido y, por ello, acelerado aumentando la sensación de que el caudal es mayor, a la vez que ahorrando un 50% del agua.

Todas las aguas grises y pluviales se almacenan en unos tanques para el riego de las plantaciones propuestas, y están conectadas con el estanque del jardín inundable de la Plaza.

Control de obra, puesta en marcha y operación: además de que las estrategias mencionadas y proyectadas puedan ser afinadas en fase de proyecto, se considera imprescindible, tanto para conseguir el objetivo final como para dar respuesta a los vehículos de certificación, un control de obra exhaustivo que incluya pruebas de calidad como test de infiltración o análisis termográficos del edificio y de sus instalaciones.

Igualmente el proceso planteado valora la necesidad de una puesta en marcha detallada, incluyendo análisis de la operación del edificio en base a la implementación del mencionado protocolo IPMVP.

6. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO POR CAPÍTULO

Ud	Capítulos	Importe	%
01	TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	86.218,28	1,25%
02	RED DE SANEAMIENTO	58.628,43	0,85%
03	CIMENTACION	282.795,94	4,10%
04	ESTRUCTURA	1.117.388,84	16,20%
05	FACHADAS	713.887,32	10,35%
06	CUBIERTAS	124.154,32	1,80%
07	PARTICIONES Y DIVISIONES	189.680,21	2,75%
08	AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACION	65.525,89	0,95%
09	PAVIMENTOS, ALICATADOS Y REVESTIMIENTOS	475.924,88	6,90%
10	CARPINTERIA INTERIOR	224.167,52	3,25%
11	CARPINTERIA EXTERIOR	189.680,21	2,75%
12	CERRAJERIA	234.513,71	3,40%
13	FALSOS TECHOS	220.718,78	3,20%
14	PINTURAS Y DECORACION	93.115,74	1,35%
15	INSTALACION FONTANERIA Y SANITARIOS	196.577,67	2,85%
16	INSTALACION GEGOTERMIA	134.500,51	1,95%
17	INSTALACION CLIMATIZACION Y VENTILACIÓN	769.067,01	11,15%
18	INSTALACION ELECTRICIDAD Y LUMINARIAS	420.745,18	6,10%
19	INSTALACION TELECOM. Y AUDIOVISUALES	58.628,43	0,85%
20	INSTALACION PROTECCION CONTRA INCENDIOS	148.295,43	2,15%
21	INSTALACION BMS	120.705,59	1,75%
22	INSTALACION ELEVADORES	196.577,67	2,85%
23	URBANIZACIÓN	593.181,73	8,60%
24	GESTION DE RESIDUOS	17.243,66	0,25%
25	CONTROL DE CALIDAD	82.393,53	0,85%
26	SEGURIDAD Y SALUD	382.006,54	1,55%
	TOTAL IMPORTE PEM	6.897.462,00	100,00%