

## MODELO DE REHABILITACIÓN AMBIENTAL PARA EDIFICIOS TERCIARIOS: EL CASO DEL PALACIO DE CONGRESOS EUROPA DE VITORIA-GASTEIZ

<sup>1</sup>Wadel, G.; <sup>2</sup>Álvarez-Ude, L.; <sup>1</sup>Volpi, L.; <sup>1</sup>Serra Rocha, P.  
<sup>1</sup>Societat Orgànica, <sup>2</sup>Green Building Council España  
Dirección postal: Europa 15, 2do 4ta, 08028 Barcelona  
e-mail: gwadel@societatorganica.com

### RESUMEN

Este artículo presenta el desarrollo y resultados de la primera fase del asesoramiento ambiental que forma parte del proceso de rehabilitación y ampliación del Palacio de Congresos Europa (PEV-G) del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, en el marco de las actuaciones que esta ciudad ha decidido emprender como European Green Capital, a partir de haber obtenido este reconocimiento en 2012.

Es un desarrollo de Green Building Council España (GBCe) en colaboración con Societat Orgànica (SO) que propone una metodología y unas acciones para abordar un proceso continuo de mejora ambiental para que el edificio, sus actividades y los actores directamente relacionados puedan alcanzar los máximos niveles posibles de sostenibilidad ambiental, atendiendo también a las dimensiones económica y social.

A través de diferentes modelos se ha estudiado el edificio existente, así como las hipótesis de ampliación y rehabilitación determinadas por el ayuntamiento en su anteproyecto, empleando la metodología del análisis de ciclo de vida simplificado centrada en los vectores ambientales de energía, agua, materiales y residuos. Se han determinado diferentes opciones de mejora basadas en aspectos pasivos, activos y de gestión del edificio que han permitido establecer los objetivos ambientales a los cuales debe responder el proyecto, rehabilitación, ampliación y uso del PEV-G. Por último, se han redactado los requerimientos que forman parte de los pliegos de licitación del proceso que va del proyecto al edificio acabado, así como el protocolo ambiental a aplicar en las fases aun no ejecutadas.

Los trabajos realizados incluyen el desarrollo inicial de una nueva herramienta de certificación de la calidad ambiental de los edificios Verde RH EQ Rehabilitación de Equipamientos, que se suma a las existentes.

De la visión, objetivos, metodología y acciones de reducción de impactos ambientales aplicables al PEV-G se ha obtenido un protocolo de actuación válido para ser aplicado en otros equipamientos de Vitoria-Gasteiz, el País Vasco y el resto de España, a ser rehabilitados en el futuro próximo.



Fig. 1 Vista general del Palacio de Congresos Europa, de Vitoria-Gasteiz

Keywords: renovation, refurbishment, methodology, LCA, energy efficiency.

## 1.- Planteamiento del proyecto.

El PEV-G (figuras 1 y 2) será rehabilitado y ampliado hasta alcanzar una capacidad operativa 2,5 veces superior a la actual. Para ello el ala sur (derecha de la planta) de conferencias y reuniones se rehabilitará sin cambio de uso, el ala norte (izquierda de la planta) se rehabilitará cambiando de uso deportivo a expositivo y se agregará un auditorio mayor en el ala centro, actualmente conformada por un espacio exterior.

En la determinación de la visión ambiental, los objetivos de reducción de impacto, la metodología de evaluación y seguimiento, los requerimientos de proyecto, construcción y uso, las necesidades de formación de técnicos y gestores, los protocolos de actuación y el desarrollo de la certificación el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (01) ha contado con un equipo técnico integrado por GBCe y SO (02).

La complejidad que supone el desarrollo de un proceso de reducción de impactos ambientales continuado a lo largo de la rehabilitación y ampliación del edificio hace necesario tener en cuenta cómo interactuar con múltiples factores: los hitos o fechas previstas por el Ayuntamiento, las fases de desarrollo que se determinan entre esos hitos, el trabajo ambiental a desarrollar en cada una de esas fases y los actores que intervienen antes, durante y después del proceso.

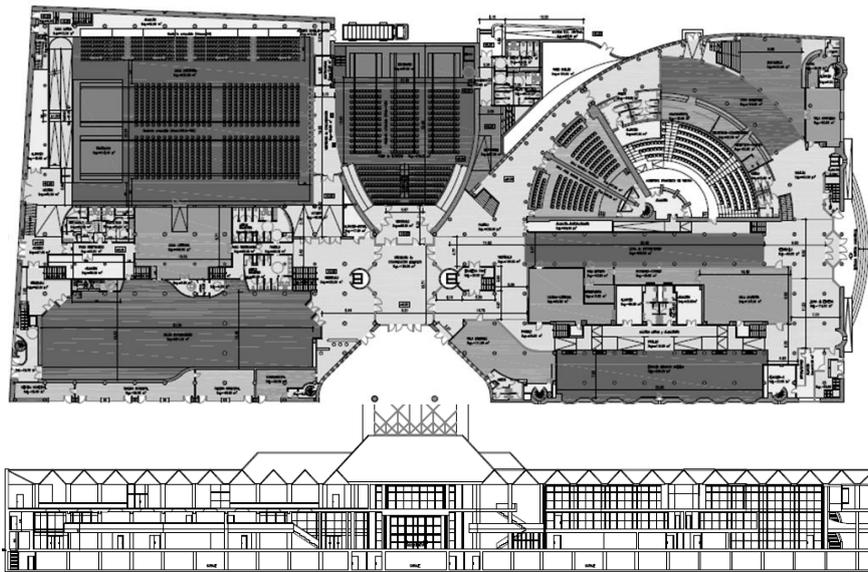


Fig. 2 Planta baja y alzado principal del Palacio de Congresos Europa, de Vitoria-Gasteiz

-Hitos y fases de la planificación: la decisión de promover la ampliación y rehabilitación corresponde a septiembre de 2011, el proyecto básico se sitúa entre enero y mayo de 2013 mientras que el proyecto ejecutivo lo hace entre agosto y diciembre de 2013. Las obras están previstas entre enero de 2014 y marzo de 2015, situándose el período de prueba desde ese momento hasta marzo de 2016.

-Trabajo ambiental por fases: entre la decisión de promover y el proyecto básico, fase ya ejecutada, se determinaron los objetivos ambientales a alcanzar y la metodología de trabajo, se evaluó el edificio y sus opciones de mejora, se redactaron los pliegos de proyecto y obra así como el protocolo de guía para todo el proceso y se desarrolló una primera versión de la herramienta Verde RH EQ (03).

En el proyecto ejecutivo se verificará que se alcanzan los niveles de calidad ambiental exigidos en los pliegos, se redactarán documentos específicos para mantenerla en obra y uso (04) y se completará el desarrollo de la herramienta de certificación. Durante las obras se cumplirán los requerimientos ambientales de los sistemas constructivos e instalaciones, así como de los procesos de construcción, se comenzará la formación a los técnicos y gestores del edificio, se redactará su manual ambiental de uso y se realizará la certificación ambiental de proyecto. Durante el período de pruebas se verificará que el edificio cumple con sus objetivos ambientales, realizándose los ajustes necesarios para ello, se completará la formación de técnicos y gestores y se realizará la certificación ambiental final.

-Actores intervinientes: El promotor y sus técnicos, que antecede, acompaña y sucede a la rehabilitación, fija sus objetivos y alcances y decide sobre todos sus aspectos y actores. Los técnicos de la asesoría ambiental, que determinan los procesos, acciones y mecanismos de verificación de la calidad ambiental. El proyectista y sus colaboradores, que definen cómo será y cómo funcionará el futuro edificio una vez rehabilitado y ampliado. El constructor, que ejecuta los sistemas constructivos y de instalaciones que determinarán si el edificio construido tiene cambios o no respecto del proyecto. El gestor del edificio, que es quien más incidirá en su uso y por tanto en sus impactos finales. Los técnicos de mantenimiento y logística, brazo ejecutivo del gestor. Los usuarios, cuyo comportamiento incide en los consumos de recursos y generación residuos de uso.

La coordinación de todos los factores anteriormente mencionados así como la toma de decisiones finales en las acciones de estudio, mejora y determinación de requerimientos ambientales a cumplir en el PEV-G ha estado a cargo de una comisión de seguimiento del proyecto, integrada por técnicos de urbanismo, medioambiente, mantenimiento y gestión del edificio del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, así como por técnicos de GBCe. Esto ha permitido determinar un plan de trabajo que integra los hitos, las fases, el trabajo ambiental y los actores (figura 3).



Fig.3 Plan de trabajo ambiental en la rehabilitación y ampliación del PEV-G

A lo largo del proceso tienen lugar acciones de comunicación destinadas a dar a conocer la transformación del PEV-G a la comunidad de Vitoria-Gasteiz, en web y blog (05), redes sociales, presentaciones, notas de prensa y artículos.

## 2.- Visión y objetivos ambientales.

La rehabilitación y ampliación del PEV-G debía definir una estrategia para obtener habitabilidad y confort a un coste de recursos ambientalmente razonable, aprovechando al máximo las oportunidades que ofrecen el lugar, la configuración del edificio, sus materiales y los diferentes recursos técnicos e instalaciones de que dispone. Tal estrategia tiene que buscar la máxima eficiencia ambiental para cada servicio obtenido, reduciendo los recursos que precisa el edificio para construirse y funcionar, así como substituyéndolos por renovables, reciclándolos o reutilizándolos. El trabajo desarrollado determinó en forma técnica las estrategias y acciones de rehabilitación, ampliación y uso que debe seguir el edificio PEV-G para reducir al máximo sus impactos ambientales actuales y alcanzar los mejores niveles posibles en calidad ambiental de ciclo de vida y eficiencia energética de uso.

Para ello se pretende influir tanto en el rediseño del propio edificio y su funcionamiento, como en la gestión integral de la actividad de congresos que se desarrolla en su ámbito. En tal sentido, se prevé que la futura oferta de congresos y exposiciones del PEV-G se diferencie de otras alternativas regionales por la baja huella ecológica y/o de carbono (06) que con las que será capaz de realizar tales actividades, acorde a su rol de European Green Capital (07).

Como indicadores ambientales principales a utilizar a lo largo de todo el proceso se han empleado y se emplearán el consumo de energía, agua y materiales así como la generación de residuos sólidos y emisiones de CO<sub>2</sub>, en un ciclo de vida de 50 años y focalizando todo esto en las fases de rehabilitación ampliación y uso, por ser las que más impacto ambiental suponen a lo largo del ciclo de vida (08).

Se han definido objetivos ambientales a cumplir a lo largo del proceso de rehabilitación, ampliación y uso del edificio, que deben poder ser registrados en con una alta puntuación en distintos sistemas reconocidos de evaluación y certificación de la eficiencia energética y la calidad ambiental (figura 4) obligatorios y voluntarios.

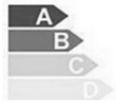
Certificación energética obligatoria: nivel A.		Mediante las herramientas oficiales CALENER, CEX o CE3X.
Calidad ambiental de ciclo de vida: 70% de la puntuación.		Mediante el sistema de certificación VERDE-RH-EQ de GBCe.
Calidad ambiental de ciclo de vida: 70% de la puntuación.		Mediante el sistema de guías IHOBE del Gobierno Vasco.
De eficiencia energética en fase de uso: prestaciones		Mediante el estándar Passivhaus, en edificios terciarios.

Fig. 4 Sistemas de certificación energética y ambiental , calificación a alcanzar

Los contenidos y secuencia del trabajo ambiental, con tareas ejecutadas en las fases de decisión de promover y proyecto básico así como por ejecutar en las fases de proyecto ejecutivo a puesta en marcha, pueden sintetizarse se la siguiente forma:

-Definir una metodología ambiental para el proceso de rehabilitación y ampliación del PEV-G que, en los aspectos que puedan ser generalizables, sirva como base para otros procesos similares en otros edificios públicos y privados.

-Ambientalizar los pliegos del proceso general, concurso y licitación que para el caso disponga el Ayuntamiento, así como definir la redacción de un manual ambiental de uso y mantenimiento del edificio.

-Establecer el nivel de impacto ambiental actual del PEV-G y definir las estrategias y acciones de mejora a ser aplicadas en la rehabilitación, ampliación y uso, evaluando su repercusión ambiental y económica.

-Determinar el nivel de impacto ambiental que tendrá el edificio una vez reinaugurado y contrastarlo con los objetivos. Definir las exigencias ambientales que deberá cumplir en las fases de proyecto, obra y puesta en marcha.

-Realizar acciones de comunicación a lo largo de toda la asesoría ambiental, que permitan dar a conocer las principales actuaciones.

-Colaborar en la formación ambiental de otros actores del gestor del edificio, sus técnicos y los usuarios, para que puedan actuar adecuadamente en la fase de uso.

### **3.- Metodología de análisis, mejora, seguimiento y certificación.**

La metodología que permitiría una valoración exhaustiva del impacto ambiental de los edificios es el análisis de ciclo de vida o ACV (09), puesto que realiza una contabilidad completa del consumo de recursos y de la emisión de residuos asociados al ciclo de vida total del edificio, resumiéndose sus fases en extracción-fabricación de materiales, transporte, construcción o rehabilitación, uso y mantenimiento, derribo o desconstrucción y disposición final de residuos.

No obstante, las metodologías y herramientas relacionadas con el ACV de los edificios no son suficientemente conocidas, ni utilizadas entre los agentes del sector de la construcción (10). La complejidad de su aplicación en edificios, el tiempo que requiere su desarrollo respecto de los plazos del proyecto y la elevada inversión económica que requeriría, con las herramientas y metodologías actualmente disponibles, hace que su implantación sea muy difícil.

Atendiendo a estas dificultades y con la intención de generar una metodología simplificada, aunque capaz de realizar una evaluación completa y replicable en otros proyectos, se ha optado por la realización de un ACV simplificado que resulta de gran utilidad para la evaluación tendencial del impacto ambiental –no así para su determinación con gran exactitud- del PEV-G. Supone un tiempo de realización de estudios más corto, unas menores cantidades de información para representar las fases principales del ciclo de vida y, finalmente, unos menores costes económicos ya que es posible realizar buena parte del trabajo con herramientas y fuentes de información de libre disposición o al menos de bajo coste (figura 5).

	<b>Extracción y fabricación de materiales</b>	<b>Uso y mantenimiento del edificio</b>	<b>Transporte, construcción, derribo</b>
<b>Energía</b> (kWh/m <sup>2</sup> )	Consumos de rehabilitación y ampliación, a partir del peso. Programas y bdd ITeC o Cype.	Demanda, consumo y energía renovable. HVAC e iluminación. Programas Enegy+, Ecotect, etc.	Estimaciones según fuentes disponibles (publicaciones, proyectos de investigación).
<b>CO<sub>2</sub></b> (kg/m <sup>2</sup> )	Consumos de rehabilitación y ampliación, a partir del peso. Programas y bdd ITeC o Cype.	Conversión del consumo de energía a emisiones mediante fuentes de información oficiales.	Conversión del consumo de energía a emisiones mediante fuentes de información oficiales.
<b>Agua</b> (l/persona)	No se tiene en cuenta	Consumo de agua de red y reutilización mediante un balance hídrico.	No se tiene en cuenta
<b>Residuos</b> (kg/m <sup>2</sup> )	No se tiene en cuenta	Cálculo de generación, vertido e incineración de RSU, uso de fuentes estadísticas.	Cálculo de generación, vertido e incineración de RCD. Programas y bdd ITeC o Cype.

Figura 5: Cuadro de impactos, fases del ciclo de vida y herramientas de cálculo

Mediante este ACV simplificado se compararon distintas opciones constructivas, de instalaciones y de gestión del edificio, determinadas a partir de considerar la situación existente y el anteproyecto del ayuntamiento, para reducir su impacto ambiental en el proceso de rehabilitación, ampliación y uso. Esta información, además de útil el PEV-G, será aprovechada por otros agentes del sector que tienen incidencia en la definición constructiva y la gestión de otros edificios a rehabilitar.

El trabajo ambiental desarrollado puede sintetizarse en la siguiente secuencia:

1. Obtención y estudio de información del edificio: planos, sistemas constructivos, sistemas de instalaciones, consumos, perfil de uso, tipo de gestión, clima, etc.
2. Realización de un perfil informatizado de sus impactos ambientales (energía, CO<sub>2</sub>, agua, residuos, etc.) mediante herramientas de modelización y representación.
3. Determinación de opciones de reducción de impacto para las fases de rehabilitación y uso, con valoración técnica, económica y de gestión.
4. Reelaboración del perfil informatizado de los impactos ambientales del edificio optimizado y verificación del cumplimiento de los objetivos ambientales.
5. Definición de requisitos ambientales, prestacionales (niveles de consumos, emisiones, etc., de acuerdo a condiciones de habitabilidad) y prescriptivos (calidades mínimas de los sistemas constructivos y de instalaciones) a cumplir en el proyecto y obra. Redacción de la parte ambiental del pliego de licitación correspondiente.

En el futuro se continuará este análisis comparativo entre lo que se denomina como edificios de referencia (situación existente o práctica habitual) y de proyecto (básico, ejecutivo, edificio acabado, etc.) a efectos de poder controlar el cumplimiento de los objetivos ambientales (figura 6) y de determinar el ahorro de impactos.

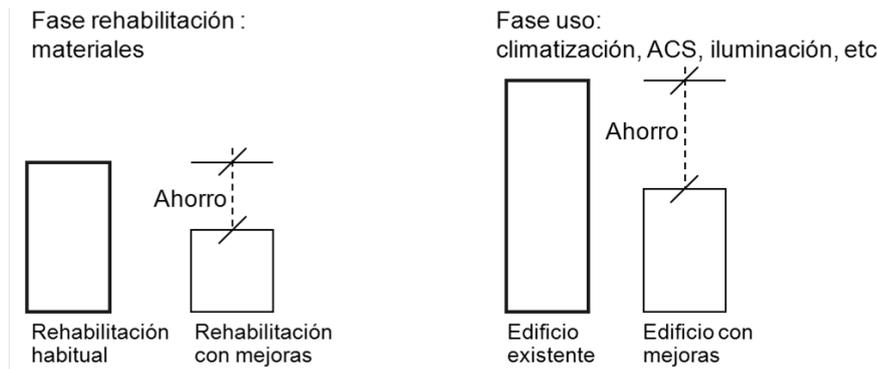


Fig. 6 Esquema de incidencia de los objetivos de reducción de impacto ambiental

En este trabajo incluye el desarrollo y aplicación de la nueva herramienta Verde RE EQ, que incluye las funciones de a) ayuda al diseño de edificios de bajo impacto ambiental, b) evaluación del comportamiento ambiental, social y económico del edificio entre los rangos de práctica habitual y mejor práctica así como determinando sus impactos ambientales en magnitudes objetivas y c) certificación de su calidad ambiental en fases de proyecto y obra terminada.

La metodología Verde está basada en una aproximación al análisis de ciclo de vida en cada fase y consiste en evaluar la reducción de los impactos del edificio y su emplazamiento por la implementación de medidas, tanto en estrategias de diseño como en factores de rendimiento, agrupadas en criterios de sostenibilidad (figura 7).

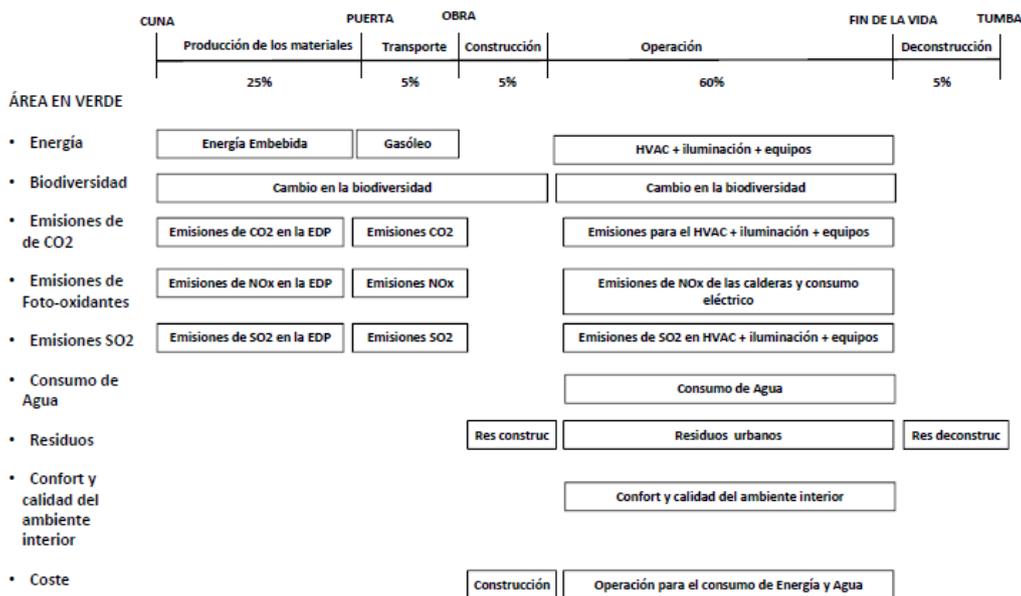


Fig. 7 Fases del ciclo de vida e impactos evaluados en la herramienta Verde RH EQ

Verde combina dos tipos diferentes de información: medidas incorporadas al proyecto, que se evalúan a través de un listado de criterios, y los impactos asociados a las medidas, que se determinan a partir de parámetros y fórmulas de cálculo. Los criterios recogen las exigencias presentes en la normativa y otras de especial importancia ambiental en la rehabilitación de equipamientos.

Estos criterios, actualmente en fase de definición final, se agrupan en las categorías: A. Parcela y Emplazamiento, B. Energía y Atmósfera, C. Recursos Naturales, D. Calidad del Ambiente Interior, E. Calidad del Servicio, F. Aspectos Sociales y

Económicos, G. Aspectos Culturales Perceptivos, H. Calidad del Diseño e I. Innovación.

El valor final de la evaluación se obtiene mediante la ponderación de los impactos reducidos en relación a un edificio de referencia, considerado la práctica habitual en rehabilitación. Los pesos asignados a cada impacto están relacionados con la importancia de dichos impactos en la situación mundial en aquellos que son globales y con la situación del entorno español en aquellos que son locales y regionales.

En relación con el uso del edificio, no incluido en los sistemas de certificación, la gestión del PEV-G se valorará tanto respecto de las instalaciones como en relación su actividad. Para ello se elaborará, conjuntamente con quienes tienen responsabilidad en su gestión, una matriz que permita ordenar y evaluar todos aquellos aspectos asociados a la actividad del edificio que no hayan sido considerados en el análisis y las certificaciones ambientales a alcanzar, como el aprovechamiento de su capacidad de uso, la movilidad asociada a sus actividades y otros ámbitos de impacto que afecten a su huella ecológica total.

#### 4.- Evaluación del edificio existente.

Una vez recogida y analizada toda la información disponible del edificio a través de planos, memorias, estadísticas de consumo, perfiles de uso de las instalaciones, visitas, entrevistas con técnicos, evaluación termográfica, etc., se procedió a la modelización de su comportamiento en los vectores ambientales de energía, agua, materiales y residuos (figura 8) a efectos de determinar sus niveles de impacto actuales, contrastarlos con las exigencias normativas y valores de referencia de otros edificios similares y determinar los factores que impiden un mejor desempeño.

	<b>Análisis realizados</b>	<b>Principales problemas detectados</b>
<b>Energía y CO<sub>2</sub></b>	Consumo anual según fuentes Demanda de HVAC e iluminación Eficiencia de las instalaciones Control solar e iluminación natural Termografías de cerramientos	Aislamiento y estanqueidad insuficientes, exceso de radiación solar por lucernarios, baja eficiencia y adaptabilidad de las instalaciones, falta de recuperación de energía del aire, no se utiliza la ventilación natural, falta de confort, dificultades de control y contratación de gestión que no fomenta el ahorro.
<b>Agua</b>	Consumo anual de agua de red Eficiencia de las instalaciones Reutilización de aguas de lluvia Reutilización de aguas gris	Insuficiente segregación del consumo, ausencia de mecanismos de ahorro, no se reutilizan aguas grises o de lluvia y las aguas residuales van directas al alcantarillado.
<b>Materiales</b>	Impactos construcción existente Posibilidades de reutilización Impactos construcción nueva	Sistemas constructivos que dificultan el reciclaje, materiales de alto impacto en algunos casos y sistemas constructivos que deben ser derribados cuando hay que hacer modificaciones
<b>Residuos</b>	Generación en rehabilitación Generación en obra nueva	En la práctica habitual hay alta generación de residuos, dificultades en la separación selectiva, reutilización y reciclaje y alto porcentaje de vertidos.

Figura 8: Evaluación del edificio existente, análisis y diagnóstico

Para poder referir los cálculos de impacto ambiental al funcionamiento del edificio de acuerdo a la situación real presente (último año calendario) y futura (previsión), se definió un modelo de uso que recoge la información y la experiencia de los técnicos de urbanismo, mantenimiento y explotación del edificio. Esta información incluye parámetros de uso de los locales, horarios y días en que ello ocurre, intensidad y simultaneidad de la ocupación de espacios, perfiles de confort y toda otra característica que permita definir los perfiles de funcionamiento del PEV-G a lo largo del año, útil en la evaluación del edificio existente pero también en la formulación del proyecto de rehabilitación y ampliación.

## 5.- Propuestas de mejora y calidad a alcanzar.

Mediante el empleo de los métodos y herramientas que han sido reseñados en el punto anterior han sido ensayadas diversas opciones de reducción del impacto ambiental a ser incorporadas en el proyecto de rehabilitación y ampliación del edificio. A continuación (figura 9) y siguiendo el orden de los vectores ambientales considerados se presentan las oportunidades de mejora más importantes, cuya aplicación se estudia en fase de proyecto básico (11).

	<b>Análisis realizado</b>	<b>Oportunidades determinadas</b>
<b>Energía y CO<sub>2</sub></b>	Demanda de HVAC e iluminación Control solar e iluminación natural Alternativas de instalaciones	Mejora del aislamiento y la estanqueidad de la envolvente, control solar en lucernarios, cambio a instalaciones de mayor eficiencia y sectorización, disminución de exigencias de confort en áreas de baja permanencia, recuperación energética del aire de renovación, incorporación de captación fotovoltaica en cubierta y refrescamiento por ventilación natural.
<b>Agua</b>	Eficiencia de las instalaciones Reutilización de aguas Depuración natural	Mecanismos de ahorro en alas sur (rehabilitación) y centro (obra nueva), reutilización de aguas de lluvia, recuperación de nutrientes de aguas negras, depuración natural de aguas grises y vertido de natural de las aguas depuradas.
<b>Materiales</b>	Materiales de bajo impacto Potencial de reutilización y reciclaje	Máximo aprovechamiento de la construcción existente, materiales renovables y reciclados en rehabilitación (ala sur) y obra nueva (ala norte), sistemas constructivos de juntas mecánicas que permitan la reutilización y reciclaje.
<b>Residuos</b>	Disminución de la generación Potencial de reutilización y reciclaje	Minimización de la generación a través de la selección de sistemas constructivos, aumento de la separación selectiva por control en obra, reutilización in-situ de áridos y reciclaje en planta de áridos, metales, madera, plásticos, etc.

Figura 9: Oportunidades ambientales en la rehabilitación y ampliación

Una vez conocida la repercusión ambiental de la aplicación de las oportunidades de mejora detectadas, los pasos siguientes son determinar su viabilidad económica, su incorporación al proyecto y su influencia en el uso del edificio en el futuro. En tal sentido, pueden suponer necesidades de formación para sus gestores y usuarios.

## 6.- Metas de proyecto, construcción y uso.

El desarrollo de proyecto básico y la disposición final de presupuesto de obra de rehabilitación y ampliación pueden, naturalmente, modificar tanto las acciones de reducción de impacto ambiental determinadas así como su repercusión en el comportamiento final del edificio (figura 10).

Está previsto que, una vez acabado este proceso, se actualicen los requerimientos de reducción de impacto ambiental así como los mecanismos por los cuales se verificarán en las fases de proyecto ejecutivo y obra.

El marco legal que regulará estos aspectos son los pliegos administrativo y técnico de licitación de proyecto y obra cuya redacción preliminar, en cuanto a requerimientos ambientales, se encuentra desarrollada. Estos documentos, con las modificaciones que se le puedan hacer en el futuro, incluyen el protocolo ambiental para todo el proceso, los requerimientos y metodología a aplicar en la verificación de objetivos ambientales y el modelo de análisis de uso del edificio a tener en cuenta.

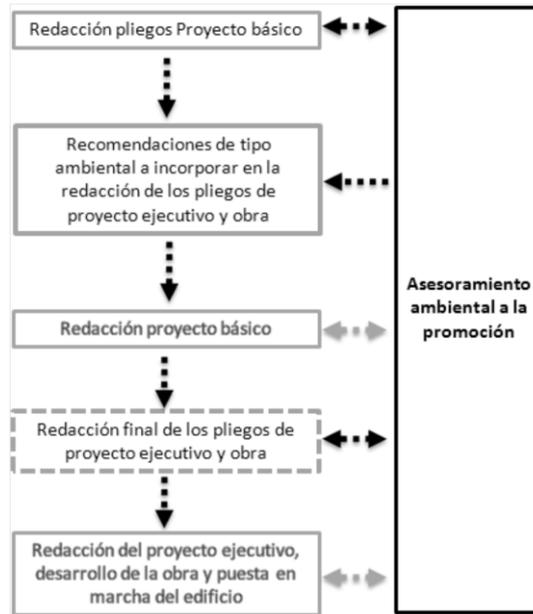


Fig. 10 Esquema del proceso de definición de objetivos ambientales

Los requerimientos ambientales, verificados en el proceso de evaluación seguido, permiten la comparación del edificio existente con la situación que se pretende alcanzar una vez se haya ejecutado completamente el proyecto de rehabilitación y ampliación. Estos requerimientos se organizan tanto en términos prestacionales a través de metas cuantitativas con procedimientos de verificación (figura 11) así como en términos prescriptivos y metodología a aplicar en el proyecto y la obra.

	Parámetro	Situación existente	Reducción a alcanzar
<b>Energía</b>	Demanda	211 KWh/m <sup>2</sup> año	52 %
	Consumo HVAC	158 KWh/m <sup>2</sup> año	60 %
	Consumo total	240 KWh/m <sup>2</sup> año	60 %
	Energía primaria total	341 KWh/m <sup>2</sup> año	63 %
<b>CO<sub>2</sub></b>	Emissiones totales	79 Kg/m <sup>2</sup> año	60 %
<b>Agua</b>	Consumo total	9 l/pers. día	80%
	Reutilización	No existe	Total en usos no potables
<b>Materiales</b>	Energía obra nueva	9.000 MJ/m <sup>2</sup> aprox.	50 %
	CO <sub>2</sub> obra nueva	1.000 Kg/m <sup>2</sup> aprox.	50%
	Energía rehabilitación	No hay referencia	Mejor alternativa demostrable
	CO <sub>2</sub> rehabilitación	No hay referencia	Mejor alternativa demostrable
<b>Residuos</b>	Generación en obra nueva	84 kg/m <sup>2</sup> aprox.	20%
	Generación en rehabilitación	No hay referencia	Máxima reducción demostrable
	Parte que no se recicla	50% aprox.	60 % (reciclar el 80%)

Fig. 11 Comparativa prestacional entre el edificio existente y futuro

Por la vía prescriptiva, en cuanto a demanda de energía, se proponen un 30% de reducción de la transmitancia en cerramientos, el aumento de la protección solar, el control de condensaciones, la limitación de la permeabilidad del aire en carpinterías a clase 4, la eliminación o reducción de puentes térmicos y el aporte de energía renovable en la parcela del un 40% en relación a los consumos eléctricos finales, con independencia de los requisitos mínimos que pudiera establecer la actualización del CTE (12). En cuanto a sistemas de instalaciones, se recomienda producción de mayor eficiencia, aprovechamiento de criterios pasivos desarrollados, feecooling, flexibilización de algunos espacios en cuanto a condiciones de confort, mayor eficiencia en la distribución, reducción de consumos auxiliares de bombeo y

ventilación, aumento del rendimiento en iluminación en cuanto a fuentes, niveles y relación con la luz natural y contratación de la gestión según la eficiencia final.

Respecto del agua, los requerimientos prescriptivos incluyen reductores de presión en el abastecimiento, cisternas de baja descarga (mínimo 2/4 litros) e interrupción de flujo, grifos de caudal bajo (3 a 5 l/min) y control de la abertura, urinarios secos, separación mecánica de las fracciones líquida y sólida en inodoros y depuración natural de aguas grises con vertido natural.

En relación con los materiales, tanto para la rehabilitación como para la ampliación, la prescripción alcanza la utilización de un mínimo del 20% de árido reciclado si se emplea hormigón estructural y un 100% en no estructural, 90% de reciclado en aceros, soluciones constructivas que permitan su fácil desmontaje (junta seca) cuando los materiales a unir no tengan el mismo nivel de reciclabilidad. En rehabilitación las soluciones constructivas a utilizar deben justificarse, mediante su comparación cualitativa en impactos ambientales, con otras alternativas posibles.

En cuanto a residuos de uso, se prescribe la inclusión de espacios y equipamientos necesarios para separación selectiva de, como mínimo, las fracciones papel y cartón, vidrio, plástico, metal, orgánica, especiales, voluminosos reciclables y resto, así como una gestión interna de los residuos que permita adoptar el sistema externo de recogida puerta a puerta.

La redacción de los requerimientos ambientales de los pliegos administrativo y técnico de proyecto y obra (figura 12) tuvieron en cuenta, además del estudio realizado, otros documentos relevantes por sus exigencias y criterios ambientales útiles para contratar por procedimiento abierto y adjudicación por concurso. Entre ellos, manuales del IHOBE y el Ayuntamiento de Barcelona sobre aspectos ambientales en la contratación pública, pliegos de proyecto y obra del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz y la Universidad Autónoma de Barcelona y propuestas de introducción de criterios ambientales en los pliegos de obra de la Administración del Estado (13) realizados por AUIA (14) en colaboración con parte del equipo de asesoramiento ambiental que interviene en el PEV-G.

	<b>Requisitos / Ponderación</b>	<b>Mejoras adicionales</b>
<b>Objetivos ambientales de proyecto y obra</b>	Niveles mínimos en certificaciones energética, VERDE, IHOBE y prestaciones Passivhaus Objetivos prestacionales (cuantificación de impactos) y prescriptivos (requisitos físicos) en energía, CO <sub>2</sub> , agua, materiales y residuos	Niveles superiores de certificación  Superación de los objetivos prestacionales y prescriptivos
<b>Equipo de proyecto y obra</b>	Solvencia técnica ambiental demostrable Propuesta con cumplimiento de objetivos Experiencia en proyectos similares con requisitos ambientales	Expertos en disciplinas adicionales Propuesta de objetivos superiores Experiencia o reconocimientos adicionales
<b>Empresa constructora</b>	Certificación de calidad ambiental Solvencia técnica ambiental demostrable	Certificaciones adicionales Expertos en disciplinas adicionales
<b>Puntuación licitación</b>	Un tercio dedicado a aspectos ambientales, integrado en las memorias	.....
<b>Asesoría ambiental del ayuntamiento</b>	Solvencia técnica ambiental demostrable Experiencia en proyectos similares Experiencia en desarrollo y gestión de herramientas de certificación	Expertos en disciplinas adicionales Experiencia superior a la mínima .....
<b>Redacción de proyecto</b>	Estudio ambiental con metodología de determinación de objetivos	Mejoras respecto de los objetivos mínimos
<b>Control de obra</b>	Plan ambiental con metodología de validación de objetivos	Mejoras respecto de los objetivos mínimos

**Puesta en marcha del edificio**

Un año de gestión a cargo de la constructora, con verificación de objetivos ambientales  
Garantía sobre el valor del contrato

Superación de los objetivos ambientales en el primer año de uso

Fig. 12 Aspectos ambientales de los pliegos de licitación de proyecto y obra

El pliego administrativo define los criterios y valoraciones de solvencia técnica, solvencia económica, aportaciones técnicas externas, calificación para la ponderación y adjudicación de propuestas, obligaciones y penalizaciones de los distintos agentes y contratación del asesoramiento ambiental a la propiedad.

El pliego técnico define los objetivos ambientales mínimos en el proceso de proyecto, obra y uso, a partir de los resultados del proyecto básico y del asesoramiento ambiental realizado, qué certificaciones y en qué niveles se desean alcanzar, la metodología de justificación de los objetivos, la documentación técnica que se deberá entregar en cada fase y, finalmente, las mejoras adicionales.

## 7.- Conclusiones.

Los estudios desarrollados durante la primera fase del asesoramiento ambiental para la rehabilitación y ampliación del PEV-G, así como su consideración por parte de los distintos técnicos que han intervenido en su desarrollo, revisión y presentación, permiten hacer las siguientes apreciaciones:

La metodología empleada, basada en el ACV simplificado, las herramientas y datos de libre disposición y la comparación entre las situaciones de referencia (el propio edificio, la normativa, otros casos) y proyecto ha permitido modelizar adecuadamente un edificio complejo tanto en su constitución actual como futura, así como establecer los objetivos ambientales a cumplir y sus procesos de verificación.

Tanto en la realización de los estudios como en la consideración de cómo aplicar las mejoras detectadas en el proyecto, construcción y uso futuro del edificio ha sido indispensable contar con un equipo de trabajo que integra los técnicos municipales de urbanismo, medio ambiente, mantenimiento y gestión del edificio junto a los técnicos del asesoramiento ambiental contratado. También contar, en todos ellos, con una visión común acerca de qué es la sostenibilidad, cómo aplicarla en la edificación y qué acciones supone.

Los ahorros de impacto ambiental que pueden alcanzarse en los indicadores de energía, CO<sub>2</sub>, agua y residuos, de acuerdo a las posibilidades técnicas y económicas actuales, en el caso del PEV-G se sitúan entre el 20% y el 80%. Se trata de magnitudes significativas que, seguramente, pueden alcanzarse también en muchos otros edificios terciarios y residenciales a rehabilitar.

Preparar un edificio para funcionar con bajo impacto ambiental, mediante su proyecto y rehabilitación, no es suficiente para que funcione de tal manera. Se necesita, además, la continuidad del plan de trabajo ambiental que va desde la decisión de promover hasta el edificio en marcha, implicando en ello a los técnicos, gestores y usuarios mediante acciones de formación e información así como llevando adelante rutinas de seguimiento y mejora.

Tal como había sido definido en la propuesta de asesoramiento ambiental presentada oportunamente al Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, la metodología

desarrollada en este trabajo es aplicable a muchos otros edificios terciarios de la ciudad, del País Vasco y del resto de España en los que se quieran alcanzar niveles elevados de sostenibilidad. Ello, junto a muchas otras iniciativas del sector, abre las puertas al cambio de objetivos de la edificación, girando desde su función constructora hacia la rehabilitadora y dejando de incrementar su impacto ambiental para comenzar a reducirlo.

## REFERENCIAS

- [01] Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Equipo de trabajo en el PEV-G: Carlos Ibarlucea, Alfredo Bengoa, Iñaki Arribas, Roberto González y Ana Lasarte.
- [02] Green Building Council España (GBCe) y Societat Orgànica Consultora Ambiental SL (SO) [www.societatorganica.com](http://www.societatorganica.com). Equipo GBCe: Luis Álvarez-Ude, Bruno Sauer, Paula Rivas y Raquel Díaz. Equipo SO: Gerardo Wadel, Albert Sagrera, Fabian López, Paula Serra y Luca Volpi. La adjudicación de los trabajos es resultado de un concurso por invitación.
- [03] Herramienta de evaluación y certificación de calidad ambiental de los edificios VERDE, [www.gbce.es/es/pagina/herramientas-de-evaluacion-de-edificios](http://www.gbce.es/es/pagina/herramientas-de-evaluacion-de-edificios)
- [04] Futuros pliegos administrativo y técnico de rehabilitación y ampliación del Palacio de Congresos Europa. Memoria ambiental de concurso, estudio ambiental de proyecto y plan ambiental de obra. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- [05] Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz [www.vitoria-gasteiz.org](http://www.vitoria-gasteiz.org)
- [06] Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe. *Análisis de Ciclo de vida y Huella de Carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental*. Bilbao, 2009.
- [07] European Commission. European Green Capital | Green Cities Fit for Life <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/>
- [08] G. Wadel, *La sostenibilidad en la arquitectura industrializada. La construcción modular ligera aplicada a la vivienda*. Tesis doctoral, capítulo 6. Universidad Politécnica de Cataluña, 2009. [www.tesisenred.net/handle/10803/6136](http://www.tesisenred.net/handle/10803/6136)
- [09] European Committee for Standardisation, CEN/TC 350, Sustainability of construction works standards, [www.cen.eu/cen/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/](http://www.cen.eu/cen/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/)
- [10] Proyecto europeo de investigación EnerBuiLCA, Life cycle assessment for energy efficiency in buildings, <http://www.enerbuiLCA-sudoe.eu/> (encuestas)
- [11] La redacción del proyecto básico, mediante concurso público de antecedentes y propuesta, ha sido encargada a Idom Ingeniería y Consultoría.
- [12] Código Técnico de la Edificación, cuyos documentos básicos sobre ahorro energético (DB-HE) actualmente en revisión podrían ser actualizados en 2013.
- [13] Ministerio de Justicia de España (concursos para la redacción de proyectos técnicos para edificios de juzgados).
- [14] Arquitectos, Urbanistas e Ingenieros Asociados, [www.auia.es](http://www.auia.es)