

Aplicación de sistemas de gestión ambiental en la elaboración de proyectos de obras públicas



Environmental management systems' application to public civil engineering projects

Antonio ESPUÑA

Catedrático

Universitat Politècnica de Catalunya
Departamento de Ingeniería Química
(08028 Barcelona)

Sonia DÍAZ

Ingeniera Industrial

Àrea Metropolitana de Barcelona
(08040 Barcelona)

RESUMEN

La aplicación sistemática de procedimientos de gestión ambiental facilita el control del impacto ambiental que causa un determinado proceso o actuación. En este trabajo se propone e ilustra su adopción en el ámbito de la obra pública desde la fase de redacción del proyecto, con el objetivo de que las administraciones puedan promover actuaciones más sostenibles sin comprometer su rentabilidad económica y social. La integración de diferentes métricas de sostenibilidad, basadas siempre en el análisis del ciclo de vida de la obra, permite una evaluación transparente de los resultados a diferentes niveles (especialmente: económico y ambiental) y permite una toma de decisiones consecuente en cualquier momento del proceso (adjudicación, ejecución, mantenimiento...).

Palabras clave: Gestión ambiental, Impacto ambiental, Obra pública, Ciclo de Vida.

ABSTRACT

The systematic application of environmental management procedures facilitates the environmental impact control caused by a particular process or action. This paper proposes and illustrates its implementation in the field of civil public works at the very initial project stage, in order to enable administrations to develop more sustainable activities without compromising their social and economic profitability. The integration of different sustainability measures, always based on a life cycle view of the work, allows a transparent assessment of results at different levels (especially: economic and environmental) and is the basis for a consistent decision-making at any process stage (awarding, execution, maintenance...).

Key words: Environmental management, Environmental impact, Civil public engineering, Life cycle.

La relevancia de considerar los aspectos ambientales en todos los procesos de toma de decisiones en todos los ámbitos de la gestión resulta en estos momentos incuestionable. Sin embargo, y a pesar de que esta relevancia se reconoce también en todas las Administraciones Públicas, empezando por la Unión Europea (*"Para conseguir en la práctica un desarrollo sostenible es necesario que el crecimiento económico apoye al progreso social y respete el medio ambiente, que la política social sustenten los resultados económicos y que la política ambiental sea rentable"*^(a)), es muy difícil observar en las actuaciones promovidas por estas Administraciones un control formal^(a) y consistente^(b) del impacto ambiental de sus actuaciones.

En este contexto, se presenta una herramienta con la que las *Administraciones Públicas* (en adelante, *APs*) haciendo uso de las competencias que le han sido otorgadas, pueden ofrecer a la sociedad actuaciones cada vez más sostenibles, desde el punto de vista tanto económico como ambiental, a través de la implantación y el mantenimiento de *sistemáticas propias de gestión medioambiental* (en adelante *SGMA*) en la actividad de redacción y gestión de proyectos de obras públicas. Estas sistemáticas permiten prever (y, por consiguiente, controlar) en la fase de diseño el impacto que genera en el medio ambiente el ciclo de vida de la obra como consecuencia de su ejecución, mantenimiento y remodelación.

Con el fin de dar a conocer las utilidades y las ventajas de esta aplicación, en los siguientes capítulos:

- Se describe de manera genérica cómo implantar y mantener en una AP un SGMA en la actividad de redacción y gestión de proyectos de obra pública.
- Dado que el sistema varía en función de la tipología de obra a construir se expone su aplicación:
 - ♦ En un proyecto piloto, cuyo objetivo ha sido enfocado al control de la redacción y de la gestión de proyectos de saneamiento en casco urbano, desarrollado en el ámbito de la *Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona (MMAMB)*.
 - ♦ En un proyecto en actual fase preliminar enfocado al control de la redacción y gestión de proyectos de

remodelación de calzadas en vías urbanas de municipios del *Área Metropolitana de Barcelona (AMB)*.

PROCESO DE IMPLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SGMA

1. Introducción

En la implementación del SGMA propuesto se seguirán las directrices propias de cualquier sistema de gestión, que pueden basarse en normativas internacionales (EMAS^(b), ISO 1400X^(b), u otros sistemas), o en la simple aplicación de forma consecutiva y cíclica de las cuatro fases en las que se basa el llamado *ciclo de Deming*:

- Planificar: identificar y evaluar los impactos más significativos a través de una *revisión de los procesos involucrados (RMAI)*, y definir objetivos y metas para lograr una mejora en la actividad.
- Hacer: desarrollar, en un período de tiempo previsto de antemano, los objetivos y metas propuestos.
- Verificar: comprobar mediante indicadores la consecución de dichos objetivos y metas.
- Actuar: documentar el ciclo y establecer nuevos objetivos y metas.

2. Revisión medioambiental inicial (RMAI)

2.1. Estudio e identificación de los impactos ambientales

Atendiendo a la definición del artículo 2 de la Ley 3/2007, de 4 de julio, de la obra pública^(b): *"Es obra pública, a efectos de la presente ley, el resultado de un conjunto de trabajos de ingeniería civil destinado a cumplir una función económica o técnica, que tiene por objeto un bien inmueble..."* Es en este conjunto de trabajos donde se analiza qué aspectos ambientales entran en juego y posteriormente se evalúan sus impactos en el medio.

Una vez establecido el alcance del estudio, se determina la obra pública prototipo que se desea proyectar definiendo los criterios de diseño mínimos que debe cumplir, según la legislación y la normativa vigente que le es de aplicación. Estos criterios pueden cambiar dependiendo de las propiedades intrínsecas de la obra y/o de los elementos que conforman la actuación. Por ello se plantean

(a) Sistemático, transparente, y documentado.

(b) Coherente en todas las fases del proceso, desde la decisión de realizar una actuación hasta que se considera su renovación, pasando lógicamente por su etapa de explotación.

los casos más usuales, a sabiendas que la incidencia ambiental de la obra que se calcula a posteriori variará en función de las distintas opciones.

Considerando, pues, el agregado de soluciones, se propone la realización de un *análisis de ciclo de vida (ACV)* conforme con los requisitos de la UNE-EN-ISO 14040:2006^(M), del que se obtiene un procedimiento que permite calcular sistemáticamente el impacto ambiental asociado al tipo de obra pública en cuestión, y que acabará proporcionando dos valores, y sus respectivos rangos de aceptación:

- El impacto inherente (teórico mínimo) asociado a cada obra concreta, resultado de proyectar la obra según los requisitos legales vigentes. Dado que en cada caso es posible actuar según diferentes soluciones de diseño, se calcula también un intervalo teórico de impacto ambiental de la obra, consecuencia de considerar el conjunto de soluciones de diseño más comunes para este tipo de obra.
- El impacto real que proviene de los proyectos que se realizan a cargo de la administración que tiene por objeto la implantación del SGMA (de nuevo, se obtendrá un valor asociado a cada una de las obras analizadas, y entre todos ellos, el rango en el que se enmarcan dichas obras).

En todos los casos, el análisis incluye el impacto ambiental de cada uno de los trabajos de la ingeniería civil que son necesarios desempeñar y que causan un mayor efecto en el medio.

Para evaluar el impacto ambiental de todo el Ciclo de Vida debe valorarse la posibilidad de ponderar diferentes efectos a través de indicadores de categoría final (Tabla 1) para así estimar:

- El impacto ambiental que implica la obra según cada uno de estos indicadores, y
- El impacto ambiental total de la obra, resultado de la suma ponderada de los valores obtenidos en los indicadores de impactos.

Categoría final ^(a) [End-point]	Categoría de impacto ^(b) [Mid-point]	Indicador de categoría de impacto ^(c)
Salud humana	Cambio climático	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Efectos respiratorios	Emisiones de partículas en suspensión y compuestos orgánicos volátiles
	Otras	Otros
Calidad del ecosistema	Uso del suelo	Transformación y ocupación del suelo
	Toxicidad	Emisiones al aire, al agua y al suelo.
	Otras	Otros
Recursos	Recursos fósiles	Consumo de recursos fósiles
	Recursos minerales	Consumo de recursos minerales

(a) Categoría final: condición biológica, física y química necesaria para el funcionamiento del hombre y la naturaleza, y que es influenciada por el hombre.

(b) Categoría de impacto: clase de daño que afecta a una categoría de punto final.

(c) Indicador de categoría de impacto: parámetro medible y de configuración científica que informa del estado del medio natural o de aspectos relacionados con él.

Tabla 1. Mecanismos ambientales para la evaluación del impacto del ciclo de vida de una obra o proceso.

Cabe en este punto remarcar que, aunque la utilización de indicadores de impacto final para aseveraciones comparativas es extremadamente útil para los objetivos que se plantean en este tipo de actuaciones, es una fase del ACV voluntaria y basada en juicios de valor, por lo que la norma UNE-EN ISO 14044:2006^(M) no fija ninguna metodología específica ni respalda los juicios subyacentes utilizados para agrupar las categorías de impacto.

2.2. Evaluación de los impactos ambientales

Una vez elaborado el ACV se diagnostica la repercusión actual en el medio ambiente de los proyectos más recientes realizados en el ámbito de la AP objeto del estudio, calculando y comparando, como se ha indicado:

- los impactos ambientales inherentes a cada proyecto, y
- los impactos ambientales reales que habrán causado las obras de cada uno de estos proyectos.

Para poder decidir si el impacto ambiental de cada obra proyectada es excesivo o no, se definen unos criterios de significación en base a los valores inherentes asociados a las obras, obtenidos también en base a la información asociada al ACV.

Finalmente, se concluye la RMAI obteniendo un valor medio ponderado de impacto ambiental de las obras de los proyectos que se realizan en la entidad pública, que sirve como punto de referencia de su situación actual y a partir del cual se establecerán mejoras a lograr en el sistema.

3. Objetivos, metas y programas

A partir de los resultados obtenidos en la RMAI, la AP debe establecer los objetivos ambientales y económicos asociados a los proyectos y actuaciones que gestiona, a alcanzar en un determinado horizonte de tiempo, detallando las metas específicas y los programas de actuación elaborados con dicha finalidad. Estas actuaciones incluyen, como mínimo:

- La elaboración y mantenimiento de una serie de documentos de trabajo (procedimientos y registros) entre los que cabe destacar:
 - Procedimiento de evaluación de aspectos ambientales: se describe el método que permite calcular el impacto ambiental inherente y real de las obras, y se definen los criterios de significación para evaluar si la incidencia de una obra es excesiva.
 - Pliego de cláusulas particulares de los contratos de servicio de redacción de proyectos de obra: definición de criterios de adjudicación ambientales, de acuerdo con la ley de contratos del sector público del país al que pertenece la entidad pública.
- La formación del personal de la organización que desarrolla esta actividad para que puedan cumplir con las metas ambientales establecidas.
- El establecimiento de procedimientos de seguimiento y control de los programas establecidos.
- La revisión periódica de todo este proceso, y la actualización de objetivos, metas y programas.

En cualquier caso, los programas de gestión ambiental se deben determinar de acuerdo con los recursos disponibles, incluyendo información detallada sobre las responsabilidades, los indicadores y los períodos establecidos para alcanzar cada una de las metas propuestas.

Es esencial en todo este proceso cíclico mantener la transparencia y coherencia en los procedimientos de valoración, y el mantenimiento de los registros con la información requerida para verificar el cumplimiento de éstos a lo largo del tiempo. Estos procedimientos de valoración deben quedar establecidos a través de instrucciones muy concretas.

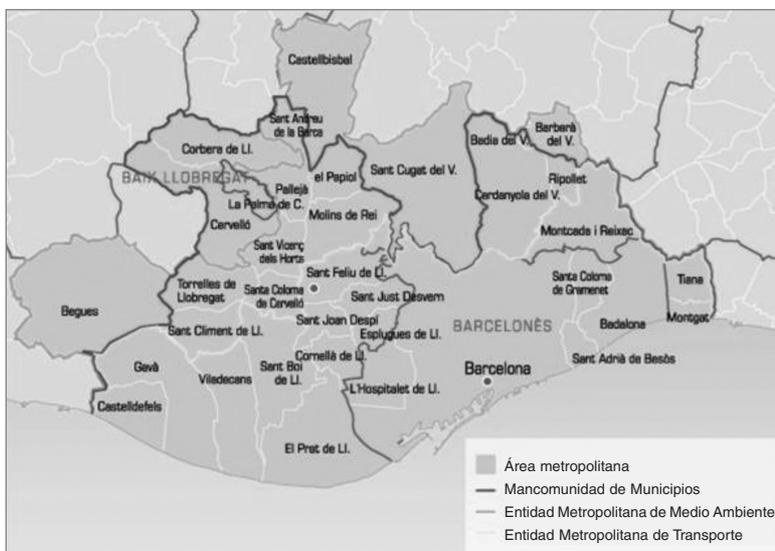


Figura 1. Municipios que integran el Área Metropolitana de Barcelona. Fuente: CAMB (2010).

4. Verificación y actuación

A intervalos planificados, la alta dirección de la entidad (AP) debe revisar el correcto funcionamiento del SGMA comprobando, entre otros requisitos propios de un sistema de gestión, el seguimiento de los programas, el grado de cumplimiento de los objetivos y metas y, sobre todo, el funcionamiento de los procedimientos de actualización. Estas revisiones incluirán también la evaluación de oportunidades de mejora y analizarán la necesidad de efectuar cambios en el propio sistema de gestión.

EJEMPLO DE APLICACIÓN: PROYECTO PILOTO EN LA ACTIVIDAD DE REDACCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO A CARGO DE LA MMAMB

1. Introducción

La *Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona* (en adelante, *MMAMB*) es una asociación de 31 poblaciones del entorno barcelonés constituida en el año 1988 mediante el acuerdo voluntario de estos ayuntamientos de integrarse en ella (ver Figura 1). Las actuaciones que lleva a cabo se desarrollan en estos municipios.

La implementación de un SGMA en la actividad de redacción y gestión de proyectos de saneamiento a cargo de la MMAMB se ha planteado siguiendo las directrices generales indicadas en la sección anterior, de acuerdo

con los requerimientos específicos determinados por el Reglamento EMAS^(VI).

En este trabajo se describen las fases preparatorias de todo este proceso, que hasta el momento han permitido el establecimiento de los criterios de aplicación y la valoración de los beneficios potenciales de su aplicación.

2. Revisión medioambiental inicial (RMAI)

2.1. Estudio e identificación de los impactos ambientales

A título orientativo, y sin carácter limitativo, el diseño de las obras de saneamiento en el casco urbano del área metropolitana se rige, entre otras disposiciones, por:

- La guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano del CEDEX^(VII).
- La norma UNE-EN 1610:1997 Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento^(VIII).
- La norma 6.1 – IC *Secciones de firme*^(IX).
- La norma 3.1 – IC *Trazado*^(X).

Para el estudio del ACV asociado a estas obras se han tenido en cuenta las disposiciones citadas anteriormente y se ha creado una base de datos con información obtenida de diferentes empresas y organizaciones del sector público y privado, con una antigüedad comprendida entre los 3 y los 4 años, e incluyendo específicamente información de obras ejecutadas en municipios del área metropolitana.

Los valores de impacto ambiental que se obtienen del ACV se expresan en indicadores de impacto final (Eco-Puntos 99^(XI)) respecto a la superficie longitudinal que ocupa el colector de la red de saneamiento (m²). La utilización de esta medida (superficie) como *Unidad Funcional* para el cálculo del Análisis de Ciclo de Vida obedece a motivos prácticos de aplicabilidad: si bien no refleja exactamente la función de la obra a analizar (transportar un cierto caudal de aguas a una cierta distancia), sí está directamente relacionada con los parámetros asociados a dicho objetivo y, en las circunstancias concretas de cada obra, normaliza los datos que identifican el objetivo real del proyecto.

Las categorías de impacto que se han considerado son:

- Cambio climático: asociado a la emisión de gases de efecto invernadero debido al empleo de maquinaria para ejecutar, mantener y remodelar la obra.

- Uso del suelo: asociado tanto a la extracción de áridos en canteras para el relleno de la zanja como la deposición de residuos de demolición y de construcción en una instalación para su adecuada gestión.

- Consumo de recursos fósiles: asociado al uso de combustibles para el funcionamiento de la maquinaria de obra, y el empleo de materiales con una elevada participación en productos derivados (PVC, etc.).

- Consumo de recursos minerales: asociado al uso de áridos para la fabricación de ciertos productos (hormigón, etc.) y como materiales de relleno.

Una vez conformada la base de datos, se han determinado las diferentes actividades asociadas a la ejecución de proyectos de saneamiento, y se han valorado los impactos asociados a dichas actividades en base a la unidad funcional escogida. Ello ha permitido:

- Determinar la relación del impacto ambiental de las actividades de obra con mayor efecto en el medio ambiente respecto al impacto total de la obra:

- Un 35 % para el asfaltado de la calzada,
- Un 27 – 35 % para la colocación de la base del firme,
- Un 10 % para la excavación de la zanja y la gestión del material de excavación,
- Un 7 al 22 % para la instalación del colector dentro de la zanja,
- Un 2 – 7 % para el relleno y la compactación de la zona principal de la zanja,
- Un 0,3 - 9 % para el relleno de la zona envolvente del tubo, y
- Un 0,6 - 1 % para el riego de la calzada.

- Valorar la incidencia ambiental de la obra en cada una de las categorías de impacto:

- De un 55 a un 60 % en el consumo de recursos fósiles,
- de un 25 a un 30 % en el uso del suelo,
- de un 15 a un 20 % en el cambio climático, y
- de un 5 a un 1% en el consumo de recursos minerales.

- Determinar valores orientativos de la incidencia de este tipo de actuaciones, tanto en términos ambientales como económicos:

- El rango de impacto ambiental inherente asociado a las obras objeto de este estudio está comprendido entre los 30 y 160 Eco-Pt99/m².

♦ El coste económico está comprendido entre los 600 y 2.100 €/m². La repercusión económica de las diferentes etapas respecto al coste total de la obra es de:

- ▶ Ejecución: 40 – 50 %,
- ▶ Mantenimiento: 35 – 50 %, y
- ▶ Remodelación: 10 – 15 %.

2.2. Evaluación de los impactos ambientales: criterios de significación

Para evaluar la incidencia ambiental de las obras de los proyectos de saneamiento redactados a cargo de la MMAMB se han definido tres criterios de significación.

2.2.1. Criterio 1 (C1):

Desviación entre el impacto inherente y el impacto real

Se comprueba si el impacto ambiental de las obras de los proyectos (impacto real) se ajusta al impacto ambiental inherente de ellas, dentro de un cierto margen para contemplar posibles cambios sobre los mínimos exigidos por normativa (en este caso, por ejemplo, este margen se ha establecido en un 20% y está asociado, sobre todo, a la posibilidad de tener que aumentar la profundidad de la zanja sobre el mínimo legal, para garantizar el buen funcionamiento de la red de acuerdo con la topografía del terreno).

Una desviación negativa suele indicar que la obra se ha proyectado con valores inferiores a los mínimos exigidos por normativa EN 1610:1997. Esta desviación se considerará como *no-significativa* si se cumple con alguna de las disposiciones que permite la propia norma:

$$\text{Desviación [\%]} = 100 \times (I_r - I_i) / I_i \quad (1)$$

- Si $0 < \text{Desviación [\%]} < 20 \rightarrow$ impacto no significativo.
- Si $0 > \text{Desviación [\%]}$ o $\text{Desviación [\%]} > 20 \rightarrow$ impacto significativo.

Siendo:

I_i [Eco-Pt99/m²]: Valor de impacto ambiental inherente asociado a la obra.

I_r [Eco-Pt99/m²]: Valor de impacto ambiental real de la obra.

Desviación [%]: Diferencia entre el impacto real y el inherente.



Foto 1. Ejecución de la obra de saneamiento del proyecto A. Fuente: MMAMB (2009).

En este primer criterio resulta especialmente significativo el correcto dimensionamiento de la obra (zanja donde se instala el colector, operaciones asociadas a su excavación y cobertura, etc.).

2.2.2. Criterio 2 (C2):

Evaluación de la selección de materiales

Se comprueba si el valor absoluto del impacto real calculado excede un valor de referencia:

- Si I_r [Eco-Pt99/m²] $\leq 95 \rightarrow$ impacto no significativo.
- Si I_r [Eco-Pt99/m²] $> 95 \rightarrow$ impacto significativo.

En este segundo criterio tiene especial incidencia la selección de materiales. El valor de referencia contempla el valor medio inherente asociado a las obras de saneamiento en el casco urbano del área metropolitana.

2.2.3. Criterio 3 (C3):

Evaluación global

Finalmente, se considera excesiva la incidencia ambiental de una obra de un proyecto de saneamiento redactado a cargo de la MMAMB si alguno de los dos criterios anteriores resulta significativo.

2.3. Aplicación de los criterios de significación a varios proyectos

La siguiente fase en el proceso de RMAI consiste en aplicar estos criterios a los proyectos redactados a cargo de la MMAMB recientemente, para así calcular y analizar la incidencia ambiental actual de sus obras. Para ello se han analizado las obras desarrolladas en 2008.

Se han analizado dos obras, cuyo *presupuesto global de ejecución material* (en adelante *PEM*), contemplando únicamente los costes de ejecución de los trabajos de



Foto 2. Ejecución de la obra de saneamiento del proyecto A. Fuente: MIMAMB (2009).



Foto 3. Ejecución de la obra de saneamiento del proyecto A. Fuente: MIMAMB (2009).

ingeniería civil menos respetuosos con el medio ambiente, ascendió a 614 k€.

2.3.1. Proyecto A

Las obras de este proyecto se ubican en cinco calles de un municipio del área metropolitana, cada una de las cuales se puede considerar como una obra de saneamiento que forma parte de un proyecto de mayor alcance. El PEM de la obra asciende a 448 k€, resultado de la realización de las siguientes actividades de obra (ver Fotos 1 a 3):

- Excavación en terreno de tránsito y tierras llevadas a instalación autorizada de gestión de residuos inertes.
- Relleno y compactación de la zona principal de la zanja con tierras procedentes de una cantera.
- Instalación de tubos de PVC (DN^(a): 500-1.200 mm) y tubos de hormigón armado (DN: 1.300-1.500 mm).
- Relleno de la zona envolvente de los tubos con hormigón en masa.

- Pavimentación de la calzada con mezcla bituminosa continua y semicontinua en caliente D-12 y S-20 respectivamente, riego de adherencia y base del firme con hormigón en masa.

La media ponderada de impacto ambiental, tanto real como inherente, que supone el ciclo de vida de la obra del proyecto A, desglosado también por el impacto en cada una de las calles, se muestra en la Tabla 2.

De acuerdo con los datos se obtiene lo siguiente:

- Desviación [%] <0 → Cumple con una de las excepciones de la UNE-EN 1610 → Impacto no significativo.

Calles	Superficie [m ²]	I _r [Eco-Pt99/m ²]	I _i [Eco-Pt99/m ²]	Desviación [%]	CE ^(b) [€/m ²]
Calle A	250	53	62	-15	340
Calle B	950	52	58	-10	350
Calle C	54	78	74	5,4	200
Calle D	30	87	78	12	420
Calle E	23	79	78	1,3	320
Media		55	60	-9,5	343

(a) El impacto real e inherente de la obra es la suma de la incidencia de cada una de las categorías de impacto.
 (b) Coste económico de la ejecución de la obra, sin considerar mantenimiento ni remodelación.

Tabla 2. Comparación entre el impacto ambiental real e inherente^(a) asociado a las obras del proyecto A, así como su coste económico (CE).

(a) DN: Diámetro nominal del tubo.

- I_r [Eco-Pt99/m²]=55 < 95 → Impacto no significativo.

En definitiva, la incidencia ambiental media de las obras del proyecto A es considerada *no significativa*.

2.3.2. Proyecto B

El ámbito de actuación de las obras de saneamiento del proyecto B es una calzada de una urbanización del área metropolitana. Las obras se realizaron en tres fases, cada una de las cuales, como en el proyecto anterior, puede considerarse como una obra de saneamiento que forma parte de un proyecto de mayor alcance. El PEM de esta obra es de 166 k€, resultado de la realización del siguiente conjunto de trabajos de ingeniería civil durante la obra:

- Excavación en terreno de roca y transporte a instalación autorizada de gestión de residuos inertes,
- Relleno y compactación de la zona principal de la zanja con zahorra procedente de una explotación de áridos,
- Instalación de tubos de PEAD (DN: 315-800 mm),
- Relleno de la zona envolvente del colector con sablón importado de una cantera, y
- Pavimentación de la calzada con mezcla bituminosa continua en caliente D-12, riego de imprimación y base del firme con zahorra, procedente de una cantera.

Análogamente al proyecto A, la Tabla 3 muestra la media ponderada del impacto ambiental que supone el ciclo de vida de la obra del proyecto B, desglosado también por el impacto en cada una de sus fases, obteniéndose lo siguiente:

- Desviación [%]>20 → Impacto significativo; y
- I_r [Eco-Pt99/m²]=166 > 95 → Impacto significativo.

Ambos criterios resultan significativos, por lo que la incidencia ambiental media de las obras del proyecto B es considerada excesiva.

Fases	Superficie [m ²]	I_r [Eco-Pt99/m ²]	I_i [Eco-Pt99/m ²]	Desviación [%]	CE [€/m ²]
Fase 1	88	190	96	98	830
Fase 2	22	110	100	10	340
Fase 3	160	160	94	70,2	540
Media		166	72	70	618

Tabla 3. Comparación entre el impacto ambiental real e inherente asociado a las obras del proyecto B, así como su coste económico (CE).

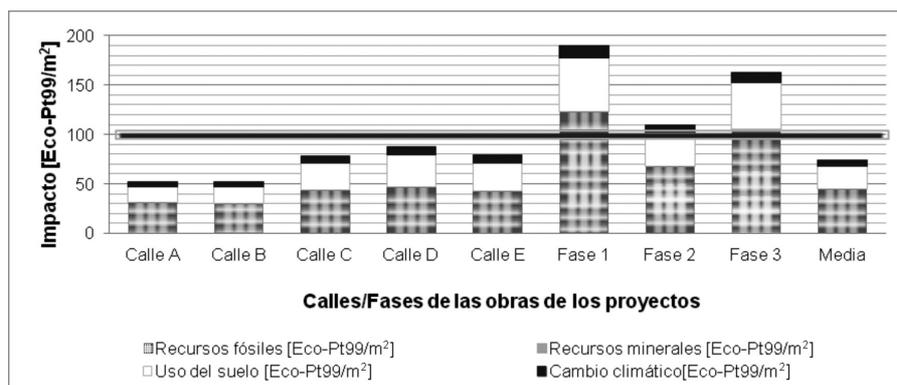


Figura 2. Impacto ambiental de las obras de los proyectos de saneamiento realizados por la MMAMB.

2.3.3. Evaluación global del impacto ambiental de las obras

En su conjunto, el impacto ambiental medio de las obras de los dos proyectos de saneamiento, y por consiguiente de los proyectos de esta tipología de obra, realizados por la MMAMB es *no excesivo* (véase también Figura 2):

- Desviación [%] = 11 < 20 % → incidencia ambiental no significativa según C1.
- I_r [Eco-Pt99/m²] = 74 < 95 → incidencia ambiental no significativa según C2.
- Coste económico de la ejecución de la obra [€/m²] = 390.

3. Objetivos, metas y programas

Una vez establecido el punto de referencia ambiental en que se encuentra la actividad de redacción y gestión de proyectos de saneamiento a cargo de la MMAMB, se plantea un programa de gestión (véase Tabla 4) que debe ser aprobado por la alta dirección de la MMAMB y que debe llevar a la consecución de un objetivo de mejora ambiental en el sistema en un determinado horizonte de tiempo.

A la vista de los resultados del análisis de las obras aprobadas en 2008, se podría plantear como objetivo la reducción del impacto ambiental de las obras de dichos proyectos en al menos un 20 % antes del final de 2012:

PROGRAMA DE GESTIÓN (AÑO 2011-2012)					
OBJETIVO	META	RESPONSABLE	RECURSOS	INDICADOR	FECHA LÍMITE
Disminuir en al menos un 20% el impacto ambiental medio de las obras de todos los proyectos de saneamiento en casco urbano a cargo de la MMAMB en 2011 en relación a los valores de las obras de 2008.	Elaborar la documentación del SGMA para la actividad de redacción y gestión de proyectos públicos de saneamiento.	Responsable del SGMA	Humanos	Aprobación de la documentación por el Director de Servicios de Espacio Público.	Enero 2011
	Sesión formativa al personal involucrado en la actividad de redacción y gestión de proyectos públicos de saneamiento de la MMAMB.	Responsable del SGMA	Humanos	Listado de asistencia firmado.	Febrero 2011
	Incluir en el pliego de cláusulas administrativas particulares de los contratos de servicio de redacción de proyectos de saneamiento el criterio de incidencia ambiental para la adjudicación de proyectos.	Responsable del SGMA	Humanos	Aprobación por Acuerdo de la Junta de Gobierno de la MMAMB o por Decreto de Gerencia.	Enero 2011
	Incluir en la notificación del contrato menor para la redacción de proyectos de saneamiento que el impacto ambiental de la obra proyectada tiene que ser no excesivo, según los criterios de significación definidos.	Responsable del SGMA	Humanos	Aprobación del modelo de la notificación del encargo por el Director de Servicios de Espacio Público.	Enero 2011
	Control del alcance del objetivo.	Responsable del SGMA	Humanos	0 < Desviación [%] < 20	Febrero 2012
	Las obras del 100 % de los proyectos tienen que tener un impacto ambiental no excesivo.	Responsable del SGMA	Humanos	1. [Eco-Pt99/m ²] < 95	

Tabla 4. Programa de gestión propuesto para la consecución de objetivos.

- A lo largo del año 2011 se podría desarrollar el programa de gestión.
- Una vez se disponga de toda la documentación del sistema aprobada, se podría proceder a la formación del personal involucrado en la actividad para que pueda aplicar las nuevas directrices marcadas por la entidad.
- Semestralmente, la alta dirección de la MMAMB podría llevar a cabo una revisión de la evolución del sistema para velar, entre otros requerimientos de éste, por el cumplimiento del programa de gestión aprobado. Para proyectos evaluados que no cumplan con lo establecido se abrirá una no conformidad (NC) para esclarecer las causas y solventarlas. Dependiendo de los motivos también se abrirá una acción preventiva (AP) o correctiva (AC) para evitar la existencia de situaciones similares.

A modo ilustrativo, si se hubiera aplicado el programa de gestión propuesto para 2011 sobre los proyectos evaluados de 2008, la incidencia ambiental excesiva de la obra del proyecto B supondría la obertura de una *No Conformidad (NC)*. Posibles mejoras incluirían modificar el proyecto B según los parámetros mínimos de diseño que establece la norma e instalar una tubería de PVC en lugar de PEAD (menos sostenible según los parámetros contemplados en el ACV realizado), lográndose así que el impacto de esta segunda obra fuese *no significativo* según los criterios establecidos (79 Eco-Pt99/m² de media, Tabla 5). Esto supondría para el proyecto B una reducción de incidencia ambiental y económica respecto a la original de un 52 % y de un 40 % respectivamente.

De esta manera se solucionaría la NC, y se concluiría la revisión del sistema con un impacto ambiental medio de las obras de los proyectos de saneamiento de la MMAMB de 59 Eco-Pt99/m² (reducción del 20 % del impacto y, por consiguiente, logro del objetivo) y con un ahorro en el PEM de las obras de un 10% (64 k€). Considerando un presupuesto para la implantación y el mantenimiento del SGMA durante el 2011 de unos 50 k€ y de unos 5 k€ para su mantenimiento en los años sucesores, el SGMA implantado hubiera quedado amortizado con creces solamente

con los beneficios asociados a las mejoras detectadas en estas dos obras.

APLICACIÓN EN ESTUDIO: REDACCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE REMODELACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CALZADAS EN VÍAS URBANAS DEL AMB

1. Introducción

La base de datos de impactos y costes creada en el marco del proyecto piloto descrito en la sección anterior es directamente utilizable en actuaciones no directamente asociadas a obras de saneamiento, siempre que se aplique dentro del mismo ámbito geográfico y temporal.

Una primera ampliación obvia es la que se refiere a las actuaciones asociadas con la remodelación y mantenimiento de calzadas: a partir de la información ya recopilada, se pueden obtener directamente valores inherentes de incidencia ambiental y económica de las obras públicas en este segundo campo. A partir de estos valores de incidencia se está estudiando la ampliación del SGMA a esta nueva área de actuaciones, siempre en el ámbito de competencias del AMB, para acabar obteniendo a medio plazo un sistema general de gestión ambiental y económica de proyectos de obras públicas.

2. Revisión medioambiental inicial (RMAI)

2.1. Estudio e identificación de los impactos ambientales

Como en el caso anteriormente descrito, la unidad funcional que se ha considerado más adecuada se refiere a la superficie, aunque esta vez, lógicamente, se trata de la superficie de calzada remodelada (m²).

En base a esta unidad funcional, se han estudiado (ACV) las actuaciones previas promovidas por el AMB en este ámbito, llegándose de nuevo a una serie de valores

orientativos sobre el impacto ambiental y económico inherentes a este tipo de actuaciones:

- El rango de impacto ambiental inherente asociado a las obras objeto de este estudio está comprendido entre los 2,2 y 8,7 Eco-Pt99/m². La relación de impacto ambiental de las actividades de obra con mayor efecto en el medio ambiente respecto al impacto total de la obra es:
 - ♦ Un 36 – 81 % para el asfaltado de la calzada,
 - ♦ Un 18 – 62 % para la colocación de la base del firme, y
 - ♦ Un 1 - 2 % para el riego de la calzada.
- El coste económico está comprendido entre los 27 y 95 €/m².

Aunque lógicamente los costes e impactos asociados (referidos unidades funcionales equiparables: en ambos casos, el área afectada) son en este caso muy inferiores a los correspondientes a actuaciones de saneamiento (no hay zanja), se observa en ambos casos una dispersión de valores semejante, dado que los factores que afectan a los impactos ambientales y económicos en ambos tipos de actuaciones son semejantes: tipo de suelo, materiales empleados (para la base del firme, para el pavimentado,...), etc.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto e ilustrado la aplicación de herramientas propias de sistemas normalizados de gestión a la gestión de obras públicas, con el objetivo de que las administraciones puedan promover actuaciones más sostenibles sin comprometer su rentabilidad económica y social.

La integración de diferentes métricas de sostenibilidad, basadas siempre en el análisis del ciclo de vida de la obra, permite una evaluación transparente de los resultados a diferentes niveles (especialmente: económico y ambiental) y permite una toma de decisiones

consecuente en cualquier momento del proceso (adjudicación, ejecución, mantenimiento...), cosa siempre importante, pero que adquiere especial relevancia en momentos de crisis, en los que la conservación de los recursos

Fases	Superficie [m ²]	I _r actual [Eco-Pt99/m ²]	I _r con SGMA [Eco-Pt99/m ²]	Coste económico actual [€/m ²]	Coste económico con SGMA [€/m ²]
Fase 1	88	190	78	830	370
Fase 2	22	110	99	340	470
Fase 3	160	160	76	540	360
Media		166	79	618	372

Tabla 5. Comparación entre las incidencias ambiental y económica de las obras del proyecto B y las que se hubieran obtenido con las correcciones derivadas de la aplicación del sistema propuesto.

disponibles (económicos y/o ambientales) es un tema especialmente sensible.

La base de datos creada en el marco de una aplicación concreta ha acabado por incorporar información correspondiente a muchos elementos en común con cualquier otra obra pública realizada en el mismo ámbito por lo que, a partir de una primera aplicación piloto, es relativamente sencillo ampliar progresivamente el ámbito de trabajo para incorporar la información relacionada con otros trabajos de ingeniería civil. En el caso presentado, una primera aplicación en el ámbito de saneamiento ha sido directamente ampliada para gestionar obras de mantenimiento y remodelación de calzadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- I. "Comunicación interpretativa de la comisión sobre la legislación comunitaria de contratos públicos y las posibilidades de integrar los aspectos medioambientales en la contratación pública". Diario Oficial de la Unión Europea, 28 de noviembre de 2001, núm. C 333, p. 3.
- II. "Reglamento (CE) nº 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2001, por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales" (EMAS). Diario Oficial de la Unión Europea, de 24 de abril de 2001, núm. L 114, p. 1-29.
- III. "UNE-EN ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso". (ISO 14001:2004). Asociación Española de Normalización y Certificación, 15 de noviembre de 2004, p. 1-36.
- IV. "Ley 3/2007, de 4 de julio, de la obra pública". Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya, de 6 de julio de 2007, núm. 4.920, p. 22.565.
- V. "UNE-EN ISO 14040:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia". (ISO 14040:2006). Asociación Española de Normalización y Certificación, 27 de diciembre de 2006, p. 1-30.
- VI. "UNE-EN ISO 14044:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices". (ISO 14044:2006). Asociación Española de Normalización y Certificación, 27 de diciembre de 2006, p. 1-56.
- VII. CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS. MINISTERIO DE FOMENTO Y MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE "Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano". Sección de Edición CEDEX, 2007, p. 78, 96, 145, 199, 483-484.
- VIII. "Normativa EN 1610:1997 Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento". Asociación Española de Normalización y Certificación, septiembre 1998, p. 11-12.
- IX. "ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1 – IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras". Boletín Oficial del Estado, de 12 de diciembre de 2003, núm. 297, p. 44.274-44.292.
- X. "ORDEN de 27 de diciembre de 1997 por la que se aprueba la Norma 3.1 – IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras". Boletín Oficial del Estado, de 2 de febrero de 2000, núm. 28, p. 4.724-4.778.
- XI. PRODUCT ECOLOGY CONSULTANTS (PRÉ). "The Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment". Methodology Report. Third Edition. Amersfoort, 2001. http://www.pre.nl/download/EI99_methodology_v3.pdf. Consultado 30-noviembre-2009. 

