

Título del trabajo/ Title of paper

METODO DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL LUMÍNICO
PARA INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

Autor/es/ Author/s

Manuel García Gil

Afiliación/es del autor/es/ Affiliation/s of the author/s

Equipo de Estudios Luminotécnicos.
Universidad Politécnica de Cataluña

Dirección principal/ Mail adress

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona,
Universitat Politècnica de Catalunya.
Departamento de proyectos de ingeniería.
Avda. Diagonal 647, Planta 10,
08028 Barcelona.

Teléfono, fax, e-mail de la persona de contacto/
Phone, fax number and e-mail adress of the contact person

manuel.garcia.gil@upc.edu
Tel. 93.401.71.68

Tema:

Investigación y Desarrollo

1. Alumbrado interior y Luz natural
2. Aspectos generales de la iluminación
- 3. Científico y Formación**
4. Divulgación
5. Economía de la iluminación
6. Eficiencia Energética
7. Fotobiología, Fotoquímica y UV
8. Fotometría y Luminotecnia
9. Fuentes de luz
10. Iluminación y Señalización para el transporte
11. Imagen
12. Informática
- 13. Investigación y Desarrollo**
14. Los LEDs y sus aplicaciones
- 15. Luz y Salud**
16. Normativa y Legislación
17. Novedades
18. Realizaciones
19. Visión y color

Resumen texto, con principales resultados/
Summary of text with principal results

En la elaboración de un proyecto lumínico (ya sea dentro de otro proyecto de mayor envergadura o como propio), se tienen en cuenta como valores de diseño: niveles lumínicos, deslumbramiento, uniformidades, condiciones de mantenimiento futuras... La magnitud contaminante se puede considerar también según la metodología RAMA-L desarrollada por Estudios Luminotécnicos y presentada en el Simposium de Pontevedra del año 2009. Se obtienen datos cuantitativos como el Grado Relativo de Emisión (GRE) y la Emisión de Flujo Superior (EFS). Estas magnitudes, no tienen en cuenta la afectación al entorno, sino la magnitud del foco contaminante.

Sin embargo en la concepción del proyecto, se puede considerar una Evaluación del Impacto Ambiental de la luz en el entorno. Las repercusiones de las radiaciones emitidas por las fuentes de luz y redirigidas por las luminarias. Actualmente, los Estudios de Impacto Ambiental se centran en el cumplimiento de normativa (FHSi requerido, uso de lámparas adecuadas, luz intrusa...), pero no tienen en cuenta la sensibilidad del entorno en la afectación general ...

En el presenta ponencia, presentada en la modalidad de **panel de trabajo**, se presenta la metodología y objetivos que está desarrollando el Grupo de Estudios de Impacto Ambiental Lumínico, para obtener una metodología que tenga en cuenta la afectación sobre el entorno y sus diferentes afectaciones:

- Salud humana
- Ecosistema natural
- Incremento del brillo de la cúpula celeste

del alumbrado exterior artificial nocturno.

Este EIA Lumínico, quiere ser una herramienta de consulta y decisión para la elección de alternativas de diseño en instalaciones de alumbrado, integrando la afectación medioambiental como una variable más de diseño.

1.Introducción

El alumbrado artificial es una herramienta que proporciona servicio a la humanidad desde hace miles de años. En su inicio (mediante el fuego, aceites, cera...), se utilizaba para exportar la luz natural del Sol a espacios interiores y también en ciertas ocasiones durante las horas de ausencia de luz natural; sin embargo estas actividades eran más bien minoritarias.

Desde el siglo pasado con la implantación del alumbrado de gas y sobretodo con el eléctrico, estas actividades se han generalizado y actualmente se consideran como una condición más en el discurrir de la vida en las zonas desarrolladas.

La **función del alumbrado** es la de producir una energía lumínica que proporcione una información para que el ser humano pueda realizar una actividad determinada, en garantías de rendimiento, calidad, seguridad y satisfacción.

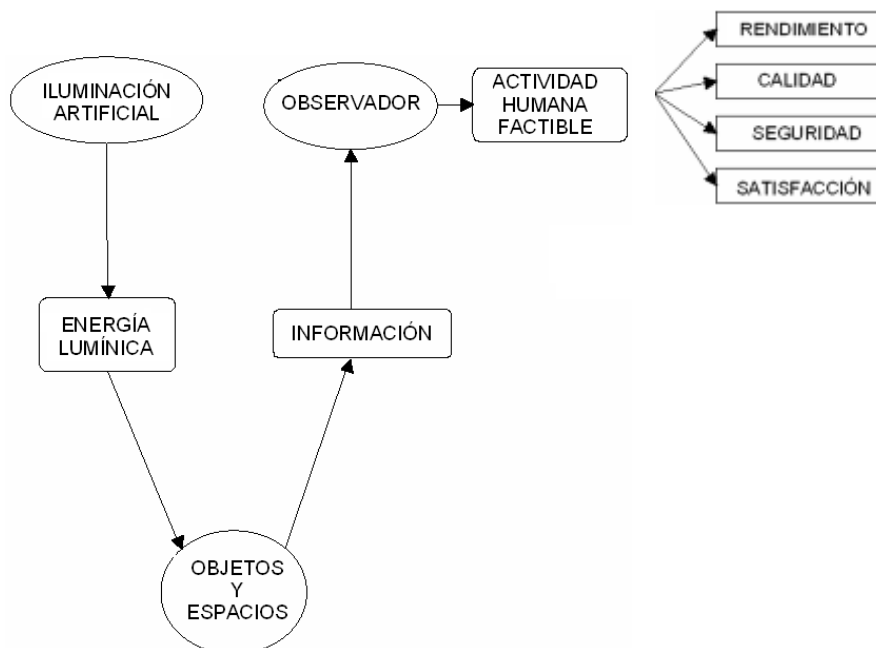


Diagrama de funciones generales del alumbrado.
Fuente: Estudis Luminotècnis UPC [2]

La calidad y cantidad del servicio a proporcionar, se rigen según la reglamentación y normativa actual vigente. En el caso del alumbrado exterior nocturno, tiene la función principal de ampliar la actividad que se realiza durante el día, también a la noche. Y proporcionando la función por ejemplo:

- Conducción vehículos
- Tránsito de peatones
- Realización de una actividad laboral.
- Ocio y reunión
- Estética y representación
- ...

Cuando utilizamos luz artificial en un espacio compartido, es frecuente que podamos producir molestias a otros usuarios. Este fenómeno se produce en zonas interiores, con mucho más motivo lo encontramos en espacios exteriores que, por definición, son zonas de uso plural, generalmente zonas de “uso publico”. Mientras la aplicación del alumbrado artificial exterior era limitada y discretos los niveles de iluminación utilizados, esta problemática era muy reducida, por no decir inapreciable. A medida que su uso se ha ido extendiendo y prolongando, los niveles de iluminación utilizados son cada vez mayores. A la iluminación de los espacios se suman las decoraciones, los rótulos, la publicidad, la iluminación festiva...la luz ha desbordado sus límites propios y ha invadido los terrenos próximos, las nubes, las ventanas de los dormitorios...ha llegado a constituirse en un espectáculo hermoso, pero inútil y caro, para las cámaras que nos contemplan desde el espacio [3].

La función básica del alumbrado necesita toda una serie de recursos y genera residuos que hay que considerar:

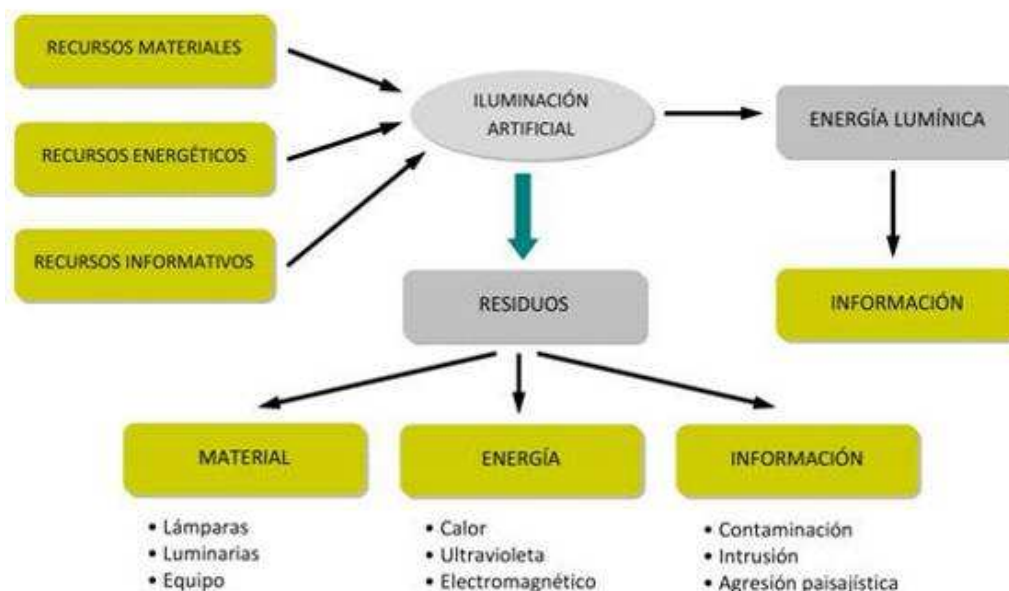


Diagrama de repercusiones medioambientales del alumbrado.
Fuente: Estudis Luminotècnis UPC

Estos residuos pueden ser Materiales (provenientes de las lámparas, luminarias, instalaciones...), Energía no visible (IR, UV, electromagnética..) e Información.

La finalidad de esta ponencia, presentada en la modalidad de Panel de Trabajo, es la de hacer el planteamiento del método y las herramientas para la cuantificación del **Impacto Ambiental Lumínico**. En una próxima edición del Congreso Nacional de Alumbrado se mostrarán los resultados conseguidos en la investigación.

El alcance del estudio se enmarca en las repercusiones que genere la energía lumínica de las instalaciones de alumbrado artificial durante la noche. No es objeto de este estudio el análisis del impacto de los residuos, consumo o generación de energía....

2. Estudio de la situación actual

2.1. Definición de la Contaminación Lumínica

La Contaminación se puede definir como:

“Alteración nociva de la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos”

Fuente: Real Academia Española - 2011

O desde un punto de vista más técnico:

“The contamination of air, water, or soil by substances that are harmful to living organisms. Pollution can occur naturally, for example through volcanic eruptions, or as the result of human activities, such as the spilling of oil or disposal of industrial waste. Light from cities and towns at night that interferes with astronomical observations is known as light pollution. It can also disturb natural rhythms of growth in plants and other organisms. Continuous noise that is loud enough to be annoying or physically harmful is known as noise pollution. Heat from hot water that is discharged from a factory into a river or lake, where it can kill or endanger aquatic life, is known as thermal pollution”

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency

Entrando en fuentes más luminotécnicas y reglamentaciones oficiales, podemos tener estas tres definiciones, en el caso de Contaminación Lumínica:

“El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas”.

Fuente: R.D. 1890/2008 . Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior.

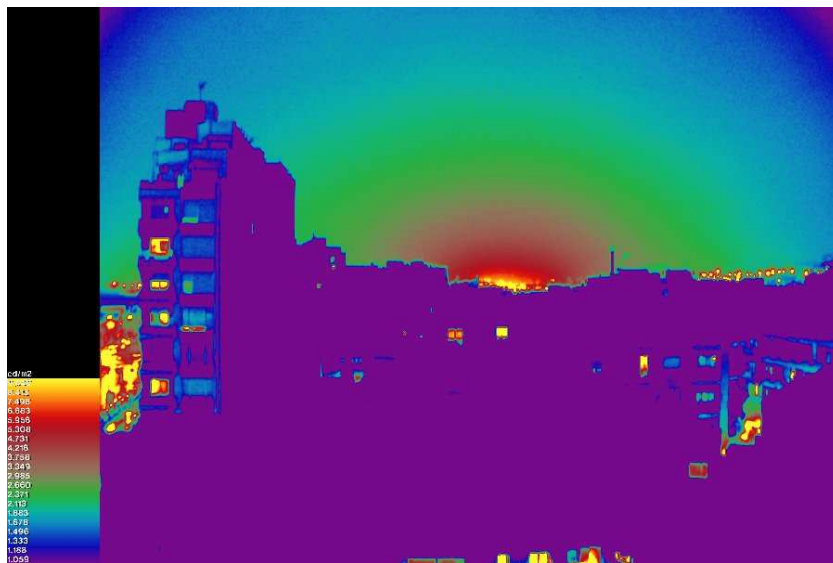
“... la emisión de flujo lumínico de las fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarias para la realización de las actividades previstas en la zona que se han instalado las luces”

Fuente: Llei 6/2001. Protecció del Medi Nocturn (Generalitat de Catalunya).

Según esta definición, si tenemos una instalación como un campo deportivo, perfectamente iluminado:

- Con proyectores de halogenuros metálicos elevada potencia, apantallados y con FHSi=0%
- Con niveles lumínicos adecuados para la retransmisión deportiva.. (por ejemplo 1500 luxs)

Esta instalación no produciría contaminación lumínica. Pero no es estrictamente cierto según la definición de lo que es contaminación.



**Incremento de brillo del cielo producido por campo de futbol perfectamente proyectado.
Fuente: Estudis Luminotècnics UPC**

Una definición con consideración medioambiental (y no solo funcional y de instalación) de lo que es la Contaminación Lumínica es:

“ Any adverse effect of artificial light including sky glow, glare, light trespass, light clutter, decreased visibility at night, and energy waste”

Fuente: <http://www.darksky.org>

Donde se considera que la contaminación lumínica son los efectos adversos producidos por el alumbrado artificial nocturno en el entorno.

El método presentado y a desarrollar, tienen como objetivo proporcionar una herramienta para la evaluación del impacto ambiental de una intervención sobre el alumbrado artificial nocturno, por lo tanto, el impacto de la Contaminación Lumínica.

2.2.Repercusiones de la luz sobre el entorno:

La energía lumínica tiene unas repercusiones que se pueden resumir muy brevemente en :

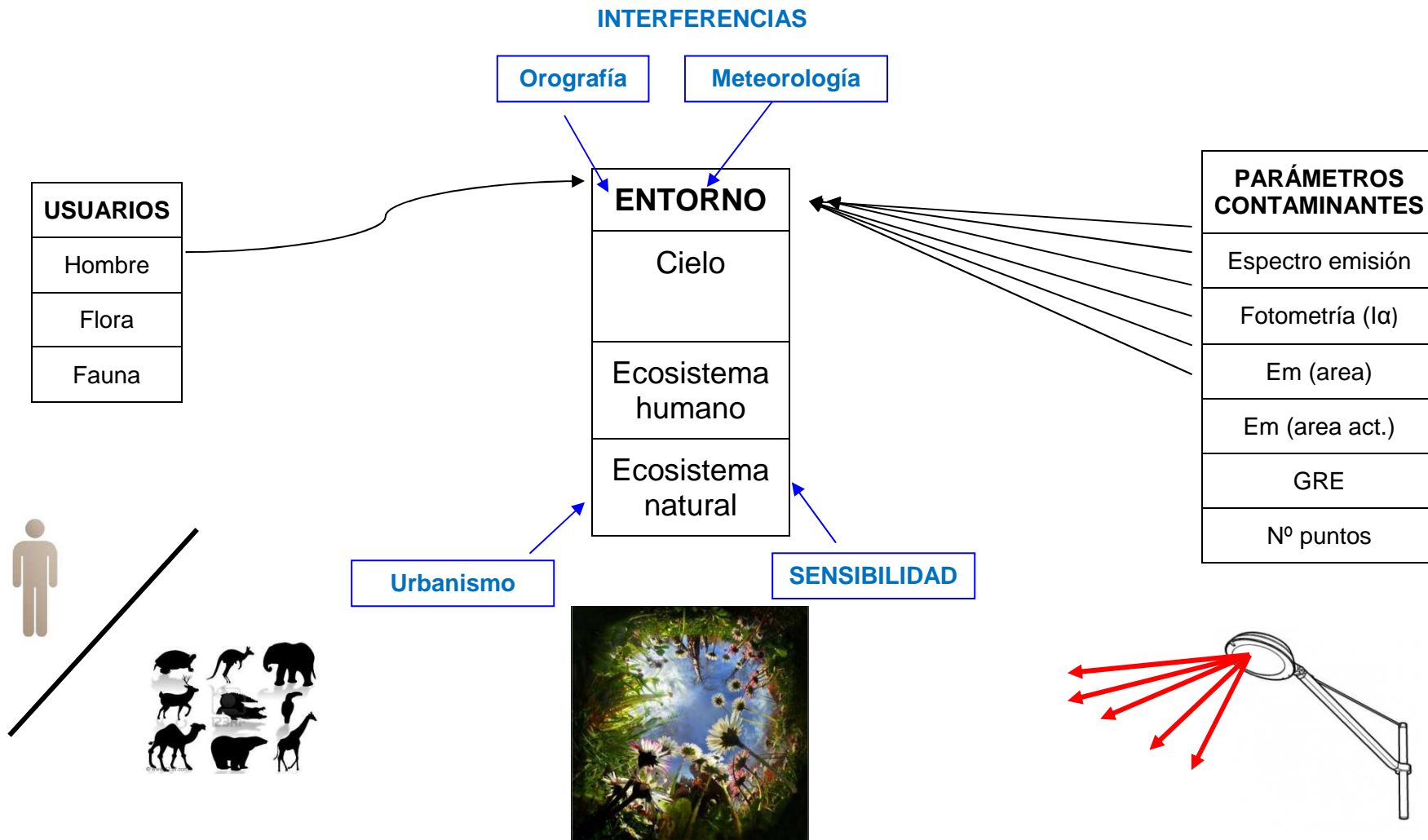
- Incremento de la oscuridad nocturna: Con repercusiones en la visión del cielo nocturno
- Intrusión lumínica en ecosistemas naturales: Afectación en el entorno natural de flora y fauna.
- Modificación de las condiciones de hábitat humano: Modificación de las condiciones de oscuridad naturales humanas.

En los diagramas siguientes se pueden observar los diferentes factores que pueden influir en el estudio de estas repercusiones:

- Factores luminotécnicos: Asociados a la tipología, implantación y uso de los sistemas de alumbrado [4]
- Interferencias en el entorno: Situaciones no constantes en el entorno condicionan que la afectación sea superior o inferior dependiendo de su estado. Un ejemplo claro es la importancia de la concentración de partículas en suspensión para el incremento de brillo nocturno[1].
- Tipología y sensibilidad de entorno: La afectación de determinados parámetros serán diferentes dependiendo de la cantidad de especies naturales nocturnas, proximidad de observatorios astronómicos...
- Usuarios : Aquellos individuos que estén en el entorno a analizar, y pueden verse afectados por ser los destinatarios del servicio que proporciona el alumbrado o se ven afectados de forma indirecta por la actividad de los primeros. Esta afectación, en caso de ser perjudicial, debe minimizarse.

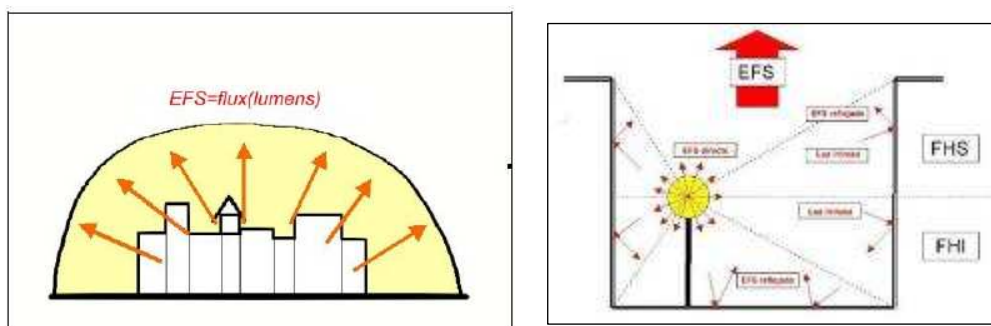
Por lo tanto estas repercusiones son producidas por la intrusión de la luz (como elemento artificial) en un entorno , y en el que puede producir modificaciones.

ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL IMPACTO AMBIENTAL LUMÍNICO



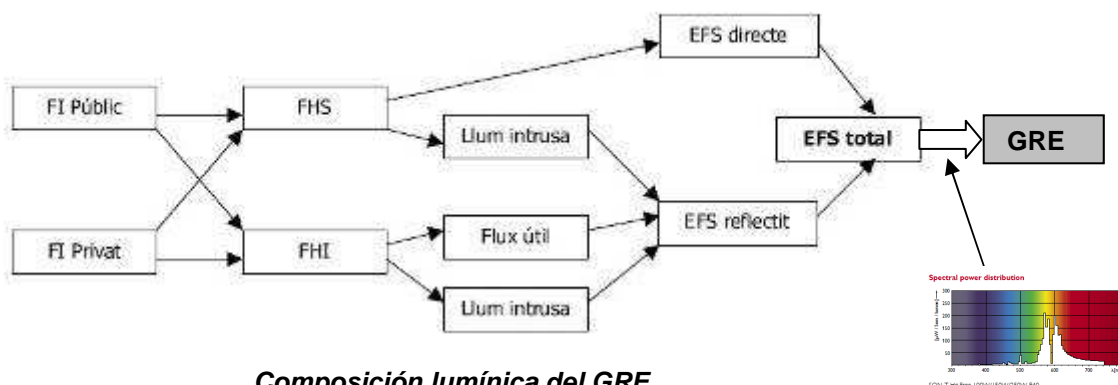
2.3.Ratio y Análisis Medio Ambiental - Lumínico:

El método RAMA-L [5] es un método desarrollado por Estudios Luminotécnicos UPC para cuantificar el potencial grado de incremento de brillo que puede tener una instalación de alumbrado.



Diagramas explicativos del RAMA-L
 Fuente: Estudis Luminotècnics UPC

Uno de sus salidas como método es el Grado Relativo de Emisión, magnitud adimensional que tiene en cuenta el flujo lumínico contaminante (EFS) real de una instalación y su potencial dispersión en la atmósfera según la distribución espectral de las fuentes de luz que se utilicen.



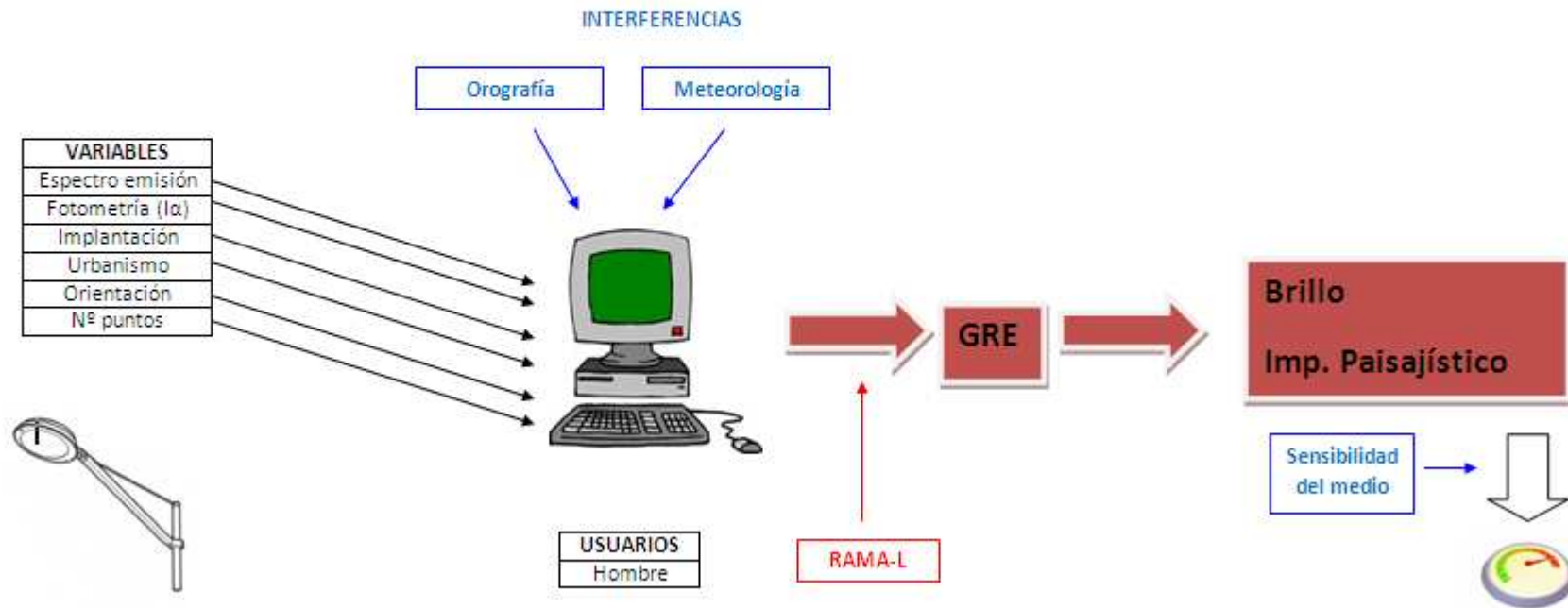
Composición lumínica del GRE
 Fuente: Estudis Luminotècnics UPC

Este método tiene en cuenta las instalaciones de alumbrado y cuanto pueden contaminar, pero no su efecto en la cúpula celeste. Esto es cuantificable gracias a la aportación de la Hector Solano en 2010, donde relaciona por primera vez las características más estrictas de las instalaciones de alumbrado y su entorno, con el incremento de brillo nocturno [1].

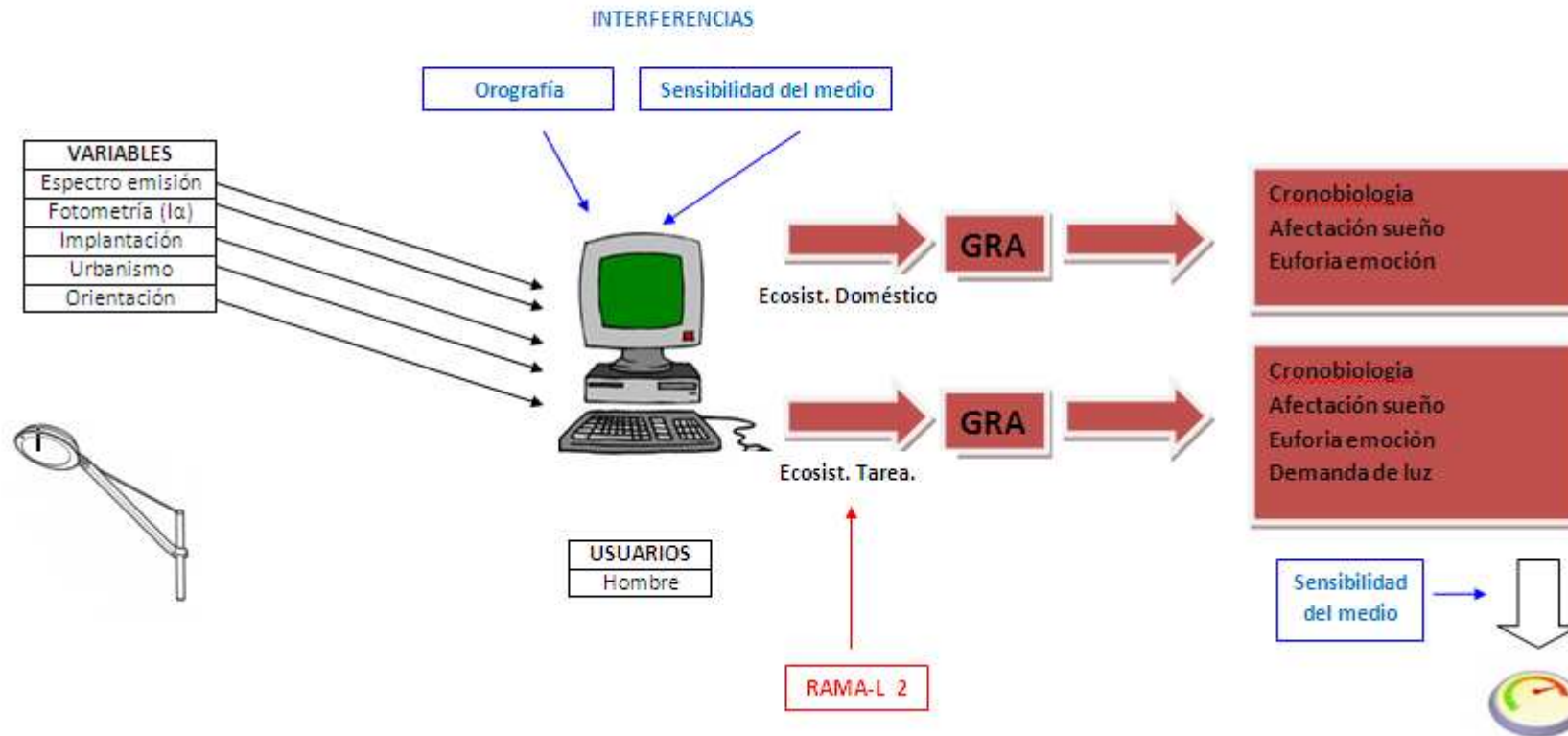
3. Presentación de la metodología de trabajo

La metodología de trabajo se centrará en el estudio de los diferentes afectaciones medio ambientales, y un análisis de las fuentes y métodos actuales para la formalización de sus resultados. En las tres siguientes figuras se muestra la metodología esquemática de estudio.

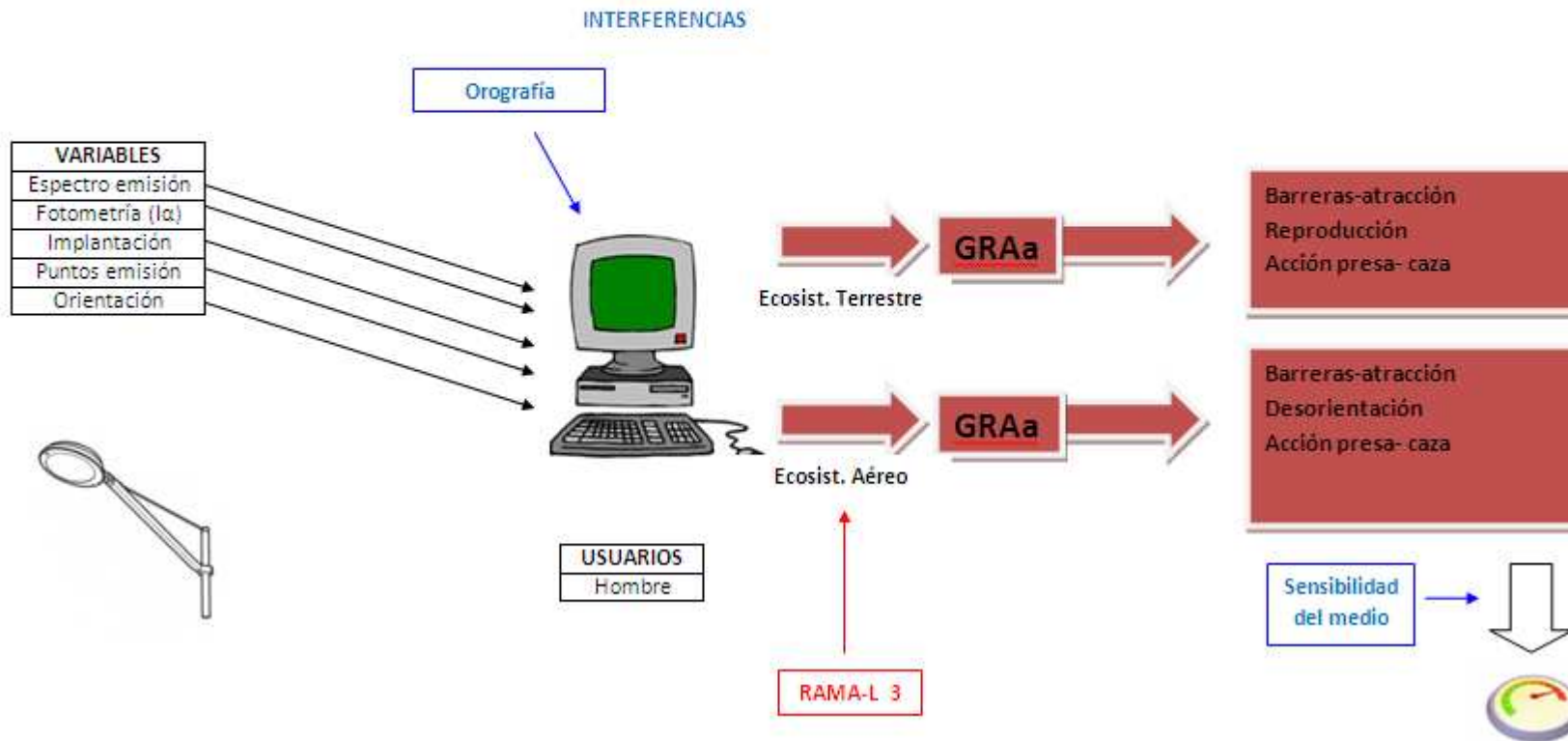
AFECCIÓN A ENTORNO VISIÓN ESTRELLAS



AFECTACIÓN A ENTORNO ECOSISTEMA HUMANO



AFECTACIÓN A ENTORNO ECOSISTEMA NATURAL



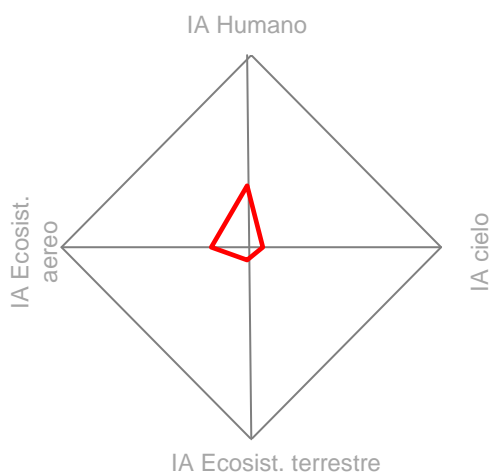
4.Previsión de resultados y estudios realizados en la línea de trabajo

El resultado final esperado será una **herramienta** de fácil uso que proporcione una valoración sobre el impacto que puede producir la energía lumínica de una instalación de alumbrado artificial teniendo en cuenta la sensibilidad de la zona donde va a estar instalada.

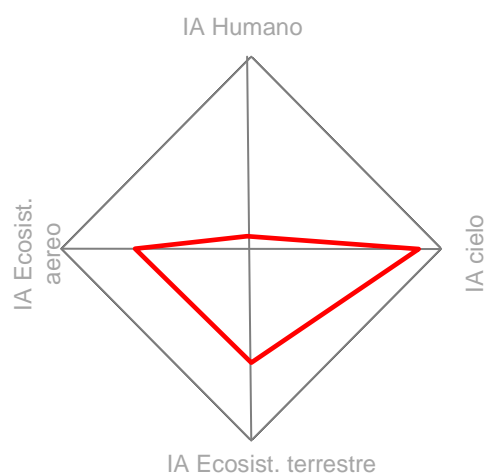
Esta herramienta puede ser una ayuda más en la elaboración de proyectos de alumbrado para tomar decisiones sobre las diferentes alternativas de proyecto con el objeto de poder elegir la más conveniente en todo caso; o analizar una instalación a ser ejecutada , bajo la componente Medio Ambiental como un factor más a considerar en el Proyecto de Ingeniería.

En esta valoración se podrán considerar las diferentes repercusiones, como impactos diferenciados en cada caso. A continuación se presenta el posible resultado de la Evaluación del Impacto Ambiental de la misma instalación lumínica que cumpliera la normativa vigente, situada en:

- A: Barrio residencial del un casco urbano de una gran ciudad
- B: Gasolinera muy cercana a un observatorio astronómico profesional, en una reserva natural.



Barrio residencial



Gasolinera STAR

Ejemplo provisional de salida del método de estudio. La misma instalación en un entorno con diferente sensibilidad a las diferentes afectaciones.

5. Bibliografía

Libros, artículos, ponencias:

- [1]. H. A. Solano Lamphar, R. San Martín Páramo
"Mathematical model for the measurement of light pollution".
CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency". Wien 2010
- [2] M. Garcia Gil, H. A. Solano, R. San Martín Páramo, P. Francia Payàs
"LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA. Una visión desde el foco contaminante: El alumbrado artificial.". Edicions UPC (libro en desarrollo)
- [3] GRUPO INDAL
"Manual de luminotecnica de Indal"
- [4] SANYÉ, J – Garcia Gil M.
"Estudios de contaminación lumínica mediante medición de casos reales y simulaciones informáticas".
CEI 2001. XXVII Simposium Nacional de alumbrado de Pontevedra.
- [5] M. Garcia Gil, H. A. Solano .
"Quantification and Assessment of the energy waste due to obstructive light." Research methodology and analysis: RAMA-L".
CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency". Wien 2010

Normativa de consulta:

- Real Decreto. 1890/2008 . Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior.
- Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- Decret 82/2005, de 3 de maig, pel qual s'aprova el Reglament de desenvolupament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.
- Decreto 357/2010 3 agosto de 2010: Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética. (Junta de Andalucía)
- Ley 3/1998, de 27 de febrero, de la Intervención Integral de la Administración Ambiental. (Vigente hasta el 11 de agosto de 2010)
- Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats