



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Los servicios ecosistémicos ambientales y culturales en la valoración de riesgos post-incendio

CASTRO ATANES, A.¹ y LOUREIRO GARCÍA, M.²

¹ Departamento de fundamentos de análisis económico, Universidade de Santiago de Compostela.

² Departamento de fundamentos de análisis económico, Universidade de Santiago de Compostela.

Resumen

En este trabajo se estiman y valoran económicamente las preferencias sociales hacia la restauración de servicios ecosistémicos ambientales y culturales para apoyar la toma de decisiones en el contexto de la restauración de áreas recientemente quemadas en la zona SUDOE. Utilizamos para ello un experimento de elección discreta (DCE). Esto nos proporciona un valor económico asociado a cada uno de los valores ecosistémicos restaurados (ambientales y sociales), que se podrán utilizar para valorar los posibles daños post incendio y así tomar medidas de prevención adecuadas. Los resultados indican que dentro de las actuaciones post incendio las más valoradas son las que protegen los servicios ambientales en riesgo, especialmente en las zonas protegidas.

Palabras clave

Servicios ecosistémicos, valoración económica, incendios, Flickr.

1. Introducción

El fuego es un importante proceso ecosistémico que afecta de forma significativa a los sistemas terrestres, acuáticos y atmosféricos de todo el mundo, generando costes ambientales, económicos y sociales difíciles de valorar antes de que este suceda. A raíz de esto, en las últimas décadas, los incendios forestales han recibido una gran atención especialmente en el Sur de Europa, por ser una de las perturbaciones más frecuentes e importantes a las que están sometidos los ecosistemas forestales de la zona.

Tras la ocurrencia de un incendio, es importante actuar rápidamente en la aplicación de tratamientos de emergencia, si se consideran necesarios, lo que se denomina los tratamientos de emergencia post-incendio. La razón es que el principal desencadenante de los riesgos post-incendio son los fenómenos meteorológicos extremos, principalmente las lluvias torrenciales que pueden ocasionar grandes pérdidas ecosistémicas y materiales, especialmente en las zonas más erosionadas (Ferreira et al., 2015).

Los riesgos post-incendio son los efectos secundarios del aumento de las inundaciones, la escorrentía, la erosión, la vulnerabilidad a las plagas o las especies invasoras que pueden producirse por la pérdida de la cubierta vegetal o el cambio de las propiedades del suelo debido a un incendio forestal (Calking, 2007). Por ejemplo, las cenizas de un incendio forestal pueden contaminar un río y, en consecuencia, afectar a las actividades económicas derivadas de los recursos fluviales o al suministro de agua. Así, la mitigación de las amenazas causadas por los incendios forestales mediante un tratamiento de emergencia puede evitar las peores consecuencias para los recursos afectados.

Por lo tanto, uno de los principales requisitos del análisis económico de la viabilidad de los diferentes tratamientos de emergencia posibles es que sea posible obtener los precios de los recursos potencialmente dañados o los costes de restauración asociados a todos los impactos posibles. En general, esto no es un problema a la hora de evaluar los conocidos como valores de mercado, tales como las pérdidas materiales directas. Sin embargo, puede ser un problema cuando la valoración se realiza sobre valores no de mercado (ambientales y culturales), que en la mayoría de los casos requieren realizar estudios ad hoc para cada situación, utilizando metodologías como la

transferencia de beneficios o la disposición a pagar que pueden requerir una gran cantidad de tiempo para ser llevadas a cabo en cada situación específica.

Estudios como este, que ayudan a valorar económicamente los servicios en riesgo en cada zona, ayudan a discernir qué incendios pueden causar más problemas a la sociedad y una mayor degradación de los ecosistemas afectados, además de contribuir en la toma de decisiones a la hora de seleccionar las zonas prioritarias para acciones de mitigación de los posibles daños.

2. Objetivos

La perspectiva económica en los proyectos de intervención de emergencia post-incendio no está demasiado desarrollada en Europa, aunque se han generado un número importante de avances en EEUU (Calkin, 2007); (Calkin, 2011). Estos avances se basan principalmente en el análisis coste-beneficio que considera tanto el valor económico de los recursos amenazados como las probabilidades estimadas (a través del asesoramiento de expertos técnicos) de que un determinado nivel de amenaza (por ejemplo, una mayor probabilidad de inundación en una zona determinada) pueda dañar un valor en riesgo.

En el trabajo de Calkin (Calkin, 2007), se desarrolla un enfoque híbrido: coste-beneficio para los valores de mercado en riesgo y Valor Mínimo Implícito para evaluar los valores de no mercado en riesgo. El Valor Mínimo Implícito se calcula como el coste del tratamiento de emergencia dividido por la reducción de la probabilidad de experimentar daños en el valor en riesgo debido al tratamiento de emergencia. El Valor Mínimo Implícito es básicamente un resultado indicativo del valor económico que deben superar los valores en riesgo para que sea económicamente justificable intervenir para protegerlos. El hecho de que el valor económico del valor de no mercado en riesgo supere o no la cantidad delimitada por el valor mínimo implícito se determina a discreción de los técnicos responsables y, por tanto, con un cierto grado de subjetividad, pues no existen precios.

Proponemos un Experimento de Elección Discreta (EDC) como metodología para estimar la valoración económica medida en términos de la disposición a pagar (DAP) para evitar la pérdida de los valores en riesgo (Calkin, 2007), así como el coste de un posible tratamiento de emergencia y que permite agilizar en gran medida la evaluación económica post-incendio.

Tabla 1. Valores en riesgo.

Tipo	Nombre	Ejemplo	Atributo genérico
Valores de mercado en riesgo	Pérdida económica	Carreteras, edificios...	Valor económico en riesgo (€/ha)
	(Pérdida de uso)	Acceso a carreteras cerradas	
Valores no comerciales en riesgo	Pérdida ecológica	Especies protegidas, hábitats...	Clasificación ZEPA y/o ZEC Natura 2000 en la región
	Pérdida cultural	Edificios históricos, artefactos arqueológicos...	Número de visitantes anuales estimado

El riesgo para la vida humana también debe ser considerado a la hora de plantear la aplicación de un tratamiento de emergencia como una prioridad fundamental (León & Miguel, 2017). Sin embargo, no hemos incluido este atributo dentro de la elección de este estudio ya que suponemos que el hecho de que un determinado riesgo post-incendio implique una potencial amenaza para la vida humana es razón suficiente para la aplicación de un tratamiento de emergencia que garantice la supresión de dicha amenaza.

La disposición a pagar, a veces abreviada como DAP, es el precio máximo que un individuo está dispuesto a pagar por un producto o servicio. En este caso, el 'servicio' sería evitar la pérdida, a

causa de los incendios, de los servicios culturales, económicos o medioambientales que nos proporcionan los bosques.

Una parte importante de los servicios ecosistémicos (SE) son los servicios culturales (SEC), los beneficios ‘no materiales’ que obtiene el ser humano del entorno. Conocer su valor es fundamental para tomar medidas adecuadas para la protección de dichos recursos, pero su cálculo no suele ser sencillo. La valoración de los SEC ha sido ampliamente estudiada en la literatura en las últimas décadas, por lo que se dispone de una masa significativa de conocimientos sobre estos (Czucz, 2018), pero existen nuevos métodos, que incluyen a las redes sociales (Zhang, 2020), en el proceso de valoración económica. La capa de servicios ecosistémicos recreativos desarrollada en este proyecto se basa en múltiples datos procedentes de diversas fuentes: hemos obtenido un total de 3.065.000 observaciones de Flickr; microdatos mensuales del INE; y los resultados extraídos de los experimentos de elección discreta (DCE).

3. Metodología

Los experimentos de elección discreta (EDC) son una metodología bien conocida para obtener preferencias hacia distintos atributos o características de un bien (Alló & Loureiro, 2020), que en nuestro caso es una actuación post-incendio.

Hemos diseñado una encuesta original distribuida vía web que consta de tres partes claramente diferenciadas: el cuerpo del cuestionario con todas las preguntas se configuró en la plataforma de encuestas online de una reputada empresa de marketing. Esta primera plataforma proporcionaba un enlace al dominio webquestions.net que permitía a cada encuestado conectarse a una segunda plataforma, alojada en servidores externos.

En este marco, el responsable de la toma de decisiones (DM) debe elegir entre un conjunto de alternativas que representan posibles estrategias de tratamiento tras el incendio. En muchos casos, es posible que no haya una sola estrategia que domine claramente a las demás debido a las compensaciones entre los atributos que las definen. En estos casos, conviene que el gestor encargado de seleccionar la estrategia óptima tenga acceso a las preferencias sociales sobre los atributos para basar la elección (Scholl, Manthey, Helm, & Steiner, 2005).

Modelo Logit Condicional

Utilizando las respuestas a nuestro modelo DCE, y con el fin de tener una primera aproximación empírica, estimamos un modelo logit condicional o de efectos fijos para datos de panel. Este es un modelo logit particularmente apropiado en modelos de comportamiento de elección, donde las variables explicativas pueden incluir atributos de las alternativas de elección (por ejemplo, el coste) así como características de los individuos que realizan las elecciones (como la edad o la zona en la que viven). Primero introduciré el modelo logit multinomial en términos de una variable latente subyacente:

Supongamos que Y_i representa una elección discreta entre J alternativas. Que U_{ij} representa el valor o la utilidad de la j -ésima elección para el i -ésimo individuo. Trataremos las U_{ij} como variables aleatorias independientes con un componente sistemático η_{ij} y un componente aleatorio ϵ_{ij} tal que

$$U_{ij} = \eta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Suponemos que los individuos actúan de forma racional, maximizando su utilidad. Así, el sujeto i elegirá la alternativa j si U_{ij} es la mayor de U_{i1}, \dots, U_{iJ} . Nótese que la elección tiene un componente aleatorio, ya que depende de utilidades aleatorias. La probabilidad de que el sujeto i elija la alternativa j es

$$\pi_{ij} = Pr\{Y_i = j\} = Pr\{\max(U_{i1}, \dots, U_{iJ}) = U_{ij}\}$$

Se puede demostrar que si los términos de error ϵ_{ij} tienen distribuciones estándar de valor extremo de tipo I con densidad

$$f(\epsilon) = \exp\{-\epsilon - \exp\{-\epsilon\}\}$$

entonces

$$\pi_{ij} = \exp\{\eta_{ij}\} / \sum \exp\{\eta_{ik}\}$$

que es la ecuación básica que define el modelo logit multinomial.

En el caso especial en el que $J = 2$, el individuo i elegirá la primera alternativa si $U_{i1} - U_{i2} > 0$. Si las utilidades aleatorias U_{ij} tienen distribuciones de valor extremo independientes, se puede demostrar que su diferencia tiene una distribución logística, y obtenemos el modelo de regresión logística estándar.

McFadden (1973) propuso modelar las utilidades esperadas η_{ij} en términos de características de las alternativas en lugar de atributos de los individuos. Si z_j representa un vector de características de la j -ésima alternativa, entonces postuló el modelo

$$\eta_{ij} = z'_j \gamma$$

Este modelo se denomina modelo logit condicional, y resulta ser equivalente a un modelo log-lineal donde el efecto principal de la respuesta se representa en términos de las covariables z_j . Obsérvese que con J categorías de respuesta el margen de respuesta puede reproducirse exactamente utilizando cualquier $J - 1$ atributos linealmente independientes de las elecciones.

Recopilación de datos

Para generar el diseño del cuestionario dirigido a una muestra representativa de la población española, se llevó a cabo un proceso de entrevistas y reuniones con expertos en riesgo post-incendio durante las primeras etapas de análisis. A partir de la información recogida en estas reuniones, se definieron los atributos más relevantes y niveles de cada uno de ellos a utilizar en el cuestionario.

El objetivo del cuestionario realizado en este estudio es ayudar a la toma de decisiones en escenarios post-incendio. En concreto, este cuestionario se realizó en el contexto del proyecto de investigación EPyRIS Joint Strategy for the Protection and Recovery of ecosystems affected by wildfires. Así, las características de diseño, como los atributos y sus niveles, están fuertemente condicionadas tanto por el alcance del proyecto, que es ayudar a la toma de decisiones en el conjunto del Espacio Sudoeste, como por las bases de datos disponibles.

En cuanto al alcance del proyecto, el diseño de un cuestionario cuyos resultados sean generalizables a cualquier situación post-incendio dentro del área SUDOE supone un reto frente a la generación de un diseño que en torno a un escenario de valoración concreto. Esto se debe a que, en el caso general, es necesario seleccionar atributos y niveles lo suficientemente genéricos como para describir cualquier situación determinada pero lo suficientemente específicos como para que los encuestados entiendan correctamente la descripción de los escenarios en el cuestionario.

El segundo factor que condiciona el diseño es la información geográfica disponible en el Proyecto. Estas bases de datos están formadas por capas del SIG que cubren todo el Espacio SUDOE y tanto los atributos como sus niveles deben ser seleccionados en función de la disponibilidad y naturaleza de los datos que los representarán en los casos prácticos.

Los atributos finalmente seleccionados fueron

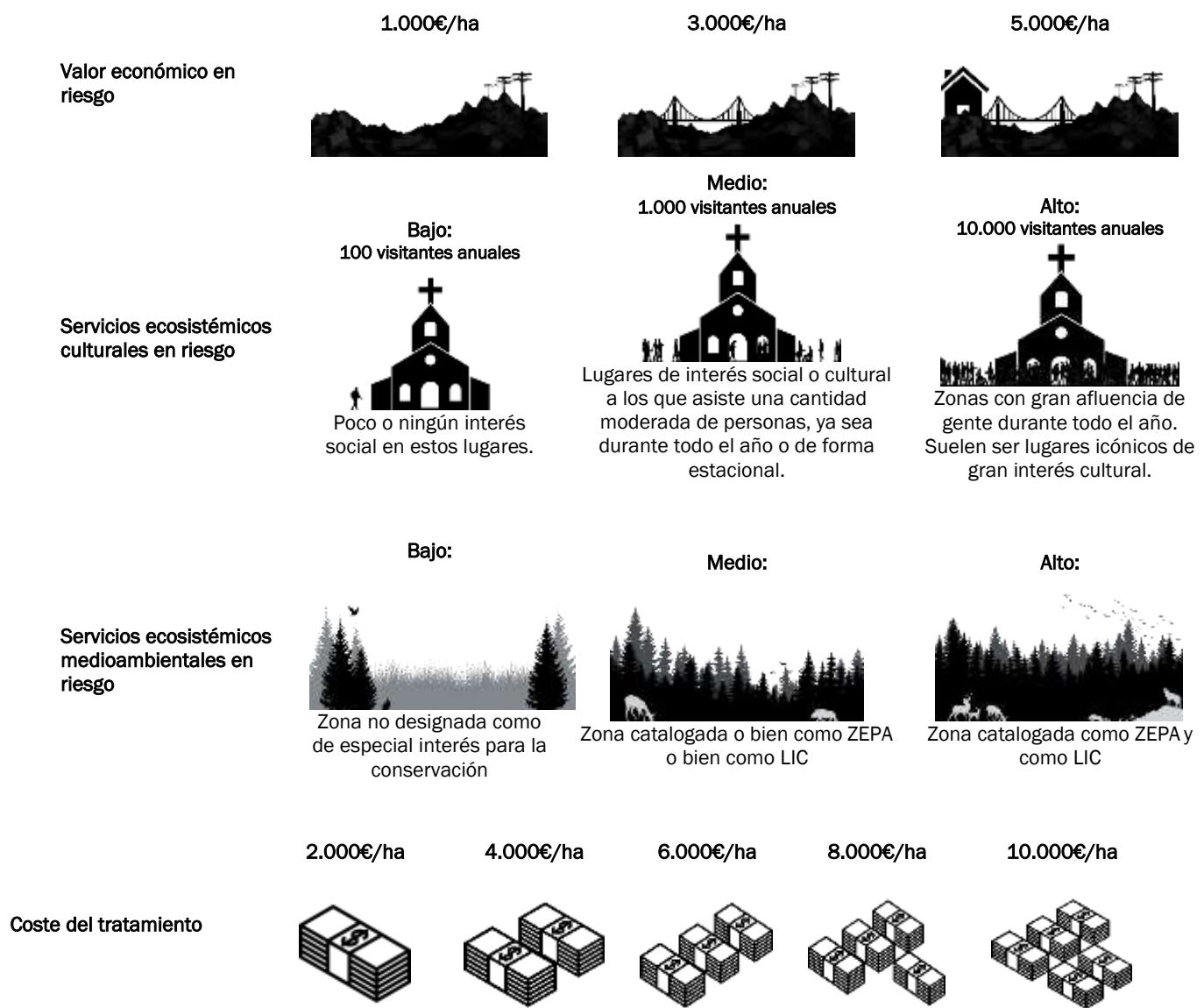
- Valor económico en riesgo: Este atributo representa una variable continua que refleja el valor económico por hectárea de los valores de mercado en riesgo, es decir, el valor económico de cualquier infraestructura o actividad económica que pueda verse amenazada por los riesgos post-incendio.

- Servicios culturales de los ecosistemas en riesgo: Dada la naturaleza de las bases de datos disponibles, decidimos utilizar el número de visitantes anuales como una variable continua como proxy de la provisión de servicios de los ecosistemas culturales.

- Servicios ecosistémicos medioambientales en riesgo: Se trata de un atributo cualitativo con tres niveles: zona no protegida por Natura 2000; zona con clasificación de ZEPA (Zona Especial de Conservación de Aves) o LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) o zona con clasificación tanto de ZEPA como de LIC por Natura 2000.

- Coste de un posible tratamiento en la zona: Se trata de una variable continua que refleja el coste que supondría para la administración la aplicación de un tratamiento de emergencia post-incendio que ayude a paliar la existencia de riesgos post-incendio en la zona. En el cuestionario se advierte a los encuestados que el coste de estos tratamientos está cubierto por los impuestos.

Tabla 2. Atributos seleccionado.



Antes de lanzar la encuesta final, se realizaron tres encuestas piloto. La primera se realizó con técnicos y especialistas del proyecto de investigación EPyRIS. Muchos de los encuestados tenían

algún conocimiento o familiaridad con los riesgos post-incendio. Una segunda encuesta piloto se realizó con encuestados al azar que no estaban familiarizados con los riesgos post-incendio. Estas encuestas se llevaron a cabo en persona, y se pidió a los encuestados que expresaran en voz alta su proceso de elección para cada conjunto de la encuesta, detallando dónde les resultaba más difícil de entender y cómo creían que se podía mejorar la encuesta.

Los resultados de estos primeros estudios piloto nos permitieron obtener información más detallada sobre la composición óptima de los atributos y niveles. También detectamos una confusión generalizada en relación con los riesgos posteriores al incendio. Esto se debe a que muchos encuestados confundieron los riesgos post-incendio con los daños potenciales resultantes directamente del incendio.

A raíz de esta información, se modificó la redacción de la encuesta y se incluyó un soporte gráfico con imágenes para garantizar la correcta comprensión del cuestionario. La figura 1 muestra una de las imágenes incluidas en el cuestionario para explicar la naturaleza de los riesgos posteriores al incendio.

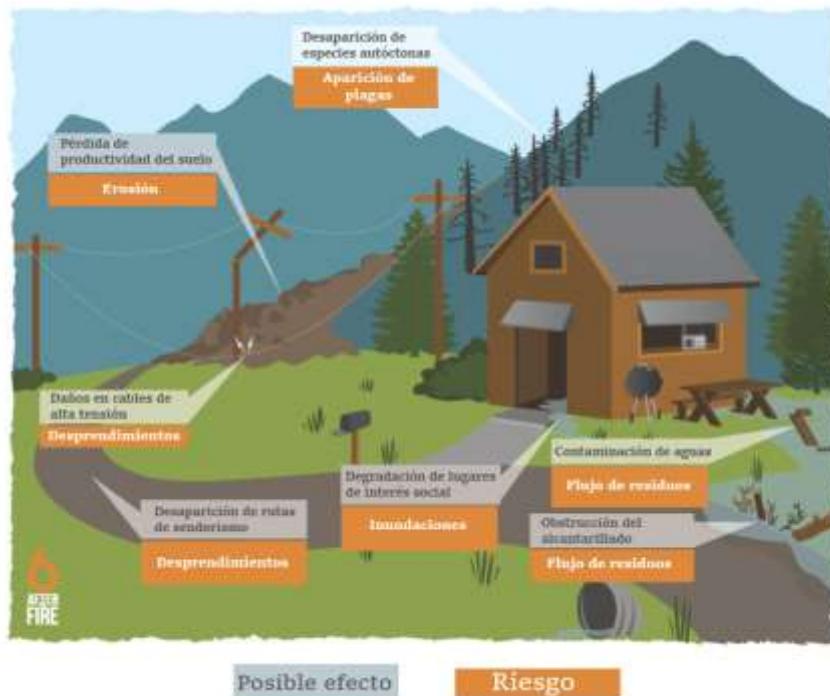


Figura 1. Imagen explicativa de los riesgos post-incendio añadida en el cuestionario.

En tercer y último lugar, se generó el cuestionario utilizando los datos previos obtenidos en la encuesta piloto. El cuestionario tiene un diseño fijo de 9 conjuntos de preguntas. Cada conjunto consta de tres alternativas que reflejan posibles escenarios post-incendio descritos en base a los diferentes atributos, reflejando el nivel de valores en riesgo en cada uno de ellos, así como el coste de aplicar un tratamiento de emergencia en cada uno de los escenarios. En todos los conjuntos es posible seleccionar la opción "ninguna de las alternativas" si el encuestado considera que no merece la pena aplicar un tratamiento de emergencia post-incendio en ninguna de las alternativas.

La muestra final contiene 827 participantes, cuyos datos se recogieron durante el mes de diciembre de 2021, a través de un cuestionario online distribuido en una muestra de hogares representativos de España, pertenecientes al conjunto de datos del panel de hogares proporcionado por la empresa de marketing Sondaxe.

Para asegurarnos de que todos los encuestados entendían la encuesta correctamente, realizamos un filtro en la base de datos que consiste en eliminar a los encuestados que completaron la encuesta en menos de 7 minutos, que corresponden al primer cuartil de los tiempos.

A partir de lo descrito anteriormente, se producen 2 estimaciones diferentes. Los estadísticos resumidos de las variables utilizadas se pueden encontrar en detalle en la tabla 3, donde el Modelo 1 representa la base de datos completa sin utilizar ningún filtro y el Modelo 2 es la base de datos completa filtrada.

Tabla 3. Estadísticos de las variables utilizadas.

	Model 1 827 respondents (N=29736)	Model 2 394 respondents (N=22284)
Mujer		
Media (SD)	0.4298	0.4426
Mediana [Mín, Máx]	0 [0, 1.00]	0 [0, 1.00]
Rural		
Media (SD)	0.1695	0.1632
Mediana [Mín, Máx]	0 [0, 1.00]	0 [0, 1.00]
Edad		
Media (SD)	42.52	43.89
Mediana [Mín, Máx]	41 [18.00, 99.00]	43.00 [18.00, 99.00]

Se utiliza un modelo logit de efectos fijos para estimar 4 especificaciones diferentes con distintas observaciones subyacentes (según las observaciones seleccionadas para el análisis). Para realizar las estimaciones se utilizó el paquete R clogit. Las variables descritas en la tabla 4 se utilizan como variables explicativas.

Tabla 4. Resultados.

	Model 1 (N=29736)	Model 2 (N=22284)
econVulnerability	0.123*** (0.008)	0.145*** (0.009)
socialVulnerability	0.065*** (0.003)	0.073*** (0.004)
envVulnerability2	0.622*** (0.034)	0.797*** (0.040)
envVulnerability3	1.198*** (0.041)	1.469*** (0.048)
coste	-0.036*** (0.004)	-0.041*** (0.004)
noChoice:mujer	0.135 (0.086)	0.111 (0.096)
noChoice:rural	-0.231* (0.121)	-0.242* (0.136)
noChoice:edad	0.0002 (0.003)	0.002 (0.003)
noChoice	-0.494*** (0.141)	-0.095 (0.161)
R2	0.081	0.090
Max. Possible R2	0.500	0.500
Log Likelihood	-9,049.775	-6,676.102
Wald Test	1,959.710*** (df = 9)	1,700.690*** (df = 9)
LR Test	2,511.874*** (df = 9)	2,093.889*** (df = 9)
Score (Logrank) Test	2,276.322*** (df = 9)	1,973.732*** (df = 9)
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01	

La especificación empírica seleccionada emplea principalmente los atributos contenidos en las tarjetas de elección que reflejan los riesgos más relevantes tras el incendio, todos ellos siguiendo distribuciones normales; excepto el coste del tratamiento que se mantiene fijo. Además, y para entender las elecciones de no elección, se crearon variables de producto cruzado entre la variable dicotómica que denota la ocasión de no elección, y las experiencias socioeconómicas y de tipo relevantes que pueden justificar la elección de no intervención para mitigar los riesgos post-incendio.

Las estimaciones de la DAP media se han obtenido como el cociente entre los coeficientes de los distintos atributos sobre el coeficiente de coste. Dado que los distintos atributos siguen una distribución normal y el precio es fijo, se utiliza el método delta (Fox, 2016).

Análisis de los servicios ecosistémicos culturales

Dada la naturaleza de las bases de datos disponibles, decidimos utilizar el número de visitantes anuales como indicador de la prestación de servicios de los ecosistemas culturales. Creamos una capa de potenciales visitas a diversos Bienes de Interés Cultural (BIC) que podrían estar en riesgo. Para ello, usamos datos de imágenes obtenidas en Flickr y de microdata de visitas del INE (INE, 2019).

Para análisis de los riesgos post-incendio sobre los servicios ecosistémicos culturales disponemos de datos anuales y mensuales sobre la afluencia turística de actividades recreativas (senderismo, aventura, paseos a caballo, visitas culturales, espectáculos culturales, otros eventos culturales, rurales, descanso, religión, espacios naturales, caza) en las provincias españolas para los años 2016, 2017, 2018 y 2019, extraídos de los microdatos de la agencia nacional de estadística española (INE); y también disponemos de una base de datos de imágenes y usuarios que han subido imágenes a Flickr en ese periodo.

Utilizando la API de Flickr, hemos extraído un gran número de fotos para el espacio SUDOE que incluyen en sus hashtags los nombres de los BIC a los que nos referimos. El listado de bienes de interés cultural que utilizamos para la recogida de imágenes de esta red social fue proporcionado por Tragsatec (EPyRIS, 2019), y hemos tenido que realizar un cribado para que sólo nos proporcionara datos de los bienes de interés cultural y no de otros lugares como gasolineras o tiendas. Las imágenes que hemos buscado podían ser filtradas por múltiples variables de interés en la investigación, por razones prácticas hemos elegido las fechas (años de 2016 a 2019), por región geográfica (Península Ibérica) y por etiquetas (relacionadas con BICs).

La información proporcionada por Flickr es inconsistente; es decir, cada vez que se realiza la misma búsqueda, los resultados obtenidos en términos de números de fotos pueden diferir. No es posible encontrar todas las imágenes que tenemos en una sola búsqueda, ya que el número máximo de fotos por usuario que nos permite obtener la red social es de 3000 fotos por hora. Esto es un problema porque la API no garantiza en absoluto un muestreo aleatorio de la base de datos general y no es posible dejar la API funcionando sin más porque, en el mejor de los casos, sólo obtendríamos 4000 fotos diferentes.

Para mejorar nuestra recogida de datos, hemos tenido que solucionar estos problemas y a falta de una muestra, tuvimos que pensar en un proceso más lento que nos permitiera obtener todas las imágenes.

Dado que Flickr no nos permitía obtener más de 3000 fotos por hora, hemos mejorado estos valores utilizando tres claves API diferentes que realizan su búsqueda en procesos distintos y consecutivos (todos automatizados en Linux mediante un script bash); cada una de las APIs descarga fotos hasta alcanzar su límite horario (3000 imágenes) y luego espera el tiempo restante hasta que pase otra hora, y así sucesivamente.

Cada uno de los procesos de descarga se repetirá hasta que cada una de las APIs consiga las 4000 fotos diferentes que puede conseguir (es decir, al menos cada API funcionará durante una hora y un segundo). Después de cada proceso de descarga, y una vez obtenidas las 4000 fotos posibles, éstas son filtradas y revisadas por la base de datos MongoDB, eliminando las imágenes

repetidas, y añadiendo a la base de datos todas las nuevas fotos que no estaban presentes en ella hasta ese momento. A medida que nuestra base de datos crecía, el número de fotos nuevas disminuía, hasta que nos acercamos al número máximo de fotos diferentes que podíamos obtener de Flickr. Este proceso se repitió varias veces, hasta que en cada interacción dejábamos de obtener resultados.

Para evitar los problemas derivados de la repetición de imágenes por usuario, es decir, para evitar que un usuario se contabilice varias veces, hemos seleccionado solo una imagen por usuario por provincia y día, de manera que, si un usuario ha subido varias imágenes de un sitio, el número de imágenes de ese usuario no afecta al total. También hemos tenido que cruzar los puntos BICS con los mapas para dividirlos según las diferentes provincias, y agrupamos los datos provinciales por comunidades autónomas (CCAA), eliminando las que no pertenecen al espacio SUDOE (las islas, Ceuta y Melilla). Para agrupar los datos provinciales en CCAA, hemos optado por sumar los datos de visitas recreativas de todas las provincias de las que se compone cada una, al igual que con los usuarios de Flickr, entendiendo así la suma total de las provincias como el total de la comunidad. Además, añadimos un buffer de 300 metros alrededor de cada BIC para cruzarlo con las imágenes geolocalizadas de Flickr. De esta forma, reconocemos cuántas de estas imágenes podrían encontrarse en este buffer de 300 metros en cada BIC. Con esta información, junto al número de turistas nacionales que realizan actividades turísticas en cada una de las CCAA españolas, podemos extraer cuantas visitas de realizan a cada uno de estos BIC para posteriormente darles un valor económico.

Habiendo obtenido la disposición a pagar (DAP) por evitar una pérdida de 100 visitantes en cada BIC, procedemos a valorar el total monetario al que equivale dicha valoración, considerando para ello el número de vistas estimado por BIC. De esta forma, somos capaces de extraer los valores de la encuesta a una perspectiva geográfica, utilizando una función de transferencia de beneficio sencilla (Johnston et al., 2021).

Análisis de los servicios ecosistémicos ambientales

A la hora de georeferenciar un valor económico ambiental en riesgo para los ecosistemas españoles, nos hemos decantado por utilizar la Red Natura 2000, en particular hemos usado las capas que corresponden a las Zonas de Especial Protección de las Aves (Mapama, 2020a) y a los Lugares de Interés Comunitario (Mapama, 2020b). Las ZEPA son lugares Natura 2000 que se han designado conforme a la Directiva de aves mientras que los LIC son lugares que la Comisión Europea ha declarado oficialmente y, por lo tanto, están sujetos a las disposiciones de protección.

4. Resultados

La tabla siguiente presenta las estimaciones medias de la DAP para cada atributo de los dos modelos diferentes.

Tabla 5. DAP.

Model	Variable	Mean	2.5%	97.5%
Model 1	econVulnerability (€/ha)	338,4 €	(264,6€)	(412,2€)
	culturalVulnerability (€/100 visitors)	179,0 €	(139,3€)	(218,6€)
	envVulnerability2 (€/ha)	17.077,0 €	(13.292€)	(20.862€)
	envVulnerability3 (€/ha)	32.888,0 €	(26.276€)	(39.500€)
Model 2	econVulnerability (€/ha)	356,9 €	(275,0€)	(438,9€)
	culturalVulnerability (€/100 visitors)	180,9 €	(138,4€)	(223,3€)
	envVulnerability2 (€/ha)	19.667,0 €	(15.155€)	(24.180€)
	envVulnerability3 (€/ha)	36.211,0 €	(28.503€)	(43.919€)

En general, los resultados de la DAP media muestran que la vulnerabilidad medioambiental de las zonas protegidas (envVulnerability2: ZEPA o LIC) y las zonas altamente protegidas (envVulnerability3: ZEPA y LIC) conllevan grandes estimaciones de DAP. Sin embargo, debemos tener en cuenta que la comparabilidad directa de la DAP para los diferentes atributos se ve comprometida por el hecho de que estos atributos no se expresan en la misma unidad.

Servicios culturales

El primer paso para realizar nuestro análisis es estimar el número de visitas del INE (INE, 2019) por foto en cada uno de los BIC en un año, en este caso 2019, es decir, queremos saber a cuántas personas reales (turistas) equivale una foto de Flickr. Los resultados a los que llegamos tras relacionar estas dos variables nos permiten observar que aproximadamente una imagen de Flickr aumentaría por 420 visitantes contabilizados en el INE.

Tabla 6. Relación estadística entre turismo e imágenes de Flickr.

Model	Min	Max	1st Qu.	Median	3rd Qu.
Model 1	-6895959	9914983	-2279455	-178210	2186732
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	1216847	1870787	0.65	0.52673	
photos	420.5	138	3.048	0.00933	
Multiple R-squared: 0.4168		Adjusted R-squared: 0.372			
F-statistic: 9.291 on 1 and 13 DF		p-value: 0.009333			

Para la valoración económica de los servicios ecosistémicos culturales tendremos en cuenta el valor social del Modelo 2, que nos muestra un valor medio entre todas las alternativas de 1,81€ por cada visitante.

Para procesar nuestros datos, hemos utilizado QGIS (QGIS, 2009), un sistema de información geoespacial (SIG) de código abierto de la Open Source Geospatial Foundation, que puede manejar formatos ráster y vectoriales, así como bases de datos.

Teniendo localizados ya el número de imágenes de cada BIC y a cuantos visitantes equivalen cada una de estas fotos (420,5) podemos saber el número estimado de turistas que acuden a estos lugares a realizar actividades recreativas. Conociendo el valor estimado que cada uno de estos visitantes le imputa a la protección de estas actividades (180,9€/100visitantes) podemos extrapolar y mapear mediante SIG el valor económico de los bienes culturales en España (1,809€/visitante). Cada imagen tendría un valor económico de 760,68 € en términos medios. Cuantas más imágenes se encuentren en una zona, mayor es el valor social en riesgo.

Estos resultados obtenidos se han representado en capas sobre un mapa. Cada uno de los puntos representados es un BIC, cuyo color depende del valor económico que se le otorga y, por lo tanto, también del número de imágenes que tenga en su interior (buffer de 300 metros).

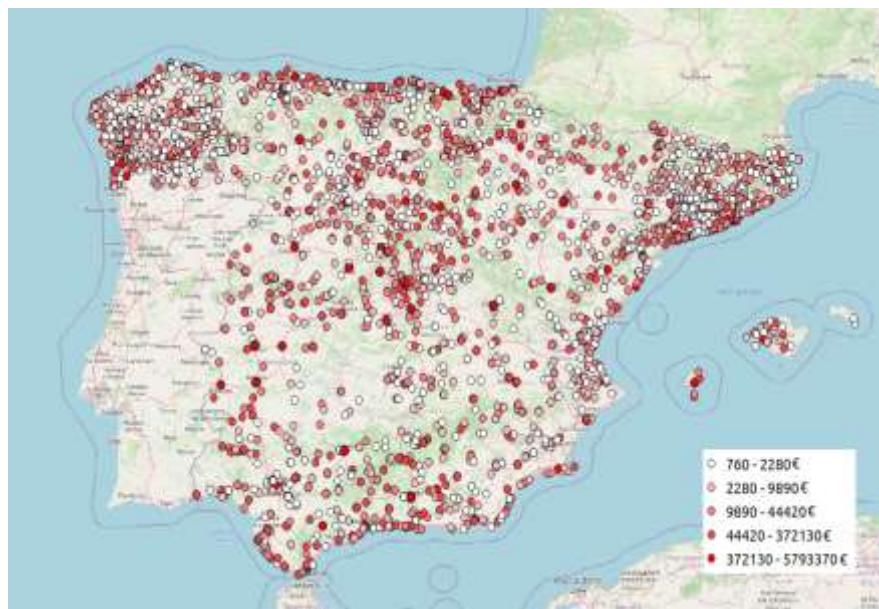


Figura 2. Representación del valor económico de los servicios ecosistémicos culturales de los BIC.

Podemos observar como el color de los BICs oscurece en los núcleos grandes, esto es debido a que en los puntos donde varios BICs están muy juntos, el buffer de 300 metros puede introducir varias fotos iguales en varios BICs, ya que entra dentro del rango de todos ellos.

Servicios ambientales

Hemos utilizado QGIS (QGIS, 2009) para cruzar ambas capas, pudiendo así calcular en qué zonas convergen y, por lo tanto, en qué zonas el valor ecosistémico es mayor. Como pudimos comprobar en la tabla 5, el valor que se le atribuye tras el análisis a cada hectárea perteneciente a una de estas capas son 19667,0€/ha, y en donde ambas capas convergen el valor asciende a 36211,0€/ha. A continuación, podemos observar cuáles son las zonas en las que el valor ecosistémico en riesgo es medio (naranja y rojo) y en las que es grande (violetas) plasmadas encima de un mapa de la península.

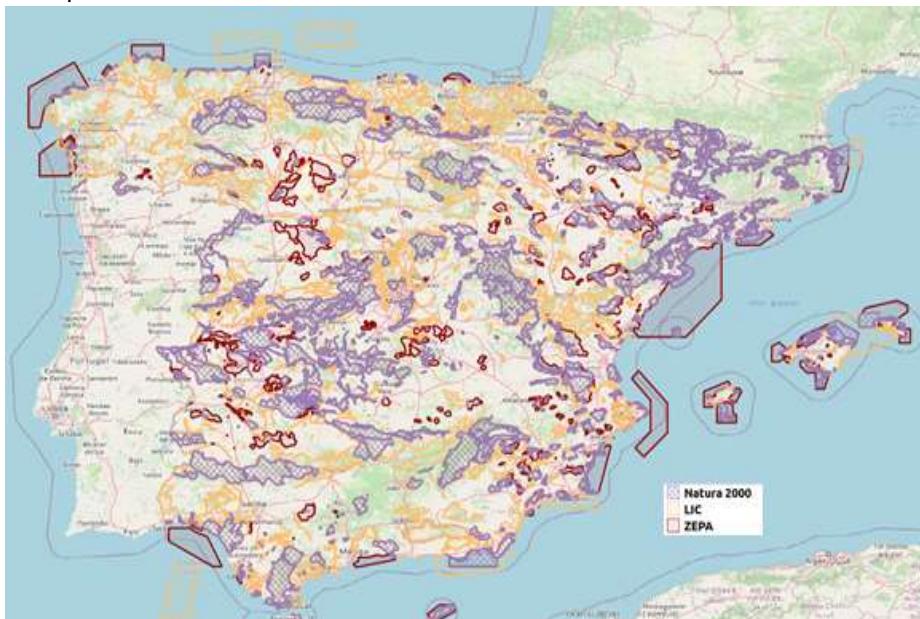


Figura 3. Representación del valor económico de los servicios ecosistémicos ambientales.

5. Conclusiones

En este ejercicio empírico, realizamos un análisis novedoso para la valoración económica de las intervenciones de restauración post-incendio, un tema ya de por si poco tratado en la literatura económica, dándole valores económicos a grandes extensiones de territorio mediante la realización de experimentos de elección discretos y datos geolocalizados extraídos de redes sociales.

En cuanto a las intervenciones posteriores a los incendios para proteger los servicios ecosistémicos en juego, las preferencias sociales revelan una fuerte tendencia por la restauración de los servicios ambientales en riesgo, y en particular de las áreas protegidas. Las estimaciones medias de la DAP confirman que las preocupaciones relacionadas con la restauración de los servicios ecosistémicos ambientales son más importantes que los servicios ecosistémicos culturales y otras pérdidas directas.

6. Discusión

A la hora de aplicar estos resultados es importante tener en cuenta que son resultados generales, que pueden ser muy útiles para evaluar áreas afectadas que no han sido evaluadas *in situ* o para regiones muy amplias, como en este caso el área SUDOE, ya que los costes de llevar a cabo estos estudios detallados *in situ* suelen ser inasequibles. En aquellos casos en los que sí sea posible una determinación de las áreas afectadas y de su tasa de afectación, será el propio evaluador el que determine la adecuación o no de los valores establecidos.

7. Agradecimientos

Esta investigación contó con el apoyo del proyecto de investigación “EPyRIS: Joint Strategy for the Protection and Recovery of ecosystems affected by wildfires” (SOE2/P5/E0811) financiado por SUDOE, al que agradecemos por brindarnos los recursos necesarios para llevarla a cabo.

8. Bibliografía

- ALLÓ, M., LOUREIRO M.L., 2020. Assessing preferences for wildfire prevention policies in Spain. *Forest Policy and Economics*. Volume 115, 102145.
- BAXTER, J. M., FOTHERINGHAM, A. J., & FOSS, A. J. (2016). Determining patient preferences in the management of neovascular age-related macular degeneration: a conjoint analysis. *Eye*, 698-704.
- CALKIN, DAVID E.; HYDE, KEVIN D.; ROBICHAUD, PETER R.; JONES, J. GREG; ASHMUN, LOUISE E.; LOEFFLER DAN. (2007). Assessing post-fire values-at-risk with a new calculation tool. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-205. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 32 p.
- CALKIN DE, THOMPSON MP, FINNEY MA, HYDE KD (2011) A real-time risk-assessment tool supporting wildland fire decision-making. *Journal of Forestry* 109, 274–280.
- COASE, R. H. (1960). The problem of social cost. *Classic papers in natural resource economics*, 87-137.

COOK, R. D., & NACHTRHEIM, C. J. (1980). A comparison of algorithms for constructing exact D-optimal designs. *Technometrics*, 315-324.

CRABBE, M., AKINC, D., & VANDEBROEK, M. (2014). Fast algorithms to generate individualized designs for the mixed logit choice model. *Transportation Research Part B: Methodological*, 1-15.

CZÚCZ, B., ARANY, I., POTSCHEIN-YOUNG, M., BERECZKI, K., KERTÉSZ, M., KISS, M., ASZALÓS, R., HAINES-YOUNG, R. (2018). Where concepts meet the real world: A systematic review of ecosystem service indicators and their classification using CICES. *Ecosystem Services*, 29, 145-157.

EPyRIS (2019). The EPyRIS project. SOE2/P5/E0811. <https://epyris.es/proyectoepyris/>

FERREIRA, A.J.D., ALEGRE, S.P. COELHO, C.O.A. SHAKESBY, R.A. PÁSCOA, F.M. FERREIRA, C.S.S. KEIZER J.J., RITSEMA C. (2015). Strategies to prevent forest fires and techniques to reverse degradation processes in burned areas. *Catena*, 128: 224-237.

FOX, J. (2016) Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models, Third Edition. Sage

HELM, R., STEINER, M., SCHOLL, A., & MANTHEY, L. (2008). A comparative empirical study on common methods for measuring preferences. *International Journal of Management and Decision Making*, 242-265.

INE (2019). Encuesta de turismo de residentes. Microdatos. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176990&menu=resultados&idp=1254735576863#!tabs-1254736195369

JOHNSTON, R., BOYLE, K.J., LOUREIRO, M.L., NARVUD, S., ROLFE, J., 2021. Guidance to Enhance the Validity and Credibility of Environmental Benefit Transfers. *Environmental and Resource Economics*, 79, 575-624.

KALLAS, Z., LAMBARRAA, F., & GIL, J. M. (2011). A stated preference analysis comparing the analytical hierarchy process versus choice experiments. *Food quality and preference*, 181-192.

KESSELS, R., JONES, B., GOOS, P., & VANDEBROEK, M. (2009). An efficient algorithm for constructing Bayesian optimal choice designs. *Journal of Business & Economic Statistic*, 279-291.

MAPAMA (2020a). Lugares de interés Comunitario (LIC). <https://sig.mapama.gob.es/Docs/PDFServicios/LIC.pdf>

MAPAMA (2020b). Zona de especial protección para las Aves (ZEPA). <https://sig.mapama.gob.es/Docs/PDFServicios/ZEPA.pdf>

MCFADDEN, D. (1973) Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Be. In: Zarembka, P., Ed., Frontiers in Econometrics, Academic Press, New York, 105-142.

MEYER, R. K., & NACHTSHEIM, C. J. (1995). The coordinate-exchange algorithm for constructing exact optimal experimental designs. *Technometrics*, 60-69.

QGIS, EQUIPO DE DESARROLLO (2009). Sistema de Información Geográfica QGIS. Proyecto de Fundación Geoespacial de código abierto. <https://qgis.org/gl/site/>

QUINTAS-SORIANO, C., MARTÍN-LÓPEZ, B., SANTOS-MARTÍN, F., LOUREIRO, M, MONTES C., BENAYAS, J., GARCIA-LLORENTE, M. (2016). Ecosystem services values in Spain: A meta-analysis. *Environmental Science & Policy*, Volume 55, Part 1, Pages 186-195.

SAATY, T. L. (2005). Analytic hierarchy process. Encyclopedia of Biostatistics. doi:10.1002/0470011815.b2a4a002

SAATY, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 83-98.

SAATY, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 251-318.

SCHOLL, A., MANTHEY, L., HELM, R., & STEINER, M. (2005). Solving multiattribute design problems with analytic hierarchy process and conjoint analysis: An empirical comparison. *European Journal of Operational Research*, 760-777.

TRAETS, F., SANCHEZ, D. G., & VANDEBROEK, M. (2019). Generating Optimal Designs for Discrete Choice Experiments in R: The iidefix Package. *Journal of Statistical Software*.

YU, J., GOOS, P., & VANDEBROEK, M. (2011). Individually adapted sequential Bayesian conjoint-choice designs in the presence of consumer heterogeneity. *International Journal of Research in Marketing*, 378-388.

ZHANG, H., HUANG, R., ZHANG, Y., & BUHALIS, D. (2020). Cultural ecosystem services evaluation using geolocated social media data: a review. *Tourism Geographies*, 1-23.