





GUÍA RED**4C**

Ciencia ciudadana
para el seguimiento
del cambio climático
en los ecosistemas

2021

Como sociedad, hemos conseguido identificar el cambio climático como un problema real y tangible, así como reconocer su causalidad humana. Sin embargo, nuestro comportamiento como ciudadanía no está cambiando de manera significativa para abordar este reto. A través de esta guía queremos animar a asociaciones, colectivos, centros de investigación y la administración a trascender la mera divulgación de información sobre cambio climático, promoviendo la participación de la sociedad y el potencial transformador de la ciencia ciudadana. En ella hemos conseguido sumar un gran número de experiencias para facilitar la generación de conocimiento y la búsqueda colectiva de soluciones a algunos de los retos que se plantean frente a la crisis climática.

Red Cambera

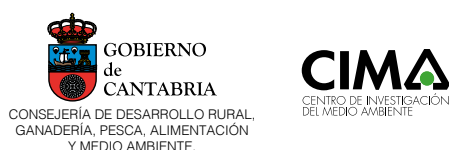


La pérdida de biodiversidad, agravada por el cambio climático, está comprometiendo servicios clave como la depuración de la atmósfera y el agua, la captura de CO₂, la regulación del clima o la protección frente a la transmisión de enfermedades.

Para afrontar esta crisis necesitamos tener datos y conocer los problemas. La ciencia ciudadana se configura como un complemento de información muy valioso, que permite asimismo hacer tangible y sensibilizar sobre la problemática entre la población y, de esta forma, promover cambios en los estilos de vida, dando voz a los más vulnerables.

Esta guía, enmarcada en la línea de ayudas generada gracias a la colaboración entre la Oficina Española de Cambio Climático y la Fundación Biodiversidad, es sin duda un gran paso para que las iniciativas de ciencia ciudadana puedan interactuar y estandarizar información y para avanzar hacia una imprescindible transición ecológica y justa.

Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico



Es un verdadero placer para mí presentar esta Guía Red4C: ciencia ciudadana para el seguimiento del cambio climático en los ecosistemas, que de alguna manera culmina un intenso trabajo de casi dos años por parte de numerosas entidades y expertos.

Para la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria ha sido además de un placer, casi una obligación, participar en este proyecto junto a Red Cambera y a la Fundación Biodiversidad, al entender que todos los esfuerzos son pocos cuando se trata de actuar frente al cambio climático. Por ello en Cantabria realizamos en 2019 la Declaración de Emergencia Climática, de la que se desprenden distintas obligaciones, y por ello felicitamos iniciativas de ciencia ciudadana y educación ambiental como las que desarrolla Red Cambera.

J. Guillermo Blanco Gómez
Consejero de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y
Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria

EQUIPO REDACTOR

Todos los apartados:

Fernández Valdor, Paloma · [Red Cambera](#)

Cloux Pérez, Ignacio · [Red Cambera](#)

Apartado 5.2 Datos:

Rabadán González, Julio · [Observation.org España](#)

Apartado 5.4:

Gandía Navalón, Cristina [ONGD Bosque y Comunidad](#)

Nuero, Marta [Iroko Desarrollo Forestal Sostenible](#)

EQUIPO REVISOR

Bastardas, Joana · [Institució Catalana d'Història Natural \(ICHN\)](#)

Belmonte, Jordina · [Institució Catalana d'Història Natural \(ICHN\)](#)

Blanco-Aguilar, José Antonio · [Universidad de Castilla - La Mancha](#)

Canepa, Antonio · [Universidad de Burgos](#)

Carracedo, Virginia · [Universidad de Cantabria](#)

De La Fuente, Patricia · [Universidad de Burgos](#)

Díaz, Sarai · [Universidad de Castilla - La Mancha](#)

Fdez-Arroyabe, Pablo · [Universidad de Cantabria](#)

Gago, Jesús · [Instituto Español de Oceanografía](#)

García Martínez, María del Carmen · [Instituto Español de Oceanografía](#)

García Medina, Nagore · [Grupo de Investigación en Briología Experimental \(eBryo\)](#)

García Teruel, Andrea · [ADENEX](#)

García, David Ángel · [Fundación Ciudad de la Energía, F.S.P. \(CIUDEN\)](#)

González Mazón, Jose María · [ADENEX](#)

González-Fernández, Natalia · [Universidad de Cantabria](#)

Gracia, Ana · [Red Cambera](#)

Hidalgo, Manuel · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Hinojosa, María Belén · [Universidad de Castilla - La Mancha](#)

Ibarra Cebrecos, Ignacio · [Fundación Caja Cantabria](#)

López-López, Lucía · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Manzanas, Rodrigo · [Universidad de Cantabria](#)

Mazarrasa, Inés · [Universidad de Cantabria](#)

Meira, Pablo · [Grupo de Investigación SEPA de la Universidad de Santiago de Compostela](#)

Mercado, Jesús M. · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Padrosa, Tomás · [Associació Hàbitats](#)

Parra de la Torre, Antonio · [Universidad de Castilla - La Mancha](#)

Polo Sáinz, Julia · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Prat, Ester · [CREAF](#)

Salazar Guerra, María · [Oficina Española de Cambio Climático \(OECC\)](#)

Santurtún Zarrabeitia, Ana · [Universidad de Cantabria](#)

Torres Leal, María Ángeles · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Valeiras, Julio · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Vega Pozuelo, Rafael Fernando · [Creativa Ingenio](#)

Velasco, Eva · [Instituto Español de Oceanografía](#)

Velázquez, Javier · [Universidad Católica de Ávila](#)

Vilella, Marc · [Institució Catalana d'Història Natural \(ICHN\)](#)

COORDINACIÓN

Fernández Valdor, Paloma · [Red Cambera](#)

REVISIÓN EXTERNA

Heras Hernández, Francisco · [Oficina Española de Cambio Climático \(OECC\) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.](#)

Pelacho, Maite · Coordinadora del [Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España, Fundación Ibercivis.](#)

FOTOGRAFÍAS

[Red Cambera](#)

EDITA

[Red Cambera](#)

Depósito legal: SA 394-2021

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

[7PIES](#)



PARA CITAR Y REFERENCIAR ESTE DOCUMENTO

Valdor, P.F., Cloux, I., Rabadán-González, J., Gandía-Navalón, C., Nuero, M., Bastardas, J., Belmonte, J., Blanco-Aguilar, JA., Canepa, A., Carracedo, V., De La Fuente, P., Díaz, S., Fdez-Arroyabe, P., Gago, J., García Martínez, MC., García Medina, N., García Teruel, A., García, D.A., González Mazón, JM., González-Fernández, N., Gracia, A., Hidalgo, M., Hinojosa, MB., Ibarra, I., López-López, L., Manzanas, R., Mazarrasa, I., Meira, P., Mercado, JM., Padrosa, T., Parra de la Torre, A., Polo Sáinz, J., Prat, E., Salazar Guerra, M., Santurtún Zarrabeitia, A., Torres Leal, MA., Valeiras, J., Vega Pozuelo, RF., Velasco, E., Velázquez, J., Vilella, M., Heras, F., Pelacho, M., 2021. GUÍA RED4C. Ciencia ciudadana para el seguimiento del cambio climático en los ecosistemas. Cantabria. Red Cambera.

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores y autoras de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.

Muchas gracias a todas las personas que con su interés, sus observaciones y sus reivindicaciones contribuyen al conocimiento y conservación del medio natural. Esperamos que esta guía sea una fuente de motivación para todas ellas en su labor de protección y cuidado de la naturaleza.

ÍNDICE

10	1. ¿Qué es RED4C?
11	2. ¿Qué es esta guía?
12	3. ¿Por qué potenciar la ciencia ciudadana en la observación del cambio climático?
12	3.1 Porque necesitamos la visión local
12	3.2 Porque somos naturaleza y lo estamos olvidando
13	3.3 Porque la ciencia nos ayuda a tomar decisiones para la adaptación
14	4. ¿Qué pretendemos conseguir?
15	5. Propuesta para crear un proyecto RED4C
19	5.1 Primeros pasos: objetivos, nivel de participación ciudadana y recursos
23	5.2 Diseño: selección del ecosistema, factores de cambio observables, materiales y gestión de datos
35	5.3 Desarrollo: comunicación, formación conceptual y metodológica para la participación, coordinación y compromiso, resultados y transferencia, y evaluación
43	5.4 Cambio climático y ciencia ciudadana en contextos empobrecidos: desafíos, beneficios y oportunidades, y consideraciones generales
48	6. Bibliografía
50	ANEXO I
59	ANEXO II
62	ANEXO III
64	ANEXO IV
65	ANEXO V

¿Qué es RED4C?

Se trata de una red de trabajo a escala nacional, formada por entidades interesadas en el ámbito de la ciencia ciudadana en relación con el estudio del medio natural y el cambio climático. Es una red abierta, que invita a la participación y colaboración de todos los agentes clave en materia de participación ciudadana y cambio climático y que, en julio de 2021, está formada por:

Asociación Creativa Ingenio, Asociación de Ciencias Ambientales (ACA), Associació Hàbitats (AH), Asociación Itsas Gela- Aula del Mar, Asociación de Periodistas de Información Ambiental (APIA), Asociación para la Defensa de la Naturaleza y los Recursos de Extremadura (ADENEX), Aula del Mar de Málaga (AMar), Bosques de Cantabria (BC), Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIMA) del Gobierno de Cantabria, Comité Español de la UICN (CeUICN), Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Fundación Caja Cantabria, Fundación Ciudad de la Energía, F.S.P. (CIUDEN), Fundación Limne, Fundación Lurgaia, Fundación Oxígeno, Grupo de investigación en Biología Experimental (eBryo), Grupo de Investigación en Pedagogía Social y Educación Ambiental de la Universidad de Santiago de Compostela (SEPA-USC), Institució Catalana d'Història Natural (ICHN), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Iroko Desarrollo Forestal Sostenible (Iroko DFS), Mancomunidad de Municipios Sostenibles (MMS), Observation International Foundation (Observation.org España), ONGD Bosque y Comunidad (ONGD ByC), SEO BirdLife (SEO), Universidad de Burgos (UBU), Universidad de Cantabria (UNICAN), Universidad de Castilla - La Mancha (UCLM), Universidad de Salamanca (USAL), Universidad Católica de Ávila(UCAVILA).



¿Por qué surge? El cambio climático es uno de los mayores retos a los que se enfrenta actualmente la humanidad. Sin embargo, la representación del mismo por parte de la sociedad española no se está ajustando a la complejidad del problema y a los retos que implica dar respuesta con urgencia y eficacia al cambio climático. La simple difusión de información sobre el cambio climático no está generando los cambios necesarios en los comportamientos individuales y colectivos de la sociedad española y Red4C surge para hacer frente a esta realidad mediante la ciencia ciudadana.

¿Para qué surge? Para facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias sobre cómo realizar la observación del cambio climático en los ecosistemas mediante la ciencia ciudadana. Todo ello para:

1. Dar a conocer a la ciudadanía las realidades observables del cambio climático en su entorno más cercano.
2. Reconocer y aprovechar su conocimiento sobre el entorno.
3. Potenciar su rol como observadores críticos del papel de nuestra sociedad en la mitigación y adaptación frente al cambio climático.

¿Qué es esta guía?

Es un documento que presenta una visión y una serie de recomendaciones dirigidas a todas aquellas personas y colectivos que quieran diseñar e implementar un proyecto de ciencia ciudadana a escala local para la observación del cambio climático. Nace con la vocación de ser útil para el diseño y desarrollo de proyectos dirigidos a la observación del cambio climático en los ecosistemas mediante ciencia ciudadana y se centra en propuestas para la observación y evaluación de los **impactos**, los **riesgos** y potenciales **acciones de adaptación** de los ecosistemas al cambio climático en España.

¿Cuál es su ámbito de aplicación? El contenido de la guía se basa en la experiencia de las entidades participantes en la implementación de proyectos en España.

Se debe tener en cuenta que los impactos del cambio climático no son homogéneos en todos los ecosistemas ni para todas las personas y sociedades. En particular, las personas, grupos sociales o países con pocos recursos son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático debido a que sus medios de vida dependen de sectores productivos que están estrechamente relacionados con el medio ambiente, como la agricultura, la pesca, la ganadería o los sistemas forestales. Esto ocurre, sobre todo, en el caso de comunidades rurales y pueblos indígenas, quienes además son excluidos de los espacios de poder y toma de decisiones [1].

Frente a esta situación, existen en España entidades de cooperación cuyo ámbito de actuación se centra en las comunidades más desfavorecidas dentro de nuestro país o en países en desarrollo. Por ello, en esta guía hemos querido ampliar la perspectiva a un amplio rango de contextos geográficos y socio-culturales mediante la participación de entidades que trabajan con comunidades rurales y comunidades en países con estas condiciones. Es por esto que en el apartado 5 se pueden encontrar una serie de recomendaciones para la implementación de proyectos en estos contextos.



¿Cómo se estructura? A continuación se exponen, a modo de introducción, las razones por las que se considera necesario observar el cambio climático en nuestro entorno cercano y por qué la ciencia ciudadana es una herramienta adecuada para ello (apartado 3). En el apartado 4 se explica qué se pretende conseguir con esta guía. Finalmente, se presenta una propuesta metodológica para crear un proyecto de ciencia ciudadana y cambio climático para la observación de los cambios producidos en los ecosistemas a escala local (apartado 5). Como referencia práctica se muestran a lo largo del documento, e intercalados con el resto de apartados, proyectos que han sido implementados en España con éxito.

✕ **IMPACTOS** del cambio climático

△ **RIESGOS** para la biodiversidad y los ecosistemas

✎ **ACCIONES** posibles

¿Por qué potenciar la ciencia ciudadana en la observación del cambio climático?

La ciencia ciudadana puede definirse, a la luz de las muchas caracterizaciones y definiciones existentes [2,3] como un conjunto de diversas actividades y prácticas de investigación llevadas a cabo por personas que no necesariamente trabajan en la ciencia profesional. Desde hace varias décadas, la ciencia ciudadana viene demostrando ser una herramienta para reconocer y potenciar las capacidades científicas de la ciudadanía en la construcción colectiva de un método eficaz de trabajo que conduce a la gestión participativa de los recursos comunes a través de la toma de decisiones compartida [4]. En este sentido, cualquier persona puede contribuir a la ciencia, tanto con su esfuerzo intelectual y el conocimiento de su entorno como con sus herramientas y recursos, lo que crea nuevas relaciones entre la ciencia y la sociedad [5, 6]. A las personas que muestran dicho interés, desarrollando o adquiriendo habilidades para participar en proyectos de investigación, se les llama con creciente frecuencia científicas y científicos ciudadanos, entre otros términos que expresan diversos matices [7].

3.1. Porque necesitamos la visión local

La mayor parte de la ciudadanía española cree que el cambio climático es real y tangible, reconocen su causalidad humana y sus consecuencias y se muestran de acuerdo con la necesidad de dar respuestas [8]. Sin embargo, diversos estudios [8, 9, 10, 11] señalan que la representación social del cambio climático antropogénico es poco relevante y no está generando cambios significativos en el

comportamiento de las personas y en los estilos de vida colectivos. Una de las potenciales causas señaladas es que la población española parece carecer, en general, de una percepción de los impactos y consecuencias del cambio climático en su entorno más cercano y únicamente percibe el cambio climático como un problema de primer orden cuando considera sus efectos a escala global [8].

Este distanciamiento psicológico, espacial y social de la ciudadanía española con el cambio climático supone un impedimento para promover cambios de hábitos personales y estilos de vida orientados a mitigarlo y a adaptarnos a sus consecuencias. Además, dicho distanciamiento puede anular el papel crítico de la ciudadanía sobre la gestión de la administración frente al cambio climático, así como su participación en la co-gestión del patrimonio natural común y en el impulso de políticas de respuesta al cambio climático.

3.2 Porque somos naturaleza y lo estamos olvidando

Los avances tecnológicos, la urbanización y la globalización están llevando a las sociedades a distanciarse psicológica, material y físicamente de la naturaleza [12, 13, 14].

Este distanciamiento puede provocar un desapego hacia el medio natural, ya sea porque no se perciba (no se ve, no se huele, no se siente, en definitiva, no existe contacto con ella) o porque se considere irrelevante. Hasta el punto de que se presume que el creciente uso de la tecnología de la información y la urbanización se asociará cada vez más con la percepción de la mayor parte de las entidades naturales como objetos abstractos y distantes, haciéndolos irrelevantes o invisibles [15].

Diversos estudios confirman que una de las variables en las que se basan las decisiones de comportamiento hacia la naturaleza son los vínculos cognitivos, emocionales, espirituales y biofísicos con lugares, paisajes y ecosistemas que no están completamente dominados por los humanos [16, 17] y se han correlacionado positivamente con comportamientos, actitudes e intenciones ambientales [14, 18, 19, 20]. Sin embargo, en comunidades rurales y en algunos contextos empobrecidos donde la mayor parte de las personas viven en zonas rurales, su conocimiento ecológico tradicional se mantiene y la población ha mostrado contar con recursos de adaptación y resiliencia frente a los efectos del cambio climático,

haciendo uso de estrategias basadas en dicho conocimiento para hacer frente al mismo.

Este conocimiento contribuye, entre otros sectores, a la ciencia del clima, puesto que puede suponer una valiosa fuente de información. Por ejemplo, las observaciones e interpretaciones meteorológicas llevadas a cabo por algunos pueblos indígenas permiten una interpretación de los efectos potenciales del cambio climático a una escala mucho más local de la que la ciencia permite actualmente [1].

3.3 Porque la ciencia nos ayuda a tomar decisiones para la adaptación

En relación con el cambio climático, podemos hablar de las aves como uno de los grupos para el cual existen largas series temporales de datos aportados por la ciudadanía que han permitido el estudio de los impactos causados por el cambio climático en este grupo faunístico. Así, según estudios realizados por SEO Birdlife en el marco del programa Sacre se confirma “cómo la avifauna de nuestro país se encuentra cada vez más a gusto más al norte; cómo el roquero rojo, una de las especies emblemáticas de montaña, sufre declives alarmantes ya que el cambio climático hace que su nicho ecológico se tambalee; cómo la avifauna africana cruza el Estrecho para criar en España” [21].

Existen, fuera de España, otros ejemplos inspiradores de proyectos de largo recorrido que abordan el reto del cambio climático mediante ciencia ciudadana. [Snowchange](#) es una cooperativa científica que se inició a finales de 2000 para documentar los conocimientos tradicionales de poblaciones del Norte trabajando con las comunidades locales e indígenas, el Artic Council, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, el Indigenous Peoples Climate Change Assessment, la National Science Foundation of USA, diversas universidades y otros socios interesados en cuestiones de biodiversidad, cambio climático y poblaciones indígenas. En Alemania, el proyecto [BAYSYS](#), Bavarian Synthesis Information Citizen Science Portal for climate research and science communication, bajo el lema “Transmitir conocimiento - promover la percepción - comunicar la complejidad”, aglutina a diversos grupos destinatarios (por ejemplo personas alérgicas al polen, ciudadanos interesados en la naturaleza, alumnado), que abordan medidas de adaptación al cambio climático. Desde este proyecto se entiende

que las medidas de adaptación sólo pueden ponerse en práctica con éxito en sociedades democráticas si los ciudadanos las consideran legítimas, aceptables y factibles. Por eso, hacen tangible el reto climático a través de sus propias observaciones en un entorno concreto.

Éstos y otros proyectos de largo recorrido han demostrado que la participación de la ciudadanía en la **observación y seguimiento del cambio climático** puede mejorar el conocimiento disponible al aumentar el número de observaciones y aportar **datos** que son sumamente importantes para disminuir la incertidumbre asociada a la predicción de los impactos derivados del cambio climático en los ecosistemas a escala local.

Por otro lado, además de complementar los datos disponibles, los procesos de participación ciudadana en la **construcción del conocimiento científico** pueden contribuir a eliminar la percepción socialmente extendida de que el cambio climático es un fenómeno demasiado abstracto y complejo para poder comprenderlo y valorarlo de forma adecuada. Los programas de **ciencia ciudadana** - en los que participa cualquier persona con intereses y conocimientos científicos, siendo o no científicos profesionales - pueden contribuir a reducir esta distancia psicológica y cultural, incrementando la relevancia social del cambio climático y conectando de forma más significativa a las personas y las comunidades, con las causas y consecuencias de este cambio.

Finalmente, la creación de **observatorios** de problemáticas concretas está ayudando, en muchos casos, a situar temas ambientales concretos en las agendas públicas, creándose espacios de diálogo entre el ámbito político y el social. En estos observatorios participan tanto los gestores, como el resto de la ciudadanía, aportando datos para la toma de decisiones y buscando soluciones a problemas comunes.

Sin embargo, aunque la ciencia ciudadana está demostrando ser una herramienta poderosa para involucrar a las personas y hacerlas partícipes en la creación de conocimiento, es muy poco utilizada en los países y comunidades en desarrollo [22, 23]. A pesar de las limitaciones existentes en estos contextos, la ciencia ciudadana se presenta como una herramienta muy útil para empoderar a dichas comunidades y para la gobernanza de los recursos que sustentan a las comunidades rurales [23, 24].

¿Qué pretendemos conseguir?

Promover y reconocer las capacidades de la ciudadanía en la observación y seguimiento del cambio climático a escala local, lo cual es una oportunidad para:

- Reconectar a las personas con el medio natural potenciando el apego hacia la naturaleza.
- Aprender del conocimiento de las comunidades rurales y las personas trabajadoras del sector primario, conocedoras del medio natural.
- Alcanzar un adecuado conocimiento ecológico y social de la problemática local asociada al cambio climático.
- Provocar cambios a tiempo, coherentes y racionales en la percepción de la problemática, en el pensamiento crítico y, en última instancia, en el comportamiento de las personas.
- Aumentar el número de observaciones disponibles relativas a la biodiversidad, al estado de los ecosistemas y a los efectos del cambio climático.
- Proporcionar información a las instituciones competentes en materia de cambio climático, tanto las centradas en la gestión como aquellas dedicadas a la investigación.
- Empoderar a la ciudadanía en la generación de conocimiento y en la búsqueda de soluciones a los retos que este conocimiento plantea frente a la crisis climática.
- Potenciar el rol de todas las personas como observadoras críticas del papel de nuestra sociedad en la mitigación y adaptación frente al cambio climático.

Además, la ciudadanía obtendrá otros beneficios de su participación en los proyectos de observación que surjan de esta guía. Estos beneficios incluyen, entre muchos otros:

- Oportunidades de aprendizaje bidireccional (ciencia profesional - ciencia ciudadana).
- Disfrute personal, conocimiento de nuevas personas y colectivos y satisfacción a través de la contribución a una evidencia científica.
- Aumento de la conciencia de grupo frente a la diversidad de impactos del cambio climático.
- Comprensión de los retos locales y nacionales que supone la mitigación y adaptación frente al cambio climático.
- Capacidad potencial de la ciudadanía de influir en las decisiones políticas mediante vías participativas.



Propuesta para crear un proyecto RED4C

En este apartado se presenta una propuesta metodológica para crear un proyecto de ciencia ciudadana para la observación del cambio climático en los ecosistemas.

RECOMENDACIONES PARA CREAR UN PROYECTO 4C: CIENCIA CIUDADANA Y CAMBIO CLIMÁTICO

5.1 Primeros pasos

OBJETIVO GENERAL

| Seguimiento y evaluación de los impactos, riesgos y opciones de adaptación al cambio climático |



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

| Definición de los objetivos del proyecto y de los participantes |



NIVEL DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

| Jerárquica |
| Horizontal |
| Transversal |



RECURSOS

| Convocatorias locales, nacionales y europeas |
| Colaboraciones |

5.2 Diseño

SELECCIÓN DEL ECOSISTEMA

| Área de observación cercana a la comunidad |
| Inventarios de patrimonio natural y biodiversidad |
| Atributos básicos que lo definen |



FACTORES DE CAMBIO OBSERVABLES

✕ | Impactos |
△ | Riesgos |
✎ | Adaptación |



MATERIALES

| Manual de observación |
| Ficha de observaciones |
| Fichas explicativas |



GESTIÓN DE DATOS / SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

| Toma de datos |
| Almacenamiento |
| Revisión y curado |
| Exportación para análisis |
| Protocolo de envío |
| Formato de datos y estándares |

5.3 Desarrollo

COMUNICACIÓN

| Eslogan |
| Materiales gráficos |
| Web / contacto |
| Definición de compromisos |



FORMACIÓN CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA PARA LA PARTICIPACIÓN

| Aprendizaje vivencial |
| Acciones en campo |



COORDINACIÓN Y COMPROMISO

| Comunicación continua |
| Reconocimiento |
| Utilidad de los datos |



RESULTADOS Y TRANSFERENCIA

| Formatos y canales |
| Resultados y conclusiones |
| Síntesis científico-técnica |
| Transferencia |



EVALUACIÓN

| Indicadores científicos |
| Indicadores sociales |

CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de comenzar a diseñar el proyecto es necesario pensar en la **idoneidad** de la aplicación de la **ciencia ciudadana** para la evaluación y seguimiento del cambio climático en el ecosistema y temática escogidos así como en la comunidad de referencia. Para ello, se recomienda tener en cuenta al menos, los aspectos que se indican en la Tabla 1.

Una vez comprobada su idoneidad, es necesario reflexionar sobre qué personas tomarán la iniciativa en la creación de un nuevo proyecto (equipo promotor) y quiénes serán los participantes y colaboradores del proyecto que se plantea.

ASPECTO	TENER EN CUENTA	PREGUNTA CLAVE	IDONEIDAD	
Claridad del objetivo	<p>Para contribuir a la investigación científica básica se puede formular el objetivo como una hipótesis comprobable.</p> <p>Para contribuir a la vigilancia y seguimiento ambiental se debe definir la relación causa - efecto entre lo que se estudia (reto ambiental) y lo que se está midiendo (indicador).</p>	¿El objetivo del proyecto es preciso y está claramente definido?	Objetivo / pregunta vaga.	Objetivo / pregunta clara.
Importancia del compromiso	El compromiso por sí solo no es ciencia ciudadana, la ciencia ciudadana involucra a las personas en el proceso de producción de conocimiento.	¿El compromiso es imprescindible para alcanzar el objetivo del proyecto?	No existe o solo existe comunicación unidireccional.	Es imprescindible compromiso y participación activa.
Recursos disponibles	<p>Es importante considerar qué recursos se necesitarán para implementar el proyecto de manera eficaz.</p> <p>Si los recursos (fondos, tiempo, etc. necesarios) no son alcanzables se debe reajustar / reconsiderar el proyecto.</p> <p>Buscar apoyos en otras personas o entidades que dispongan de recursos puede facilitar la implementación del proyecto.</p>	<p>¿Se dispone de suficientes recursos para asegurar el apoyo a los participantes?, ¿se puede colaborar y compartir recursos para reducir esfuerzos?</p> <p>¿El proyecto cuenta con medios propios o disponibles mediante colaboraciones con otras entidades para realizar la transferencia de los datos y la información recopilada?</p>	Sin recursos ni apoyos.	Muchos recursos o apoyos.
Escala espacio- temporal	Debe conocerse la escala espacial y temporal que es necesario cubrir para alcanzar los objetivos del proyecto.	¿Se necesita una gran cantidad de personas, un elevado compromiso o tiempo por parte de éstas para cubrir la escala deseada?	Gran esfuerzo (tiempo o compromiso) difícil de mantener en el tiempo.	Esfuerzo (tiempo o compromiso) fácil de mantener en el tiempo.

<p>Complejidad del protocolo</p>	<p>El protocolo debe ser lo más sencillo posible.</p> <p>Si se necesita un protocolo complejo, se deberá brindar suficiente apoyo a los participantes y probarlo y validarlo para su uso [26].</p> <p>La formación que se proporciona a la ciudadanía debe perseguir capacitarla en la implementación del protocolo.</p>	<p>¿El protocolo es práctico para la participación?</p> <p>¿Se espera demasiado de las personas participantes?</p>	<p>Complejo.</p>	<p>Simple.</p>
<p>Motivación de los participantes</p>	<p>Las personas se involucran y participan por diversas razones. Algunas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> · sentido de lugar (“es mi pueblo”) · sentido de comunidad (“puedo participar con mis hijos / grupo”) · interés preexistente (“siempre me ha interesado el cambio climático”) · sensación de descubrimiento (“no tenía idea de que ...”) · ser parte de una narrativa (“estoy participando en ...”) · sensación de peligro (“mi futuro está en peligro, quiero hacer algo”) 	<p>¿El proyecto conecta con alguna de las razones potenciales que puede tener la ciudadanía para realizar seguimiento del cambio climático?</p> <p>¿Ha participado en el diseño desde el inicio?</p>	<p>Las razones para participar no están claras.</p>	<p>Claras y fundamentadas razones para participar.</p>

Tabla 1. Aspectos a revisar para evaluar la idoneidad de la ciencia ciudadana para el desarrollo de un proyecto [25].

COMUNIDAD

La comunidad es el conjunto de personas adecuado para llevar a cabo el proyecto con éxito y depende de los recursos materiales y humanos de los que se disponga.

COMUNIDAD = Equipo promotor + Colaboradores + Participantes

Equipo promotor: dependiendo de la envergadura del proyecto y del número de personas que participen, existen los siguientes perfiles del equipo de trabajo, que podrán ser asumidos por una o por varias personas:

- Coordinación de todas las tareas que se quieran realizar en la actividad así como del resto de personas que integran el equipo de trabajo: perfil coordinador.
- Acompañamiento y formación de las personas participantes en el campo, revisión del entorno elegido y capacitación de los científicos y científicas ciudadanas en la observación y recogida de datos: perfil técnico de campo.
- Registro y validación de los datos generados así como análisis y síntesis de la información generada en el marco del proyecto: perfil técnico de datos.
- Estudio de la percepción del proyecto por parte de la ciudadanía y de la conciencia del cambio climático y su afección a los diferentes ecosistemas de su entorno: perfil técnico social.
- Difusión, promoción y transferencia del proyecto. Este trabajo requerirá la aportación de todas las demás personas implicadas en el proyecto: perfil técnico de comunicación.

Colaboradores: grupo de especialistas (científicos y científicas tanto profesionales como ciudadanos) vinculados al proyecto para ayudar en tareas concretas del mismo (definición del método, diseño de materiales, gestión de datos, validación de las observaciones, etc.). Son personas que, en función de sus intereses y disponibilidad, se implican en una o varias tareas del proyecto.

Es muy importante establecer colaboraciones con universidades o centros de investigación cercanos, asociaciones u ONG vinculadas al territorio y que trabajen en el campo que se desee desarrollar. Es interesante establecer acuerdos de colaboración con instituciones públicas o privadas (por ejemplo, para el uso de determinados medios de muestreo, instrumental, o incluso para el uso de los datos). De este modo, se podría llegar a realizar un buen trabajo en equipo que cubra todas las necesidades del proyecto.

Participantes: los científicos y las científicas ciudadanas. Se trata de personas colaboradoras con el proyecto que realizan una prestación voluntaria, libre, de colaboración cívica y social para la mejora del medio ambiente y la calidad de vida. Estas personas pueden ser también científicos profesionales que realizan estas tareas en un área diferente de su especialidad o bien fuera de su estricto ámbito profesional (remunerado, institucional, etc.).



5.1

Primeros pasos: Objetivos, nivel de participación y recursos

OBJETIVO GENERAL

| Seguimiento y evaluación de los impactos, riesgos y opciones de adaptación al cambio climático |



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

| Definición de los objetivos del proyecto y de los participantes |



NIVEL DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

| Jerárquica |
| Horizontal |
| Transversal |



RECURSOS

| Convocatorias locales,
nacionales y europeas |
| Colaboraciones |

OBJETIVOS

El **objetivo general** de los proyectos enmarcados en esta propuesta metodológica será llevar a cabo, mediante la participación de la ciudadanía, el seguimiento y evaluación a escala local del cambio climático en un determinado ecosistema. Esto implica el seguimiento espacial y temporal de variables representativas de los impactos, los riesgos y las potenciales acciones de adaptación al cambio climático.

Los objetivos específicos se pueden dividir entre aquellos relativos al propio proyecto y aquellos intrínsecos a las personas que participan en el proyecto, tanto los científicos profesionales como ciudadanos.

Los **objetivos del propio proyecto**, a menudo incluirán:

- Producción científico-técnica: generación de datos útiles para el seguimiento y evaluación de los efectos del cambio climático en los ecosistemas a escala local, que estén disponibles para todas las partes interesadas a través de repositorios abiertos.
- Acercamiento del método científico al conjunto de la sociedad.
- Fomento del apego de las personas hacia la naturaleza.
- Acercamiento de las percepciones, aspiraciones y retos sociales relacionados con el cambio climático a la ciencia.
- Formación continua de los participantes en el seguimiento de las realidades observables del cambio climático en los sistemas naturales.
- Transparencia del proyecto, incluida la comunicación de las tareas, funciones y roles en el proyecto y el uso de los datos y los resultados (Open Science). Se trata de transmitir al conjunto de la sociedad las actividades y resultados del proyecto.
- Apoyo a las iniciativas concretas para la mitigación y adaptación frente al cambio climático a escala local que surjan desde la ciudadanía. Una vez se comience a comprender el ecosistema estudiado y los retos asociados al cambio climático es interesante facilitar el paso a la acción y asesorar a los participantes en el desarrollo práctico de sus propias propuestas de mitigación y adaptación a escala local (solicitud de permisos, información técnica sobre el hábitat en el que se realiza la acción, etc.).
- Fomento del trabajo colaborativo: creación de una red de personas que garanticen la continuidad del proyecto y permitan obtener más información con menos esfuerzo.

Los **participantes** a menudo tienen sus propios objetivos que pueden variar entre cada uno de los grupos. Estos pueden abarcar desde cuestiones personales relacionadas con el aprendizaje propio, hasta la participación en la gestión de una problemática ambiental local [27].

Por ello, partiendo del objetivo general común que une a todas las personas participantes en el proyecto -“llevar a cabo, mediante la participación de la ciudadanía, el seguimiento y evaluación a escala local del cambio climático en un determinado ecosistema”-, se deben explorar abierta y conjuntamente los temas de interés de los participantes y discutir las preguntas que el proyecto puede abordar.

NIVEL DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Una vez establecidos los objetivos específicos del proyecto a implementar, se analizará y adoptará el tipo de **nivel de participación de la ciudadanía** que se ajuste mejor a los mismos. En la Tabla 2 se destacan tres aproximaciones generales que utilizan distintos niveles de participación según la fase del proyecto en la que se involucren. No obstante, se ha de considerar que es muy posible que los niveles de participación puedan variar dentro de un mismo proyecto puesto que las capacidades así como las motivaciones de las personas participantes son dinámicas.

En el caso de escoger aquella aproximación que permite a los participantes estar involucrados en todas las fases del proceso, se deberá contar con su participación para el planteamiento de la pregunta de investigación y de la hipótesis de partida.

Así, las personas participantes tendrán claro desde el principio cuál es el sentido particular de su trabajo (¿Es verdad que “mi playa” está creciendo? ¿Los árboles ahora crecen más arriba en la montaña que veo desde casa? ¿Los árboles florecen antes o después de lo que indican los registros anteriores?) lo cual puede ser mucho más motivador que la observación general (observar evidencias del cambio climático).

Para formular la **hipótesis** de partida, se recomienda proponer a las personas que participan en el proyecto realizar una o varias entrevistas con un informante clave (personal investigador, población local, usuarios habituales del territorio, etc.) relacionado con el entorno o el ecosistema a estudiar con el fin de extraer de ella la hipótesis de partida más interesante. Se recomienda que dicho guión se base en las tablas de impactos, riesgos y adaptación que se recogen en los anexos de esta guía.

NIVEL DE PARTICIPACIÓN	PROYECTOS CONTRIBUTIVOS	PROYECTOS COLABORATIVOS	PROYECTOS CO-CREADOS
Aproximación	Jerárquica	Horizontal	Transversal
¿Quién diseña?	Científicos y científicas profesionales	Científicos y científicas no profesionales	Científicos y científicas profesionales y no profesionales
¿Qué aportan las personas participantes?	Recopilan datos	Participan en más de una etapa del proceso científico: contribuyendo o analizando datos, ayudando a informar sobre cómo se abordan las cuestiones o comunicando los resultados y conclusiones.	Al menos algunas de las personas participantes están involucradas en la mayoría (o todos) los pasos del proceso científico.

Oportunidades	<p>Recopilación de grandes volúmenes de datos que no podrían obtenerse de manera eficiente a través de otras vías, por ejemplo, datos a resoluciones precisas.</p>	<p>Generación de un mayor volumen de información gracias al aporte de observaciones así como al análisis masivo de la información.</p> <p>Mayor grado de implicación y, por lo tanto, mayor adquisición de conocimiento y conciencia por parte de las personas participantes.</p>	<p>Ofrece formación e intercambio de conocimientos. Recomendados para abordar un problema o cuestión medioambiental específico y localmente relevante.</p> <p>La participación activa favorece la percepción de capacidad de acción para la resolución de problemas.</p> <p>Va más allá de la adquisición del conocimiento favoreciendo la toma de acciones por parte de la ciudadanía.</p>
Limitaciones	<p>Requiere una capacitación previa de los participantes y una validación de los datos recopilados.</p> <p>Cuando son necesarias observaciones repetidas a lo largo del tiempo, se requiere un gran compromiso por parte de los participantes.</p>	<p>Requiere una capacitación previa para el registro, y análisis de las observaciones y sistemas de validación de la información generada.</p>	<p>Requiere voluntad de entendimiento por todas las partes y un compromiso continuo con el proyecto.</p> <p>Suele involucrar a un pequeño número de participantes.</p>

Tabla 2. Aproximaciones generales para el diseño de un proyecto de ciencia ciudadana y sus características [26].

RECURSOS

Los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto son muy variados. Conviene comenzar bajo la premisa de una elaboración desde la máxima sencillez posible para que pueda llevarse a cabo fácilmente. Sin embargo, todos los recursos que se consigan por encima de lo estrictamente necesario podrán hacer que el proyecto crezca y se tecnifique. No obstante, tal como se señaló en el I Foro Internacional de Ciencia Ciudadana en España co-organizado por la Fundación Ibercivis y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en 2019, es importante utilizar las plataformas ya consolidadas para reunir los datos del proyecto. El objetivo es utilizar recursos ya existentes para poner a disposición de toda la sociedad la información recopilada por múltiples proyectos de ciencia ciudadana. Algunos ejemplos de plataformas consolidadas son:

SEO/BirdLife (seo.org), Biodiversidad Virtual (biodiversidadvirtual.org), Observation España (spain.observation.org) o iNaturalist.

En este punto, es conveniente contar con un mínimo de capital para cubrir gastos como pueden ser la generación del material de campo, la adquisición de los kits de análisis y/o material de muestreo o, si se requiere, el desarrollo de aplicaciones móviles, software para la gestión de datos, etc. aunque, como se ha dicho, en la medida de lo posible se llevará a cabo con software libre y gratuito.

Se recomienda tener en cuenta que existen diferentes fuentes de financiación desde lo local a lo global, competitivas o nominativas, a las que se puede tener acceso presentando una propuesta de proyecto. A nivel nacional, las ayudas están principalmente canalizadas a través de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). En su [página web](#) se pueden consultar las diferentes convocatorias. Además, existen ayudas a nivel europeo, como el programa [Horizonte Europa](#).

PROYECTO 1

RED IBÉRICA PROYECTO RÍOS

<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/quien-es-quien/red-proyecto-rios.aspx>

Associació Hàbitats (Catalunya); Fundación Limne (Confederación Hidrográfica del Júcar); Territorios Vivos (Madrid); Fundación Ciudad de la Energía (El Bierzo-Laciana); ADEGA (Galiza); Red Cambera (Cantabria) y ASPEA (Portugal).

DATOS DEL PROYECTO

Nombre: PROYECTO RÍOS

Alcance: Comunidad autónoma.

Ámbito de estudio: Ecosistemas fluviales.

Enfoque utilizado: Proyecto colaborativo.

Descripción: El objetivo principal es potenciar la participación activa de la sociedad en el conocimiento, diagnóstico, conservación y mejora de los ríos y sus riberas a través del fomento del voluntariado ambiental y la ciencia ciudadana. Para ello, se ofrece una formación a las personas participantes, para la transmisión de conocimientos básicos de los entornos fluviales y la implementación de procedimientos científico-técnicos (protocolos de muestreo, cálculo de índices de calidad ambiental, seguimiento y estudio de poblaciones de especies de fauna y flora, etc.). Con todos los datos recabados por las personas participantes en las dos campañas anuales de toma de datos, se elabora un informe anual para dar a conocer el estado de salud de los ríos y riberas. Para ello se sirve de un Kit de inspección de ríos que, habitualmente, contiene una ficha de toma de datos, un manual de inspección, claves de identificación de flora y fauna, un termómetro, un disco de transparencia, una lupa y una red para la recogida de macroinvertebrados bentónicos. En Cantabria se cuenta con la aplicación móvil [RiosConCienciaApp](#) para el envío de los datos y en Cataluña con la aplicación [RiuApp](#).

CAMBIO CLIMÁTICO

✕ Impactos

¿Permite observar los efectos sobre el ecosistema o alguno de sus componentes como consecuencia del cambio climático?

Sí, mediante, la medición de determinados indicadores como, por ejemplo, la temperatura del agua, la presencia o ausencia de determinadas especies alóctonas que pueden indicar el desplazamiento de especies autóctonas por otras menos sensibles a los efectos del cambio climático, etc.

△ Riesgos

¿Permite evaluar la probabilidad de que alguna de las especies, funciones, recursos medioambientales o servicios del ecosistema estudiados se vea afectado debido al cambio del clima? ¿Permite evaluar si está preparado el ecosistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio del clima?

La estructura física y biológica del ecosistema se evalúa a través de diversos índices (calidad del agua, índice del hábitat fluvial, calidad del bosque de ribera, estado ecológico) lo cual permite conocer su estado e inferir si el ecosistema puede hacer frente a los efectos negativos del cambio climático.

✎ Adaptación

¿Permite conocer qué opciones de adaptación son potencialmente aplicables para reducir los riesgos relacionados con el clima en el ecosistema?

Sí. A través de la adopción fluvial se realizan acciones que repercuten en una mayor resiliencia frente al cambio del ecosistema fluvial. Algunos ejemplos son: plantación de especies arbóreas autóctonas, eliminación de especies de flora exótica invasora, fomento de la protección de las áreas protegidas e impulso para la creación de nuevas reservas fluviales. En el plano social, se fomenta la firma de acuerdos de custodia del territorio en los tramos inspeccionados, desarrollando iniciativas de participación ciudadana que favorezcan la gestión compartida del medio fluvial, sensibilización, divulgación y educación ambiental.

5.2

Diseño: Selección del ecosistema, factores observables, método, materiales, datos y soluciones tecnológicas

SELECCIÓN DEL ECOSISTEMA

- | Área de observación cercana a la comunidad |
- | Inventarios de patrimonio natural y biodiversidad |
- | Atributos básicos que lo definen |



FACTORES DE CAMBIO OBSERVABLES

- ✕ | Impactos |
- △ | Riesgos |
- ✋ | Adaptación |



MATERIALES

- | Manual de observación |
- | Ficha de observaciones |
- | Fichas explicativas |



GESTIÓN DE DATOS / SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

- | Toma de datos |
- | Almacenamiento |
- | Revisión y curado |
- | Exportación para análisis |
- | Protocolo de envío |
- | Formato de datos y estándares |

Para diseñar un proyecto de observación de los impactos, riesgos y el grado de adaptación al cambio climático de un ecosistema mediante ciencia ciudadana se recomienda seguir los siguientes pasos:

SELECCIÓN DEL ECOSISTEMA

En esta guía se plantea como objeto de estudio los **ecosistemas o sistemas naturales**, aunque la mayoría de las propuestas y recomendaciones podrían aplicarse a proyectos de ciencia ciudadana en ecosistemas sometidos a diversos grados de influencia humana.

En esta fase, se recomienda seguir los pasos:

A. Seleccionar el área de observación: de manera que se enmarque en un territorio cercano a las personas que participan en el proyecto realizando observaciones y en la que existan ecosistemas, especies o recursos ambientales sensibles al cambio climático.

Ejemplo: área geográfica de Cantabria.

B. Tipificar el área seleccionada: una vez seleccionada el área de observación, la zona geográfica escogida es catalogada en diferentes tipos homogéneos de ecosistema. Para ello, se debe acudir a los inventarios existentes a escala nacional, por ejemplo el [Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad](#) y otros instrumentos para el conocimiento y la planificación del patrimonio natural y de la biodiversidad a escala local.

Ejemplo: ecosistemas fluviales

C. Caracterizar el ecosistema elegido: una vez escogida el área a observar y conocido el tipo de ecosistema que representa, se deben determinar aquellos atributos básicos que lo definen como tal. Para una correcta caracterización del ecosistema se deben recopilar, al menos, los siguientes datos:

- Localización.
- Variables del medio abiótico (geología, climatología, etc.).
- Variables del medio biótico (especies que alberga).
- Usos del territorio e intervenciones previas realizadas en él bien para su conservación-restauración o bien para el aprovechamiento de recursos (por ejemplo, presas en un río).

Ejemplo: [ficha del Proyecto Ríos](#).

FACTORES DE CAMBIO OBSERVABLES

Una vez conocidas las características del ecosistema a estudiar y el ámbito territorial, se deben determinar aquellos atributos que puedan ser de interés para el seguimiento y evaluación de los impactos y riesgos derivados del cambio climático y el grado de adaptación del ecosistema frente al mismo. Con el objetivo de transferir a la ciudadanía información rigurosa y contrastada y respetar, en este sentido, el método científico, se propone tomar como información de referencia los informes del Grupo de trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GTII IE5 del IPCC) en los que se estudian los impactos, los riesgos y la adaptación en los ecosistemas en relación con el cambio climático así como los informes elaborados por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). Estos informes ofrecen una panorámica general y actualizada del estado actual de conocimientos y el nivel de certidumbre de los mismos, basándose en la literatura científica y técnica.

En el momento de la publicación de esta guía, el panel de expertos está preparando su **Sexto Ciclo de Evaluación**, por lo que se recomienda utilizar siempre la información más reciente publicada por este organismo, como punto de partida en el diseño de nuestro proyecto de ciencia ciudadana y cambio climático.

A continuación se expone una propuesta de factores a observar razonando por qué y para qué es importante basar en ellos las observaciones del cambio climático en los ecosistemas.





✕ IMPACTO

¿Qué es?

El **impacto (I)** es el conjunto de los posibles **efectos** sobre el entorno como consecuencia de la modificación del mismo debido al cambio climático antropogénico. En esta guía el término impacto se emplea para describir los efectos sobre los sistemas naturales.

¿Por qué observarlo?

Las evidencias científicas señalan que los efectos del cambio climático son generalizados, afectando a los sistemas naturales y humanos. Sin embargo, sus efectos no ocurren de forma homogénea en todo el planeta, sino que difieren en cada región biogeográfica, mostrando diferencias que pueden ser importantes a escala local. A este nivel, el más cercano para la ciudadanía, la incertidumbre en las proyecciones a futuro sobre la evolución del sistema climático y sus efectos se incrementa y existen, en muchos casos, dificultades para percibir los correspondientes impactos y consecuencias. Por este motivo se hace necesario realizar una observación sistemática y un seguimiento de los efectos del cambio climático a escala local.

¿Para qué observarlo?

Las capacidades de los diversos agentes sociales fuera del entorno académico configuran la capacitación de la sociedad y suponen una oportunidad para favorecer una mejor identificación del cambio climático como una problemática significativa y relevante a escala local por parte de la sociedad española. Además, este seguimiento puede aportar datos útiles y fiables que permitan identificar las realidades observables del cambio climático a escala local. **En este contexto, la participación activa de la sociedad se presenta como una oportunidad para lograr una disminución de la incertidumbre asociada a las predicciones de los impactos a escala local.**

En el **ANEXO I** se recoge un listado de impactos observados como base para la selección de variables que puedan ser de interés para el seguimiento y evaluación de los impactos derivados del cambio climático en el ecosistema escogido. Este listado ha sido elaborado tomando como referencia el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, mediante la selección de aquellos impactos que son atribuidos al cambio climático con un nivel de confianza alto o muy alto y/o implican una contribución grande al cambio climático. Además, se ha complementado con la información disponible en los informes editados por la Oficina Española de Cambio Climático sobre los *Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España*.

△ RIESGO

¿Qué es?

El **riesgo (R)** indica el **potencial** de que se produzcan **consecuencias adversas** (impactos) por las cuales algo de valor está en peligro con un desenlace o una magnitud del desenlace inciertos.

¿Por qué evaluarlo?

Las personas y las sociedades pueden percibir o jerarquizar los riesgos y los beneficios potenciales de formas diferentes, según los diversos valores y objetivos [30]. Por ello, realizar una evaluación homogénea (estandarizada y sistemática) de los riesgos del cambio climático, permite estudiar y abordar la propuesta de acciones de mitigación y adaptación así como conocer cuándo y dónde son prioritarias dichas acciones.

¿Para qué evaluarlo?

Las capacidades de las personas fuera del entorno académico son una oportunidad para, en primer lugar, evaluar de manera estandarizada y sistemática los riesgos de los ecosistemas de su entorno cercano. En segundo lugar, facilitan la construcción de una representación más ajustada a la realidad del nivel y tipos de riesgos a los que está expuesto el entorno natural como consecuencia del cambio climático. Cabe esperar que una mejor comprensión del nivel de riesgo potencial conlleve cambios coherentes y racionales en el comportamiento de las personas, reconociendo y promoviendo una ciudadanía activa y capacitada para exigir a todos los sectores estratégicos unas políticas y acciones valientes y decisivas frente al cambio climático.

Para entender cómo se estudia el riesgo frente al cambio climático es necesario conocer los componentes que interactúan para dar lugar al mismo (Tabla 3).

La focalización en el riesgo ayuda a la toma de decisiones en el contexto del cambio climático. Los **riesgos** del cambio climático serán diferentes en las distintas regiones y poblaciones, a lo largo del espacio y el tiempo, dependiendo de numerosos factores, entre ellos el alcance de la adaptación y la mitigación. Las personas y las sociedades pueden percibir o jerarquizar los riesgos y los beneficios potenciales de formas diferentes, según los diversos valores y objetivos.

Por ello, se recomienda focalizar la atención de nuestro proyecto de ciencia ciudadana y cambio climático en los riesgos clave identificados por el Grupo de trabajo II (GTII) en el último ciclo de evaluación del IPCC.

Los **riesgos clave** son aquellos que se darán cuando se presenta una alta peligrosidad asociada o una alta vulnerabilidad de los sistemas expuestos, o ambas. Cabe destacar que, en los informes del GTII, la identificación de los riesgos clave se basa en el juicio de experto utilizando los siguientes criterios para su selección:

- Gran magnitud.
- Alta probabilidad o irreversibilidad de los impactos asociados.
- Momento de los impactos.
- Vulnerabilidad persistente o exposición que contribuyen a los riesgos.
- Posibilidades limitadas para reducir los riesgos mediante adaptación o mitigación.

En el **ANEXO II** se recoge un listado de riesgos como base para la selección de atributos de interés para el seguimiento y evaluación de los riesgos derivados del cambio climático en el ecosistema escogido. Este listado ha sido elaborado tomando como base el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, mediante selección de aquellos impactos que son atribuidos al cambio climático con un nivel de confianza alto o muy alto y/o implican una contribución del cambio climático grande. Además, se ha complementado con la información disponible en los informes editados por la Oficina Española de Cambio Climático sobre los Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España.

COMPONENTE DEL RIESGO	¿QUÉ INDICA?	¿QUÉ PREGUNTA PLANTEA?
Exposición	Indica la presencia de entidades (en el caso que nos ocupa serán especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales), que podrían verse afectados negativamente por el cambio climático.	¿Alguna de las especies, funciones, recursos ambientales o servicios de nuestro ecosistema se ven afectados por el cambio del clima? Si la respuesta es NO, entendemos que no existe un riesgo derivado del cambio climático. Sin embargo, si la respuesta es Sí, debemos continuar evaluando los siguientes factores.
Peligro	Indica la ocurrencia potencial de una tendencia o suceso físico de origen natural o humano que puede causar, en el caso que nos ocupa, pérdidas de servicios, ecosistemas y recursos ambientales.	¿Cuál es la probabilidad de que alguna de las especies, funciones, recursos ambientales o servicios de nuestro ecosistema se vea afectado debido al cambio del clima? Si la respuesta es NO existe ninguna probabilidad, entendemos que no existe un riesgo derivado del cambio climático. Sin embargo, si la respuesta es Sí existe alguna probabilidad, debemos continuar evaluando los siguientes factores.
Vulnerabilidad	Es la propensión o predisposición a ser afectado negativamente. En el contexto que nos ocupa, indica el grado de capacidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático.	¿Está preparado nuestro ecosistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio del clima? Dando respuesta a esta cuestión, podremos evaluar el riesgo de que se produzcan consecuencias negativas en nuestro ecosistema por efecto del cambio del clima mediante la siguiente función.

Tabla 3. Explicación de lo que indica cada componente del riesgo frente al cambio climático así como la pregunta a plantear para poder evaluarlos.



¿Qué es?

La **adaptación (A)** es la acción y efecto que persigue limitar los riesgos derivados del cambio climático, reduciendo sus impactos e incrementando el potencial de recuperación de los sistemas tras una perturbación asociada al clima. Existen opciones de adaptación en todos los ámbitos, aunque su forma de aplicación y su eficiencia para reducir los riesgos relacionados con el clima difieren entre los distintos sectores y regiones [28, 29]. Por eso, es importante que la sociedad conozca las opciones de adaptación para la aplicación en su entorno más cercano y sea capaz de evaluar la efectividad de las estrategias de adaptación implementadas.

¿Por qué evaluarla?

La adaptación a todos los niveles de gobernanza depende de los valores sociales, los objetivos y las percepciones del riesgo. El reconocimiento de los intereses, circunstancias, contextos socioculturales y expectativas puede favorecer los procesos de toma de decisiones. Además, el apoyo de las decisiones es más eficaz cuando es sensible al contexto y la diversidad de los tipos de decisiones, los procesos de su adopción y sus defensores. En este contexto, las organizaciones que hacen de puente entre la sociedad, la ciencia y la toma de decisiones, desempeñan un importante papel en la comunicación, transferencia y evolución de los conocimientos climáticos, incluyendo la traducción, la colaboración y el intercambio de conocimientos para el diseño de estrategias de adaptación frente al cambio climático [30].

¿Para qué evaluarla?

La capacitación de la ciudadanía en la evaluación del grado de adaptación de los sistemas ecológicos del entorno cercano la ayudará a adquirir una representación más ajustada a la realidad de las estrategias posibles para limitar los riesgos derivados del cambio climático al que está expuesto su entorno cercano. Cabe esperar que una mejor comprensión del grado de adaptación potencial proporcione a la ciudadanía una herramienta para la participación en la gestión del patrimonio natural de su territorio. La adaptación al cambio climático es específica del lugar y el contexto, y no existe ningún método único para reducir los riesgos que resulte adecuado para todas las situaciones. Algunos enfoques para la adaptación de los ecosistemas frente al cambio climático se centran en la reducción de la vulnerabilidad y la exposición al riesgo. El IPCC agrupa estos enfoques en categorías [30]. En

el **ANEXO III** de esta guía se muestran aquellas categorías relacionadas con la adaptación en los ecosistemas promovidos por actuaciones humanas. Además, se listan los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) en los que se deben basar las acciones de adaptación propuestas.

MATERIALES

Los recursos materiales pueden ser muy variados y diferir ampliamente en función del proyecto a implementar. Se recomienda disponer como mínimo de:

- Material didáctico para la formación inicial de las personas participantes:

Manual de observación: debería recoger parte del protocolo general y describir de manera exhaustiva los pasos que se seguirán al recoger la información en el medio, realizar mediciones, enviar los datos, e interpretarlos y analizarlos con información rigurosa y accesible. Para ello, conviene seguir las siguientes recomendaciones:

. Explicitar las condiciones bajo las cuales pueden realizarse observaciones válidas (fechas, condiciones meteorológicas, horarios, etc.).

. Detallar cada paso a seguir, no dando nada por hecho, e identificar de manera clara y correcta cuál es el dato final a recoger.

. Siempre que sea posible, se deberían emplear fotografías, gráficos o ejemplos que faciliten la comprensión de la metodología empleada.

. En la hoja de recogida de información y datos (ya sea en formato físico o digital), se deberá priorizar la anotación de respuestas cerradas, aunque exista la posibilidad de incluir observaciones.

. En el caso de datos numéricos abiertos, se especificará la unidad de medida para homogeneizar los resultados obtenidos.

. Contar con una relación bibliográfica de documentos de interés y un glosario de términos puede resultar muy útil a las personas participantes.

Ejemplo: "Manual de inspección de ríos" y el manual "El cambio climático en nuestros ríos".

- Material para la toma de datos: es conveniente disponer de materiales de apoyo a la labor en campo para facilitar la recogida de información y obtener datos estandarizados de los parámetros deseados.

Ficha de observaciones: es el soporte en el que la persona participante volcará el resultado de sus observaciones. Puede tener un formato físico (papel) o digital (formulario on-line, app, etc.).

Ejemplo: ficha de campo y app RíosConCiencia de Proyecto Ríos.

Fichas explicativas para cada factor a observar (impactos, riesgos y adaptación): material explicativo en forma de fichas de contenido muy sintético, preferiblemente gráfico y de fácil transporte y lectura en el campo.

Ejemplo: desplegable flora invasora, ficha árboles, ficha arbustos, ficha anfibios o ficha invertebrados de Proyecto Ríos y el cuaderno de campo "El cambio climático en nuestros ríos".

Para el desarrollo del contenido de las fichas explicativas y de parte del manual de observación se recomienda consultar la información recopilada en el **ANEXO I** (impactos), **ANEXO II** (riesgos) y **ANEXO III** (adaptación) de esta guía.

- En cuanto a los **recursos tecnológicos**, se puede contar con plataformas y aplicaciones móviles ya existentes para la recopilación de los datos o software desarrollados para el proyecto en concreto. Resulta muy útil trabajar con **visores web** donde se puedan ir mostrando los datos recopilados de manera que sirva, a la vez, como herramienta de difusión del trabajo realizado.

Además, podría ser necesario contar con diferentes kits de análisis, aparatos de medida y/o material de recogida de muestras como pueden ser botes, bolsas, termómetro, etc. Se debe proporcionar el **instrumental** necesario para la toma de datos y facilitar instrucciones durante la formación. Por ejemplo, si en el proyecto se prevé la medición de la temperatura del agua, todas las personas participantes deben contar con un termómetro de idéntica precisión y calibrado o con potencial para ser calibrado. Por otra parte, el proyecto debería contar con **material didáctico** (guías de campo ilustradas, claves de determinación o dicotómicas, mapas de distribución de especies, etc.) que puedan facilitar la identificación de elementos biológicos. Con todo ello, se generará un **kit** para cada persona o grupo de participantes que, unido al **material didáctico y de apoyo**, serán los recursos básicos para realizar las observaciones en el campo.

GESTIÓN DE DATOS

Es recomendable la elaboración de un Plan de Gestión de Datos, que defina adecuadamente qué información se va a recoger y cómo se va a procesar. Para lograrlo, es importante responder a las siguientes cuestiones, teniendo en cuenta los aspectos reflejados en la Tabla 4:

- ¿Quién es responsable de manejar los datos y la creación del plan?
- ¿Qué tipo de datos se van a recopilar? ¿Existen datos/plataformas similares?
- ¿Es necesario incorporar datos de otras fuentes para conseguir los objetivos?
- ¿Cómo se toman los datos?
- ¿En qué formato se van a almacenar los datos?
- ¿Qué metadatos se van a recopilar? ¿Van a seguir algún estándar?
- ¿De qué manera se van a tratar y validar? ¿Qué posibles usos tendrán, quién los va a usar y qué canales de comunicación van a necesitar?
- ¿Cómo se van a almacenar los datos, dónde y durante cuánto tiempo?
- ¿Qué medidas de seguridad se van a establecer para asegurar la recuperación de datos en caso de pérdida?



ASPECTO	IMPORTANCIA	CONSEJOS
Estructura de datos digitales	<p>La información debe ser digitalizada con una estructura que facilite su análisis y reduzca la posibilidad de errores. Es recomendable contar con el asesoramiento de personal experto en bases de datos para su diseño.</p>	<p>En la toma de datos es mejor usar campos fijos.</p> <p>Se debe mantener la misma estructura de datos durante el proyecto.</p> <p>¿Hay algún campo de libre escritura, tipo comentarios o notas? La información allí recogida no se utilizará directamente para los análisis.</p> <p>Es conveniente usar listas de valores en vez de texto en campos abiertos. Por ejemplo, establecer una lista de especies observables, en vez de escribir el nombre en una casilla, reduce las posibilidades de errores tipográficos o problemas por diferencias de taxonomía.</p>
Metadatos	<p>Los metadatos son los datos que acompañan a la información recogida en campo y forman parte de la información del conjunto de datos, tanto para su diseño como en su ciclo de vida.</p>	<p>Incluye datos sobre: autoría, fecha de envío, estado de revisión, calidad, etc., de cada registro.</p>
Equilibrio entre calidad y cantidad	<p>La complejidad o cantidad de los datos que se toman afectará a la posibilidad de errores y la motivación de las personas participantes.</p>	<p>Usar herramientas adecuadas (apps móviles, sensores, etc.) puede ayudar a reducir el riesgo de errores tomando datos complejos.</p> <p>El proceso de toma de datos supone un gran esfuerzo. Una mayor calidad de los datos aumenta las posibilidades de sacarles provecho.</p>
Validación o curado de datos	<p>La depuración de datos puede dar información sobre la implicación de las personas participantes y detectar errores de diseño. Debe hacerse por personal experto, y es recomendable acompañar los datos con detalles sobre su calidad para su uso en futuros proyectos.</p>	<p>Los datos recopilados en campo deben pasar un proceso de revisión por personas expertas para identificar y corregir errores. Estas personas expertas detectarán más errores si conocen tanto la materia de muestreo como el entorno donde se ha tomado el dato.</p> <p>Se deberán tener herramientas de comunicación con la persona observadora durante la revisión para resolver dudas.</p> <p>Los datos serán categorizados al menos como validado, rechazado o con dudas.</p>
Trazabilidad	<p>Durante su manejo los datos sufrirán modificaciones, fruto de revisiones y correcciones. Un registro de cambios facilita la detección de problemas o errores.</p>	<p>Existen plataformas tecnológicas que tienen amplia experiencia dando soporte a proyectos de ciencia ciudadana y que han dado soluciones a estas cuestiones.</p> <p>Dado que hay una amplia diversidad de ellas, conviene evaluar cada una de estas plataformas y escoger la que mejor se ajuste a las características del proyecto.</p>

<p>Sensibilidad de los datos y protección</p>	<p>¿Compartir abiertamente los datos recogidos puede suponer un riesgo para el medio ambiente? Especies sensibles, nidos, datos comprometidos. Es importante identificar estos casos y establecer las medidas de protección adecuadas para evitar que se produzcan daños no deseados.</p>	<p>Establecer e informar claramente acerca de la propiedad intelectual de la información recogida.</p> <p>Verificar que todas las fuentes presentan condiciones de uso y distribución acordes al proyecto y que sean compatibles entre sí.</p> <p>Licenciar los contenidos multimedia recopilados de manera compatible con los mecanismos de distribución, acompañándolos de información sobre autoría y licencia de uso.</p>
<p>Aspectos legales</p>	<p>¿Se recoge información personal? Se debe cumplir con la legislación en vigor sobre protección de datos y garantía de derechos digitales.</p>	<p>El uso de información personal debe contar con el consentimiento explícito en el caso de que se vaya a almacenar o ceder a terceros, cumpliendo con la legislación en vigor.</p>

Tabla 4. Aspectos a tener en cuenta en el Plan de Gestión de Datos y su importancia. Elaboración propia.

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

Integrar nuevas tecnologías en los proyectos de ciencia ciudadana facilita la recogida, gestión y tratamiento de los datos, y multiplica las oportunidades y el alcance de la información. Estas tecnologías pueden estar presentes en todas las etapas del proyecto, desde la toma de datos hasta la difusión de resultados (Figura 1).

Serán los propios datos los que condicionarán cada uno de los pasos del ciclo de vida, y que habrá que considerar antes de comenzar con el diseño del protocolo de toma de datos:

1. Toma de datos.
2. Almacenamiento.
3. Revisión y curado.
4. Exportación para análisis y distribución.
5. Protocolo de envío.
6. Formato de datos y estándares.



Figura 1. Ciclo de vida de los datos de un proyecto de ciencia ciudadana.

Toma de datos

Es recomendable hacer un análisis de las diferentes plataformas de ciencia ciudadana existentes y evaluar la idoneidad de cada una de ellas:

1. ¿Los datos que se pueden almacenar se ajustan a los que se van a tomar en el proyecto?
2. ¿Dispone de aplicación móvil?
3. ¿Hay una comunidad madura de observadores y revisores?
4. ¿Es fácil exportar los datos recopilados?

Si la plataforma recoge buena parte de las necesidades del proyecto, es recomendable contactar con el personal gestor para consultar cómo se puede hacer uso de la misma en el marco del proyecto o si existe la posibilidad de añadir funcionalidades para proyectos concretos.

En el caso de que no se encuentre ninguna plataforma de ciencia ciudadana que se ajuste a las necesidades del proyecto, se deberá optar por una alternativa. El presupuesto disponible para abordar una solución tecnológica diseñada a medida, frente a las alternativas tecnológicas gratuitas para la recogida de datos (Google Forms, etc.), será uno de los factores de más peso.

En el **ANEXO IV** se pueden consultar una comparativa de diversas soluciones para la toma de datos.

Almacenamiento de los datos

1. La infraestructura deberá ser adecuada al tamaño y tipo de datos que se prevé generar durante el proyecto.
2. La comunicación con la base de datos debe ser fluida, y facilitar las operaciones de manejo de datos (revisión, consulta, análisis, etc.).
3. Se recomienda pensar a largo plazo:
 - Los datos se pueden almacenar de manera local, o en alguna plataforma de confianza. Hay diversos repositorios específicos para los distintos tipos de datos recogidos que permiten asignar un DOI al conjunto de datos.
 - Es conveniente realizar copias de seguridad o asegurarse de que la plataforma escogida disponga de ellas.

- Organizar y documentar la información de manera que cualquiera pueda comprender y utilizar los datos en un futuro.
- Eliminar y reemplazar rápidamente la información obsoleta.
- Almacenar la información de manera que facilite las búsquedas incluyéndose en catálogos y metabases de datos de ciencia ciudadana.

Revisión y curado de los datos

Las herramientas de acceso a los datos deben permitir a los revisores:

- Filtrar rápidamente los resultados para localizar registros.
- Detectar rápidamente posibles “outliers”, casos raros o extremos que puedan ser fruto de errores.
- Marcar los registros susceptibles de tener errores, los erróneos y los aprobados.
- Modificar los registros para corregirlos.
- Seguir las incidencias detectadas de manera individual.
- Mantener un historial de todas las modificaciones realizadas por los revisores.
- La comunicación entre el revisor y el autor de la cita.

Estas herramientas están ligadas a las posibilidades que ofrece la plataforma de almacenamiento de la base de datos de entrada que se haya seleccionado. Es por ello importante tenerlo en cuenta durante su elección. Las plataformas de ciencia ciudadana tienen, por norma general, herramientas y protocolos establecidos que pueden utilizarse para la revisión. Algunas de ellas utilizan validación por personas expertas, otras por votación de los miembros de la comunidad.

Exportación destinada al análisis y distribución

En este paso es necesario definir:

- ¿Cómo se van a enviar los datos cuando alguien los solicite? Envío por correo, descarga directa, consulta a la base de datos, API, etc.
- ¿Qué formato y estándares se van a aplicar a los datos?
- ¿De qué manera se va a controlar quién descarga la información y qué puede consultar?

Protocolo de envío

Una persona que quiera extraer la información de la base de datos de salida se comunica con ella mediante un protocolo. En general, la tecnología usada para el almacenamiento va a determinar las opciones iniciales disponibles que pueden comprender:

. Envío bajo demanda:

- . Cualquier persona que quiera acceder a la información debe enviar una solicitud (por correo, formulario, etc.).
- . Se le hace llegar el paquete de datos con las condiciones que ha especificado.

. Acceso a repositorio de ficheros:

- . Los datos se empaquetan periódicamente en ficheros y se vuelcan en un servidor de salida.
- . Se tiene acceso mediante una dirección Web, FTP, repositorio Git u otro mecanismo.
- . El control de acceso se puede realizar individualmente o dar acceso público.

. Acceso directo a la base de datos (Servicio Web, API, etc.):

- . Se accede a los datos a través de un interfaz de comunicación para aplicaciones.
- . No ofrece una manera “amigable” de acceder a los datos para usuarios no avanzados.
- . Permite realizar consultas y filtrado de los datos.
- . Acceso a datos en tiempo real, siempre actualizados.
- . El control de acceso se puede realizar individualmente.

. Acceso directo mediante formulario Web:

- . Cualquier persona puede realizar consultas sobre los datos utilizando un formulario.
- . Permite realizar consultas y filtrado de los datos.
- . Acceso a datos en tiempo real, siempre actualizados.
- . Control de acceso por perfil o público.

Formato de datos y estándares

Los datos descargados tendrán una estructura acorde a una serie de reglas, el formato. Es recomendable utilizar una estructura que se ajuste a los estándares existentes, en función de las siguientes cuestiones:

- . Qué tipo de datos se exportan (observaciones de biodiversidad, mediciones de instrumentos, etc.).
- . Quién va a consumir principalmente los datos (expertos, aficionados, ciudadanía, etc.).
- . Cómo se van a consumir los datos (vía web, vía aplicaciones de análisis, a través de plataformas tipo GBIF u otras de ciencia ciudadana).

En función de las respuestas a las preguntas anteriores, se optará por el formato más apropiado. Algunos de los formatos digitales habituales se exponen en el [ANEXO V](#).



PROYECTO 2

INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL (ICHN) / XARXA FLORACAT

<https://blogs.iec.cat/ichn/>

Xavier Oliver (xevioliver@gmail.com)

DATOS DEL PROYECTO

Nombre: FloraLab

<https://ichn-garrotxa.espais.iec.cat/el-projecte-floralab/>

Alcance: Internacional.

Ámbito de estudio: Pirineos orientales, localidades con flora rara o amenazada.

Enfoque utilizado: Proyecto colaborativo.

Descripción: Se lleva a cabo el seguimiento anual de poblaciones de más de una docena de especies de flora amenazada del Pirineo, realizado por personas expertas y no expertas en la botánica o la ecología. Los datos recogidos son compartidos entre los diferentes agentes que participan en el proyecto y se analizan de forma conjunta. El proyecto también influye en la gestión del territorio a través de acuerdos de gestión con los propietarios de áreas en las que se encuentran especies amenazadas. Las parcelas de seguimiento ayudan a evaluar la idoneidad de las medidas de conservación implementadas. Se organizan sesiones de formación para personas de diferentes ámbitos: participantes, profesionales y estudiantes.

La red de personas científicas profesionales y las personas participantes se reúnen periódicamente para presentar y discutir los resultados obtenidos. A partir de estas reuniones, se elaboran informes técnicos y se crea material divulgativo destinado a mejorar el conocimiento de las especies estudiadas y a dar a conocer el proyecto a la sociedad en general.

Herramientas o materiales de apoyo: fichas de identificación y de seguimiento de las especies amenazadas que se estudian. Herramientas digitales compartidas para centralizar y analizar los datos de campo. Catálogo de experiencias que incluye la descripción y el resultado de decisiones de ámbito agrónomo o forestal que se han ido tomando a lo largo del tiempo en relación a la evolución de las especies de interés.

CAMBIO CLIMÁTICO

✕ Impactos

¿Permite observar los efectos sobre el ecosistema o alguno de sus componentes como consecuencia del cambio climático?

La flora de alta montaña es especialmente sensible al cambio climático. El proyecto permite determinar la dinámica de las especies amenazadas y detectar tendencias negativas alarmantes a pequeña y gran escala que pudieran comprometer la supervivencia de las poblaciones.

△ Riesgos

¿Permite evaluar la probabilidad de que alguna de las especies, funciones, recursos medioambientales o servicios del ecosistema estudiados se vea afectado debido al cambio del clima? ¿Permite evaluar si está preparado el ecosistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio del clima?

La recopilación de experiencias relacionadas con la implementación de medidas de gestión en la misma zona que se está estudiando permite evaluar cómo reaccionan las diferentes especies a los cambios ambientales y así predecir el riesgo que puede conllevar un factor de gran magnitud como el cambio climático.

👏 Adaptación

¿Permite conocer qué opciones de adaptación son potencialmente aplicables para reducir los riesgos relacionados con el clima en el ecosistema?

Las localidades donde se lleva a cabo el proyecto son equiparables a laboratorios a cielo abierto, integrados en ecosistemas con ciertas particularidades pero que comparten la evidencia de un proceso de cambio ligado a la temperatura, pluviosidad y cambios en los usos del suelo. Un proceso que promueve el avance en altitud de la línea de bosque y afecta otros espacios favorables al desarrollo de comunidades herbáceas. Observar la evolución de varias poblaciones de forma simultánea permite conocer qué estrategias de adaptación funcionarán mejor a medida que aumenten los efectos del cambio climático.

5.3

Desarrollo:
Comunicación,
formación conceptual
y metodológica,
coordinación y
compromiso,
resultados y
transferencia, y
evaluación.

COMUNICACIÓN

- | Eslogan |
- | Materiales gráficos |
- | Web / contacto |
- | Definición de compromisos |



FORMACIÓN CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA PARA LA PARTICIPACIÓN

- | Aprendizaje vivencial |
- | Acciones en campo |



COORDINACIÓN Y COMPROMISO

- | Comunicación continua |
- | Reconocimiento |
- | Utilidad de los datos |



RESULTADOS Y TRANSFERENCIA

- | Formatos y canales |
- | Resultados y conclusiones |
- | Síntesis científico-técnica |
- | Transferencia |



EVALUACIÓN

- | Indicadores científicos |
- | Indicadores sociales |

Una vez que el proyecto ha sido diseñado, es fundamental darlo a conocer para que todas las personas interesadas puedan participar y para aumentar el interés entre el público, tanto a nivel de participación como de difusión de resultados.

COMUNICACIÓN

Una de las decisiones importantes, antes de dar a conocer el proyecto, es ponerle un nombre. Un proceso colectivo puede resultar más enriquecedor (por ejemplo “Estación XX Red4C” para el seguimiento del cambio climático).

Una vez asignado un nombre al proyecto se proponen los siguientes pasos para darlo a conocer:

Es recomendable construir una cuidada identidad visual desde el principio, basada en el nombre escogido. Para ello, se creará el logotipo. Para definir las aplicaciones posteriores de la imagen del proyecto, se recomienda desarrollar las siguientes acciones:

- Definición de eslogan o frase descriptiva del proyecto ([Mañana es demasiado tarde](#)),
- Creación de materiales gráficos (dossier, folleto informativo, carteles, imágenes para RRSS, etc.) ([cartel Red4C](#)),
- Creación de página Web y correo electrónico.
- Creación de perfiles en redes sociales (@Red4C) o utilización de la etiqueta #Red4C para dar visibilidad al proyecto en éstas.

La estrategia para la difusión del proyecto debería dar respuesta a las siguientes preguntas clave:

¿Qué se va a hacer? Explicar la tarea que van a llevar a cabo los y las científicas ciudadanas en el seguimiento y evaluación a escala local del cambio climático en un determinado ecosistema.

¿Cuándo? Definir el cronograma de las tareas ejecutadas por parte de los y las científicas ciudadanas.

¿Cómo se va a hacer? Explicitar los mensajes clave, las herramientas on-line y las acciones de prensa, así como las directrices de imagen y estilo.

¿Con qué fin? Planificar una difusión basada en mensajes favorables a diferentes objetivos específicos del proyecto.

Además, a nivel general, se establecen las siguientes recomendaciones en el inicio del proyecto:

- Crear un kit compuesto por recursos útiles (documentos, imágenes, vídeos, recortes de prensa y otros materiales), a disposición de las personas encargadas de desarrollar la comunicación del proyecto,
- Crear y mantener una base de datos actualizada con las personas de interés y de referencia,
- Incluir en todas las comunicaciones, tanto en formato impreso como en digital, el logotipo y la alusión a la financiación.
- Insertar un código QR en los materiales de comunicación producidos que remita a la página web del proyecto.

A medida que el proyecto vaya teniendo resultados que ofrecer, su difusión servirá, por una parte, para dar a conocer a la sociedad los cambios del cambio climático observables en los ecosistemas. Por otra parte, para poner en valor el trabajo de la comunidad y poder conseguir más personas colaboradoras y participantes en el proyecto.

Una vez diseñada la identidad visual, se necesita captar el interés de potenciales participantes. Para ello, se recomienda:

- Usar como herramientas de difusión la prensa, redes sociales y web.
- Establecer contactos con otras entidades.
- Aprovechar jornadas o encuentros para amplificar el alcance de la difusión.

No obstante, una vez que se adhieran a la iniciativa las primeras personas participantes, estas se convertirán en las mejores multiplicadoras del proyecto por lo que es importante cuidar la relación del resto de la comunidad del proyecto con las mismas.

Se recomienda tener previstos unos modelos de inscripción para recoger la información personal y de contacto de las nuevas personas participantes. En estos modelos se deben reflejar claramente los compromisos adquiridos por ambas partes, además de los datos de contacto.

Por ejemplo, que la entidad que lidera el proyecto se compromete a:

- Facilitar información sobre su funcionamiento, sus finalidades y sus actividades.
- Entregar los medios necesarios para poder llevar a cabo las observaciones encargadas, así como el resto de las actividades relacionadas con el proyecto.
- Facilitar la formación necesaria para el desarrollo de las tareas asignadas.
- Apoyar y dar asesoramiento técnico a las personas vinculadas al proyecto, para asegurar su buen desarrollo.
- Realizar acciones formativas y talleres de capacitación en campo antes del inicio de cada campaña.
- Proporcionar a los participantes una certificación de su participación en las actividades desarrolladas dentro del proyecto.
- Realizar, al menos, un informe anual público a partir de los datos recogidos por las personas participantes.

Que la persona participante se compromete a:

- Cooperar en la consecución de los objetivos del proyecto en el que participa para el cumplimiento de los compromisos adquiridos dentro de la organización.
- Realizar la actividad a la que se ha comprometido con responsabilidad, buena fe y gratuidad, apoyando de manera activa el proyecto.
- Respetar las medidas de funcionamiento adoptadas por la entidad.
- Rechazar cualquier contraprestación económica o material que le pueda ser ofertada por el beneficiario o por terceros en virtud de su actuación.

La gestión de estos datos siempre deberá cumplir con lo establecido en el Reglamento General de Protección de Datos. La base de datos donde se almacene esta información debe estar continuamente actualizada, por lo que conviene contactar con los integrantes al menos una vez al año y, si es necesario, realizar altas, bajas o cambios en los datos.

No obstante, aunque no siempre es posible, es muy recomendable realizar el primer contacto con las personas participantes a través de un encuentro individual para:

- Trasladar a las futuras personas participantes una elevada motivación y confianza por parte del equipo promotor del proyecto.
- Ser totalmente transparentes respecto a todas las cuestiones que se planteen, como por ejemplo, ¿quién es la entidad organizadora? ¿quién financia la iniciativa?
- Ser realistas con el tratamiento que se dará a la información recogida, definiendo claramente para qué se usarán los datos, quién los utilizará, etc., explicando cómo se podrá acceder tanto a los datos recopilados como a los resultados finales.

FORMACIÓN CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA PARA LA PARTICIPACIÓN

La **formación** trata de capacitar a las personas participantes para:

- Comprender y valorar la problemática asociada al cambio climático, los impactos y los riesgos asociados al mismo en los ecosistemas y el grado de adaptación de éstos al cambio del clima.
- Conocer y comprender la metodología propuesta para la toma de datos.
- Contribuir a la interpretación de los datos y la definición de conclusiones y propuestas a partir de ellos.
- Proponer cambios o mejoras en el propio proyecto.

Es uno de los pilares fundamentales del proyecto pues incidirá directamente en el grado de motivación de las personas, en su compromiso y por lo tanto en la continuidad y éxito del mismo.

Una buena formación inicial facilitará el proceso de auto-aprendizaje de las personas durante su participación en el proyecto y redundará en un mejor conocimiento social de la problemática asociada al cambio climático y una mayor capacidad de la ciudadanía para fiscalizar la gestión que hace la sociedad de la crisis climática.

Conviene disponer de un programa de formación planificado que aborde las necesidades del proyecto y de sus participantes mediante diversas acciones. Por ejemplo:

- Acciones que combinen exposiciones teóricas y jornadas de campo.
- Programas de teleformación para la gestión de los datos.
- Colaboración con laboratorios de universidades o centros de investigación para profundizar en los aspectos científico-técnicos.

Se recomienda que en la formación se utilicen diferentes metodologías de aprendizaje. En este sentido, se debería potenciar un aprendizaje:

- Vivencial y significativo, partiendo de la experiencia de las personas participantes y de su realidad más inmediata.
- Cooperativo, interconectando los aprendizajes y la capacitación de unos y otros destinatarios,
- Entre iguales, desarrollando las habilidades sociales conjuntas para la comprensión de la problemática ambiental.
- Ameno, original y dinámico, buscando metodologías innovadoras y combinando dinámicas para intentar mantener la atención continua.

La formación trata de hacer aptas a las personas participantes para seguir el protocolo diseñado para la toma de datos, el análisis de los mismos y la definición de conclusiones así como la formulación de propuestas a partir de ellas. Para lograrlo conviene realizar una capacitación inicial en campo para cada nueva persona participante (individual o en grupo) una vez que se incorpore al proyecto. En ella se debe seguir el manual de observación diseñado para su participación en el proyecto.

El objetivo de la formación inicial es asegurar que la persona participante comprende todos los pasos que debe seguir para realizar sus observaciones en campo de manera rigurosa y autónoma y motivarla en su primera toma de contacto con el proyecto. Sin embargo, esta formación debe ser continua en el tiempo, atendiendo a las distintas fases del proyecto y el interés de las personas en participar en cada una de ellas.

COORDINACIÓN Y COMPROMISO

Gran parte del éxito del proyecto radica en una buena coordinación de la comunidad, por lo que es imprescindible disponer de un adecuado sistema de comunicación y gestión de datos de contacto de las colaboradoras y participantes en el proyecto.

El mantenimiento de la colaboración de las personas participantes en el proyecto es importante para conseguir los objetivos planteados al inicio. Por lo tanto, debe existir una comunicación continua entre el equipo promotor del proyecto y las mismas. Para mantener su interés y compromiso se recomienda:

- Transmitir el gran valor de su labor.
- Cumplir en todo momento con los compromisos establecidos en la inscripción.
- Resolver todas las cuestiones que vayan surgiendo a medida que se desarrolla su participación en el proyecto.
- Estar disponibles para la resolución de posibles conflictos.
- Cuidar aspectos como la reposición de materiales.
- Utilizar la información recogida para dar respuesta a los objetivos planteados.
- Dar a conocer los avances y resultados.
- Hacer ver las nuevas habilidades y conocimientos mediante la participación del proyecto.

Para reforzar el carácter participativo y la proyección social del proyecto es conveniente organizar encuentros, actividades puntuales de seguimiento, motivación y refuerzo en las que puedan coincidir todas las personas -o la mayor parte- que participan y colaboran en el proyecto. La visibilización y celebración colectiva de los avances y los logros intensifica la motivación e implicación de las personas participantes y da sentido colectivo a su labor de campo, principalmente cuando se hace de forma individual. Estos actos colectivos pueden servir para potenciar la conexión del trabajo de ciencia ciudadana que se está realizando con el cambio climático y sus vínculos con la vida de las personas y la comunidad.

RESULTADOS Y TRANSFERENCIA

Los datos registrados siempre deben ser gestionados y analizados para obtener unos resultados y conclusiones conforme al método científico. Los científicos y científicas emplean este método como una forma planificada de trabajar teniendo en cuenta que toda investigación científica se somete siempre a una “prueba de la verdad” que consiste en que sus descubrimientos o conclusiones pueden ser verificados, mediante experimentación o

análisis de datos, por cualquier persona y en cualquier lugar, y en que sus hipótesis son revisadas y cambiadas si no son demostradas.

El análisis de los datos debe ir encaminado a responder a las siguientes preguntas:

Impactos *¿se han observado efectos sobre el ecosistema o alguno de sus componentes como consecuencia del cambio climático?*

Riesgos *¿cuál es la probabilidad de que alguna de las especies, funciones, recursos medioambientales o servicios de nuestro ecosistema se vea afectado debido al cambio del clima? ¿Está preparado el ecosistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio del clima?*

Adaptación *¿se están llevando a cabo acciones para limitar los riesgos derivados del cambio climático, reduciendo sus impactos potenciales y mejorando la potencial recuperación del ecosistema tras una perturbación asociada al clima? ¿Qué opciones de adaptación son potencialmente aplicables para reducir los riesgos relacionados con el clima en el ecosistema?*

Objetivo *¿Las observaciones obtenidas son coherentes con otras obtenidas con anterioridad?, ¿aportan hallazgos nuevos o confirman hipótesis previas? ¿Es posible asociar los cambios observados con cambios en variables climáticas o ecológicas concretas?*

Además, conviene que los resultados proporcionen información que nos permita dar respuesta a las siguientes cuestiones relacionadas con la **vulnerabilidad** de las personas que han participado en el proyecto:

¿Qué relación hay entre los datos recogidos y la vida de las personas/comunidades de los ecosistemas/territorios donde se han generado? ¿Cómo reflejan estos datos los impactos reales o potenciales del cambio climático en aspectos de la vida cotidiana a corto, medio y largo plazo? ¿Qué cambios están generando o van a generar en cuestiones como la alimentación, la seguridad, la vivienda, el urbanismo, la salud, etc.? ¿Qué respuestas adaptativas y en qué plazos se pueden diseñar?

La **síntesis** de los resultados obtenidos en el análisis de los datos permitirá ponerlos a disposición de toda la sociedad y divulgar tanto el trabajo realizado por la ciudadanía científica como las conclusiones obtenidas a partir de los datos recopilados. Para ello, recomendamos:

- Usar formatos y medios fundamentalmente gráficos, útiles para transmitir información en la era de la “supremacía visual”.
- Incluir texto sintético para apoyar las imágenes y gráficos.
- Respetar una estructura jerárquica que enfatice los puntos principales del trabajo para facilitar la comprensión por parte de los destinatarios finales.

La **transferencia** a la sociedad de los resultados obtenidos servirá para:

- Dar a conocer a la sociedad los impactos, riesgos y potencial adaptación de los ecosistemas a escala local frente al cambio climático, de modo que la información pueda ser evaluada y contrastada, para su validación y pertinente utilización.
- Poner en valor la ciencia ciudadana como metodología científica.
- Posibilitar el avance del conocimiento científico a partir de los datos recogidos, contribuyendo al modelo de ciencia abierta en el que se basa actualmente la investigación científica.
- Proporcionar datos, información y conocimiento al conjunto de la sociedad para el posterior desarrollo de medidas y políticas de prevención, corrección o adaptación que ayuden a la mitigación de los efectos del cambio climático a nivel local, pero también regional o nacional.

EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso dirigido a mejorar el proyecto. Debe ser continua, produciendo información sobre todas las fases del mismo. El objetivo es detectar las fortalezas y debilidades del método implementado, para poder mejorar:

- La cantidad y calidad de la información recopilada.
- La experiencia de los participantes en relación a los objetivos iniciales.
- La formación y capacitación de los participantes en relación a sus capacidades y conocimientos previos.
- Los cambios de percepción surgidos en los participantes respecto al cambio climático a escala local.

Tipos de evaluación en función del marco temporal del proyecto:

Ex-ante: ocurre antes del desarrollo del proyecto. Sirve para establecer una línea de base (por ejemplo, de comprensión científica, actitudes de las personas, conocimientos previos, etc.) a partir de la cual evaluar el cambio. Por otro lado, una implementación piloto del proyecto diseñado con un grupo cerrado de personas, puede ser de utilidad para identificar sus fortalezas y debilidades antes de ponerlo a disposición de nuestro público objetivo general.

Durante: ocurre durante la ejecución del proyecto. Sirve para detectar las debilidades y amenazas del proyecto e identificar los cambios que lo pueden mejorar.

Ex-post: ocurre al final del proyecto o durante un periodo de inactividad dentro del mismo (por ejemplo, entre una campaña de recogida de datos y la siguiente, o al final de cada campaña anual). Sirve para detectar en qué medida se alcanzan los objetivos inicialmente planteados. Identifica los resultados alcanzados en términos de, por ejemplo, recogida de datos, validez y utilidad de los mismos, puesta a disposición de la sociedad de los resultados obtenidos del análisis de los datos o aprendizaje, actitudes, percepción y comportamiento de los participantes frente al problema ambiental analizado o iniciativas de mitigación y adaptación surgidas desde los y las científicas ciudadanas.

Para evaluar el proyecto desde una perspectiva tanto científica como social, se deben seleccionar los indicadores relativos a los dos ámbitos y designar a cada uno de ellos las fuentes de verificación que permitan realizar su seguimiento (Tabla 5).

INDICADOR	TIPO	FUENTE DE VERIFICACIÓN	MÉTODO DE EVALUACIÓN
Número de impactos observados en el ecosistema y asociados al cambio climático	Científico	Listado de impactos	Cuantitativo
Número de riesgos detectados en el ecosistema derivados del cambio climático	Científico	Listado de riesgos	Cuantitativo
Número de acciones de adaptación propuestas	Científico-técnico / Social	Listado de acciones propuestas	Cuantitativo
¿Los datos propuestos están siendo recogidos por todas las personas participantes?	Científico / Social	Base de datos	Cuantitativo
¿Existe algún problema reiterado en la recogida de un tipo de dato concreto?	Científico / Social	Análisis de debilidades del método	Cualitativo (problemas detectados) y cuantitativo (número de veces que se repite)
¿Están validados con datos recogidos por personal técnico o experto?	Científico	Test estadísticos de validación	Cuantitativo / Técnicas estadísticas
¿Los datos están correctamente georreferenciados y disponen de coordenadas para su localización?	Científico	Sistemas de Información Geográfica	Cuantitativo
Número de personas que participan en el proyecto	Social	Registro de participantes	Cuantitativo
¿Quién participa y por qué?	Social	Perfil socio-demográfico de las personas participantes. Encuestas cumplimentadas por las personas participantes.	Cualitativo / Semicuantitativo
¿Existe beneficio para la sociedad?	Social	Encuestas dirigidas a dar respuesta a: ¿se están generando cambios en las personas que participan? En nuestro caso, ¿se está generando una percepción local del cambio climático y se entienden sus impactos, riesgos y potenciales medidas de adaptación?	Cualitativo
¿Se está generando impacto en los medios de comunicación?	Social	Listado	Cualitativo / número de palabras / fotos / videos / entrevistas
Similitud con datos científicos profesionales	Científico	Análisis estadístico comparativo	Cuantitativo
Ciencia abierta (accesibilidad a los datos para toda la comunidad científica y social)	Científico	Envío de datos a plataformas de open science	Cuantitativo

Tabla 5. Ejemplos de indicadores relativos a los dos ámbitos y fuentes de verificación que permiten realizar su seguimiento.

En definitiva, la evaluación se puede llevar a cabo mediante diversas técnicas e indicadores y sus combinaciones teniendo en cuenta el marco temporal y los objetivos del proyecto [31, 32].

Para construir una estrategia de evaluación apropiada para un proyecto, recomendamos [26]:

- Realizar un proceso de evaluación continuo, no solo como una actividad final del proyecto.
- Invitar e incorporar comentarios tanto de la ciudadanía científica como del equipo que lidera el proyecto, así como del personal científico interesado en utilizar los datos recopilados.
- Compartir sus hallazgos con otras personas organizadoras de proyectos.
- Dar respuesta en la medida de lo posible a las siguientes cuestiones: ¿Qué ha funcionado bien? ¿Qué no ha funcionado? ¿Debo cambiar el enfoque en el futuro del proyecto?



PROYECTO 3

IES San Rosendo de Mondoñedo (Lugo)

DATOS DEL PROYECTO

Nombre: PROXECTO REBINXE

Alcance: Provincial.

Ámbito de estudio: Hábitat agrícola y ganadero de la comarca de A Mariña.

Enfoque utilizado: Proyecto colaborativo.

Descripción: El objetivo del proyecto es conocer y mejorar la situación de la fauna autóctona, especialmente del hábitat agrícola y ganadero, y de las especies asociadas a la comarca gallega de A Mariña Lucense. Participan la comunidad educativa, administraciones locales, empresas y asociaciones conservacionistas, liderados por personal docente del IES San Rosendo, si bien el papel destacado lo tiene el alumnado. Ellos son los responsables de la toma de datos en campo y el análisis básico de la información recogida. El proyecto incluye actividades de muestreo de fauna y flora mediante observación directa, junto con una red de cámaras de fototrampeo repartidas por la zona de estudio para el seguimiento de grandes y medianos mamíferos.

Los cursos participantes van desde 1º de la ESO hasta Bachillerato y, tras una formación sobre las distintas especies presentes en la zona, se encargan de mantener operativas las cámaras de fototrampeo y de ayudar en el procesado de la información obtenida por las mismas. Toda esta información se almacena en una cuenta del proyecto creada en la plataforma [Observation.org](https://www.observations.org), donde puede ser revisada, validada y difundida por personas expertas. Se plantea, para la siguiente edición del proyecto, incorporar la toma de datos básicos meteorológicos con sensores autónomos asociados a las cámaras de fototrampeo.

CAMBIO CLIMÁTICO

✕ Impactos

¿Permite observar los efectos sobre el ecosistema o alguno de sus componentes como consecuencia del cambio climático?

En la siguiente edición, a la toma de datos de observaciones de biodiversidad se sumará la recogida de parámetros meteorológicos básicos, lo que permite aumentar la potencia de los datos que se recogen en el proyecto para la detección de efectos del cambio climático sobre los ecosistemas.

△ Riesgos

¿Permite evaluar la probabilidad de que alguna de las especies, funciones, recursos medioambientales o servicios del ecosistema estudiados se vea afectado debido al cambio del clima? ¿Permite evaluar si está preparado el ecosistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio del clima?

La recogida de información sobre abundancia y distribución de especies, a la par que la toma de otros parámetros medioambientales a largo plazo, puede permitir detectar los efectos del cambio climático en el ecosistema.

✎ Adaptación

¿Permite conocer qué opciones de adaptación son potencialmente aplicables para reducir los riesgos relacionados con el clima en el ecosistema?

Sí. La obtención de información de presencia/ausencia, abundancia y fenología de las distintas especies permite identificar cómo se adaptan cada una de ellas a los efectos del cambio climático.

5.4

Cambio climático y ciencia ciudadana en contextos empobrecidos

Las consecuencias del cambio climático no son homogéneas para todas las personas. Los menores niveles de desarrollo contribuyen a una menor resiliencia frente a fenómenos extremos y reducen la capacidad de adaptación [33], por lo que las personas empobrecidas se ven afectadas en mayor medida. Éstas son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático debido a que sus medios de vida dependen, en la mayoría de los casos, de sectores directamente relacionados con el medio ambiente (agricultura, pesca, ganadería, sistemas forestales, etc.). Sobre todo, en el caso de comunidades rurales y pueblos indígenas, quienes además son excluidos de los espacios de decisión y poder [1].

DESAFÍOS

Existe un menor número de proyectos de ciencia ciudadana en contextos empobrecidos en relación al número de proyectos que se llevan a cabo en aquellos con un mayor desarrollo económico [22]. La falta de participantes ha resultado ser una de las razones principales identificándose, entre otras, las siguientes posibles causas [23]:

- Pobreza: en la mayoría de los casos, la población dedica la mayor parte de su tiempo a cubrir sus necesidades básicas, reduciendo el tiempo que puede dedicar a otras tareas.
- Baja tasa de alfabetización: en muchas ocasiones se carece de los conocimientos básicos para poder utilizar la mayoría de los programas, aplicaciones o formularios de ciencia ciudadana. Cuando los proyectos de ciencia ciudadana se llevan a cabo en colegios, el absentismo escolar en algunos países puede ser una barrera para la participación, así como, en algunos casos, la escasa motivación y conocimientos del propio profesorado.
- Motivación: el cambio climático no se entiende, a menudo, como prioridad o amenaza por lo que, en la mayoría de los casos, el conocimiento de sus impactos, riesgos y opciones de adaptación no son una motivación suficiente.

- Acceso a la red: debido a que gran parte de la población se encuentra en zonas rurales, el acceso deficiente o inexistente en esos puntos remotos complica la difusión y participación en proyectos. La ausencia de electricidad también puede ser un limitante para la participación.
- Dificultad en el uso de las tecnologías: aunque en muchos casos una gran parte de la sociedad utiliza teléfono móvil, el número de personas que tienen un teléfono inteligente es mucho menor que en contextos más enriquecidos económicamente. Estos dispositivos son imprescindibles para poder participar en muchos de los proyectos y plataformas de ciencia ciudadana surgidas, en la mayoría de los casos, de los contextos más enriquecidos. Además, algunas plataformas no están disponibles en los idiomas locales, lo que dificulta aún más su utilización.

BENEFICIOS Y OPORTUNIDADES

El conocimiento tradicional se presenta como una oportunidad para ampliar el conocimiento científico sobre el cambio del clima y sus impactos a escala local. Esto ocurre, sobre todo, en países en desarrollo en los que los sistemas de vigilancia para la recogida de datos ambientales que alimentan los modelos matemáticos de predicción están menos desarrollados [34], pero también en comunidades rurales de países desarrollados cuya población, a menudo, puede aportar información muy valiosa sobre el medio local. En estos contextos, la ciencia ciudadana se presenta como una oportunidad para vincular el conocimiento tradicional con el conocimiento científico, ampliando la capacidad de la toma de datos a escala local.

Además, la ciencia ciudadana puede contribuir al empoderamiento de las comunidades rurales e indígenas, lo cual unido al conocimiento tradicional que poseen, es clave para asegurar la supervivencia futura de las personas y de la vida silvestre [35].

En definitiva, el conocimiento indígena y el conocimiento local se presentan como una oportunidad científica para, por ejemplo, plantear preguntas e hipótesis, diseñar proyectos, analizar los resultados y entender los posibles impactos en el proceso de toma de decisiones. En este sentido, se ha demostrado que el conocimiento local indígena y el proveniente de las instituciones científicas pueden complementarse en la planificación de las actividades de conservación [36].

CONSIDERACIONES GENERALES

Para llevar a cabo un proyecto de ciencia ciudadana en contextos empobrecidos es necesario un **diseño** holístico y **centrado en las personas participantes** que tenga en cuenta, además de las necesidades y los objetivos de la iniciativa de ciencia ciudadana, el **contexto local** y sus **características socioculturales**.

- Es imprescindible tener en cuenta los tiempos, el ritmo de vida de las personas participantes y que el tiempo invertido en la ciencia ciudadana es tiempo no invertido en actividades de subsistencia. El proyecto debe diseñarse para que esto sea compensado cuando estemos valorando los recursos que son necesarios.
 - No se debe olvidar la necesidad de la adaptación al idioma local o la participación de una persona facilitadora en el caso de población que no sabe leer ni escribir.
 - A la hora de formular la hipótesis de partida es importante contar con el mayor número posible de miembros de las comunidades locales y llevar a cabo varias reuniones con diferentes grupos de población que, en muchos casos será necesario conformarlos atendiendo al género, edad, religión, grupo étnico, etc.
 - En el caso de los proyectos de ciencia ciudadana llevados a cabo en colaboración con las comunidades indígenas, la narración de historias puede ayudar al equipo promotor a comprender las visiones del mundo indígena, lo cual es muy relevante para el diseño colaborativo del proyecto, de manera que permita un “enfoque de coproducción de conocimientos” [37].
 - Al realizar la valoración necesaria de los recursos tecnológicos y la gestión de los datos en las comunidades rurales, hay que tener en cuenta el nivel de alfabetización y facilitar la posibilidad de que, por ejemplo, en lugar de listas de especies, haya fotografías o dibujos que acompañen los nombres para aquellas personas que no sepan leer ni escribir. Además, es necesario conocer el acceso a la tecnología por parte de la ciudadanía y tener en cuenta la falta de red en determinados lugares.
- En el caso de los equipos de trabajo es necesario, para asegurar la sostenibilidad y viabilidad del proyecto, establecer colaboraciones con universidades y/o centros de investigación locales, asociaciones u ONG vinculadas al territorio y que trabajen con las comunidades a las que se desea involucrar. En este sentido, en cooperación internacional se ha demostrado que los consorcios que incluyen numerosas entidades coordinadoras incrementan la participación voluntaria de las comunidades [22].
 - Respecto a los objetivos del proyecto, cobra vital importancia el acercamiento de las percepciones, aspiraciones y retos sociales relacionados con el cambio climático a las personas de la comunidad, ya que, en contextos en desarrollo, la mayoría de las veces la comunidad no dispone de información previa sobre el cambio climático y sus consecuencias, o sobre lo que pueden hacer para mitigar sus efectos o adaptarse a él.
 - La comunicación y retroalimentación con todas las partes involucradas ayudará al éxito del proyecto. Debido a las diferencias socioculturales cobra especial relevancia la retroalimentación en todas las etapas del proyecto.
 - A la hora de difundir los resultados hay que tener en cuenta de nuevo las diferencias socioculturales y pensar en los medios de difusión propios del lugar, como la difusión en asambleas locales convocadas por la autoridad local, la difusión por la radio local u otros medios empleados en la zona en la que se trabaja.



PROYECTO 4

CREAF

Ester Prat (e.prat@creaf.uab.cat)

<http://www.creaf.cat>

DATOS DEL PROYECTO

Nombre: RitmeNatura

<https://www.ritmenatura.cat>

Alcance: Comunidad autónoma.

Ámbito de estudio: Fenología.

Enfoque utilizado: Proyecto colaborativo.

Descripción: El proyecto busca personas amantes de la naturaleza que quieran aprender a hacer observaciones fenológicas y ayudar a los científicos a estudiar los impactos del cambio climático sobre las plantas y los animales. El objetivo es observar la naturaleza y seguir el ritmo cíclico de las estaciones y los cambios que los seres vivos experimentan. Se trata de escoger alguna planta o alguna zona en particular a seguir y observarla detenidamente a lo largo del paso de las estaciones. Se debe anotar la fecha en que las especies seguidas sufren cambios: migraciones, floraciones, maduración de frutos, hibernaciones, caída de hojas, etc.

Para agrupar las observaciones se ha creado el proyecto [RitmeNatura](#) dentro de [iNaturalist](#), de manera que los datos recogidos se almacenan en esta plataforma colaborativa. Los usuarios de la plataforma forman una comunidad de observadores que actúa colaborativamente compartiendo y validando la información recopilada. Así pues, las observaciones subidas son validadas por la propia comunidad, donde los usuarios expertos validan las observaciones de otros usuarios, pasando así por diferentes grados de calidad hasta que son consideradas válidas para su utilización.

Como material de apoyo se utilizan [fichas descriptivas de las especies](#), disponibles en la página web del proyecto, que pueden ayudar a la correcta identificación y seguimiento, y un [formulario a medida](#) para la entrada de datos, el cual guía a las personas participantes en la identificación de especies y fenofases, y que registra la observación directamente en la plataforma iNaturalist. Además, se ofrece un [mapa actualizado a tiempo real](#) de las observaciones generadas.

CAMBIO CLIMÁTICO

✕ Impactos

¿Permite observar los efectos sobre el ecosistema o alguno de sus componentes como consecuencia del cambio climático?

La fenología es la ciencia que estudia las fases del ciclo vital de los seres vivos y cómo las variaciones estacionales e interanuales del clima las afectan. El momento y la duración de los estadios fenológicos particulares (fenofases) varían según los años dependiendo de la situación meteorológica. Por este motivo, las fenofases de especies sensibles se pueden relacionar con los cambios en el clima a largo plazo. Gracias a la fenología se puede estudiar y evaluar los efectos del cambio climático a lo largo de los años y las estrategias de las especies para adaptarse. En el caso de especies cultivadas, la fenología puede mejorar la gestión y la productividad de los cultivos.

△ Riesgos

¿Permite evaluar la probabilidad de que alguna de las especies, funciones, recursos medioambientales o servicios del ecosistema estudiados se vea afectado debido al cambio del clima? ¿Permite evaluar si está preparado el ecosistema para hacer frente a los efectos negativos del cambio del clima?

El estudio de la fenología permite conocer con datos objetivos la respuesta que experimentan las especies a las variaciones climáticas y ambientales y, por lo tanto, proporciona datos reales sobre los efectos en las especies de dichas variaciones climáticas, tanto anualmente como interanualmente. Basándose en comparaciones año tras año, y relacionando los datos observados con la evolución de parámetros climáticos y ambientales, permite deducir qué especies se ven más afectadas por las variaciones y cuáles pueden resistir mejor el cambio climático. Permite, entonces, evaluar el riesgo de desaparición o expansión de las especies según las variaciones del clima y por lo tanto hacer predicciones sobre la variación que experimentarán los ecosistemas en función de los cambios esperados debidos al cambio climático.

👉 Adaptación

¿Permite conocer qué opciones de adaptación son potencialmente aplicables para reducir los riesgos relacionados con el clima en el ecosistema?

El conocimiento de la fenología de las especies es vital para conocer los efectos que el cambio climático tendrá sobre los ecosistemas. Los cambios en el clima y en el medio ambiente determinarán que unas especies resistan mejor los cambios que otras. Conocer esta información anticipadamente gracias al estudio previo de la fenología de las especies permitirá predecir los cambios esperados en los ecosistemas y por lo tanto poder anticipar soluciones de adaptación, gracias al conocimiento generado sobre la respuesta de las diferentes especies a las variaciones climáticas y ambientales. En el caso de especies cultivadas, claramente las conclusiones derivadas de estudios fenológicos pueden conllevar a una mejor selección y adopción de especies o variedades para la adaptación al cambio climático.

Breve resumen, mensaje final

Red4C es un tejido de entidades interesadas en el ámbito de la ciencia ciudadana relacionada con el estudio del medio natural y el cambio climático. Surge para facilitar el intercambio de conocimientos y experiencias para observar el cambio climático en los ecosistemas mediante la ciencia ciudadana. Esta guía es fruto de la puesta en común de la experiencia de muchas entidades en la implementación de proyectos de ciencia para la observación del cambio climático en los ecosistemas.

El distanciamiento psicológico, espacial y social de la ciudadanía española con el medio natural y la problemática del cambio climático es un obstáculo para promover cambios de hábitos personales y estilos de vida orientados a mitigar el cambio climático y adaptarnos a sus consecuencias. Sin embargo, los programas de **ciencia ciudadana** pueden contribuir a salvar esta distancia psicológica y cultural, incrementando la relevancia social del cambio climático y conectando de forma más significativa a las personas y las comunidades con las causas y consecuencias de este cambio. Además, la participación de la ciudadanía en la **observación y seguimiento del cambio climático** puede mejorar el conocimiento disponible al aumentar el número de observaciones. Los **datos aportados mediante estas observaciones** son sumamente importantes para disminuir la incertidumbre asociada a la predicción de los impactos derivados del cambio climático en los ecosistemas a escala local.

En Red4C hemos puesto toda nuestra experiencia y reunido todo lo necesario para lograr una base de conocimiento que contribuya al desarrollo de proyectos para la participación ciudadana en la **construcción del conocimiento científico**. Para ello hemos tenido en cuenta desde las consideraciones previas, necesarias para saber si la ciencia ciudadana es la herramienta idónea para construir el proyecto, hasta una serie de recomendaciones para abordar el diseño y desarrollo de un proyecto 4C: Ciencia Ciudadana y Cambio Climático. En esta guía hemos planteado los pasos que consideramos necesarios para crear un proyecto dirigido a:

1. Dar a conocer a la ciudadanía las realidades observables del cambio climático en su entorno más cercano.
2. Reconocer y aprovechar su conocimiento sobre el entorno.
3. Potenciar su rol como observadores críticos del papel de nuestra sociedad en la mitigación y adaptación frente al cambio climático.

Algunos de los pasos que proponemos pueden parecer demasiado técnicos si no estás familiarizado con la ciencia ciudadana, la observación de los ecosistemas o la gestión de datos. Algunas de las propuestas puede parecer que requieren muchos recursos económicos o tecnológicos. Sin embargo, **el paso más importante es crear la comunidad necesaria para llevar adelante tu proyecto**. Cada persona o colectivo puede adaptar todos los pasos a sus propios recursos tratando de mejorarlos con el tiempo. Una manera de conseguirlo es buscar alianzas con personas y entidades que sí dispongan de los recursos que a ti te hacen falta.

Por ello, si eres una persona o un colectivo con interés en observar el medio natural para generar conocimiento y proponer soluciones a sus problemas, te animamos a crear tu propio proyecto Red4C.

Esperamos que esta guía sea una fuente de motivación en tu labor de protección y cuidado de la naturaleza.



Bibliografía

[1] Nakashima, D.J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H.D., Ramos Castillo, A., Rubis, J.T., 2012. *Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation*. Paris.

[2] Heigl, F., Kieslinger, B., Paul, T.K., Uhlik, J., Dörler, D., 2019. Opinion: Toward an international definition of citizen science. *PNAS* 116 (17) 8089-8092.

[3] Haklay, M., 2015. *Citizen Science and Policy: A European Perspective*. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars.

[4] Senabre, E., Perelló, J., Becker, F., Bonhoure, I., Legris, M., Cigarini, A., 2021. Participation and Co-creation in Citizen Science. En: Vohland, K., (Ed.), *The Science of Citizen Science*. Springer. pp 119

[5] Serrano Sanz, F. Holocher-Ertl, T., Kieslinger, B., Sanz F., Cándida.G.Silva, C.G., 2014. White paper on citizen science for Europe. European Commission.

[6] European Commission, 2017. Science with and for society. *Horizon 2020: Work programme 2016-2017 European Commission Decision 2468: 22-25*.

[7] Eitzel, M.V., Cappadonna, J.L., Santos-Lang, C., Duerr, R.E., Virapongse, A., West, S.E., Kyba, C.C.M., Bowser, A., Cooper, C.B., Sforzi, A., Metcalfe, A.N., Harris, E.S., Thiel, M., Haklay, M., Ponciano, L., Roche, J., Ceccaroni, L., Shilling, F.M., Dörler, D., Heigl, F., Kiessling, T., Davis, B.Y. and Jiang, Q., 2017. Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1), p.1

[8] Valdor, P.F., Gracia, A., Quevedo, N., 2020. *Investigación social de la percepción del cambio climático en España*. Red Cambera. Cantabria.

[9] Meira, P.A., Arto, M., Montero, P., 2009. *La sociedad ante el cambio climático. Conocimientos, valoraciones y comportamientos en la población española*. 2009. Madrid. Fundación Mapfre.

[10] Meira, P.A., Arto, M., Heras, F., Montero, P., 2011. *La sociedad ante el cambio climático. Conocimientos, valoraciones y comportamientos en la población española*. 2011. Madrid. Fundación Mapfre.

[11] Meira, P.A., Arto, M., Heras, F., Iglesias, L., Lorenzo, J.J., Montero, P., 2013. *La respuesta de la sociedad española ante el cambio climático*. 2013. Madrid. Fundación Mapfre.

[12] Miller, J.R., 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology and Evolution* 20:430-434.

[13] Cumming, G.S., Buerkert, A., Hoffmann, E.M., Schlecht, E., von Cramon-Taubadel, S., Tschardt, T., 2014. Implications of agricultural transitions and urbanization for ecosystem services. *Nature* 515:50-57.

[14] Klanięcki, K., Leventon, J., Abson, D.J., 2018. Human-nature connectedness as a 'treatment' for pro-environmental behavior: making the case for spatial considerations. *Sustainability Science* 13: 1375-1388.

[15] Muradian, R., Pascual, U., 2018. A typology of elementary forms of human-nature relations: a contribution to the valuation debate. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 35: 8-14.

[16] Ives, C.D., Giusti, M., Fischer, J., Abson, D.J., Klanięcki, K., Dörner, C., Laudan, J., Barthel, S., Abernethy, P., Raymond, C.M., Kendal, D., Marti, B., Wehrden, H. Von, 2017. Human - nature connection : a multidisciplinary review *ScienceDirect Human - nature connection : a multidisciplinary review. Current Opinion in Environmental Sustainability* 26: 106-113.

[17] Ives, C.D., Abson, D.J., von Wehrden, H., Dörner, C., Klanięcki, K., Fischer, J., 2018. Reconnecting with nature for sustainability. *Sustainability science* 13:1-9.

[18] Kals E, Schumacher D, Montada L., 1999. Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature. *Environment and Behavior* 31:178-202.

[19] Mayer, F.S., Frantz, C.M., 2004. The connectedness to nature scale: a measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology* 24:503-515.

[20] Schultz, P.W., Shriver, C., Tabanico, J.J., Khazian, A.M., 2004. Implicit connections with nature. *Journal of Environmental Psychology* 24:31-42.

[21] SEO BirdLife, 2020. Programas de seguimiento de avifauna y grupos de trabajo. SACRE 25 años de seguimiento de aves comunes en primavera.

[22] Requier, F., Andersson, G.K.S., Oddi, F.J., Garibaldi, L.A., 2020. Citizen science in developing countries: how to improve volunteer participation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 18:101-108.

[23] Pocock, M.J.O., Roy, H.E., August, T., Kuria, A., Barasa, F., Bett, J., Githiru, M., Kairo, J., Kimani, J., Kinuthia, W., Kissui, B., Madindou, I., Mbogo, K., Mirembe, J., Mugo, P., Muniale, F.M., Njoroge, P., Njuguna, E.G., Olendo, M.I., Opige, M., Otieno, T.O., Ng'weno, C.C., Pallangyo, E., Thenya, T., Wanjiru, A., Trevelyan, R., 2019. Developing the global potential of citizen science: Assessing opportunities that benefit people, society and the environment in East Africa. *Journal of Applied Ecology* 56: 274-281.

- [24] Chan, L., Hall, B., Piron, F., Tandon, R., William L., 2020. Open Science Beyond Open Access: For and with communities, A step towards the decolonization of knowledge. The Canadian Commission for UNESCO's IdeaLab, Ottawa, Canada.
- [25] Pocock, M.J.O., Chapman, D.S., Sheppard, L.J., Roy, H.E., 2014. Choosing and using citizen science: a guide to when and how to use citizen science to monitor biodiversity and the environment. Centre for Ecology & Hydrology.
- [26] Tweddle, J.C., Robinson, L.D., Pocock, M.J.O., Roy, H.E., 2012. Guide to citizen science: developing, implementing and evaluating citizen science to study biodiversity and the environment in the UK. Natural History Museum and NERC Centre for Ecology & Hydrology for UK-EOF.
- [27] Phillips, T., Porticella, N., Constan, M., Bonney, R., 2018. A Framework for articulating and measuring individual learning outcomes from participation in citizen science. *Citizen Science: Theory and Practice* 3: 1-19.
- [28] MITECO. 2014. Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Guía resumida del Quinto Informe de evaluación del IPCC del grupo de trabajo II. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental). Madrid.
- [29] MITECO, 2020. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (Borrador). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- [30] IPCC, 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad- Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), IPCC, 2018: Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].
- [31] Kieslinger, B., Schäfer, T., Heigl, F., Dörler, D., Richter, A., Bonn, A., 2018. Evaluating citizen science: Towards an open framework. En: Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J., Bonn A., (Eds.), *Citizen science – Innovation in open science, society and policy* pp. 81-98. London: UCL Press
- [32] Schaefer, T., Kieslinger, B., Brandt, M., van den Bogaert, V., 2021. Evaluation in citizen science: the art of tracing a moving target. En: Vohland, K. (Ed.), *The Science of Citizen Science*. Springer.
- [33] Bruckner, M., 2012. Climate change vulnerability and the identification of least developed countries. CDP Background Paper, 15.
- [34] Gyampoh, B.A., Amisah, S., Idinoba, M., Nkem, J., 2009. Aplicando los conocimientos tradicionales para afrontar el cambio climático en las zonas rurales de Ghana. *Unasylva: Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales* 231: 70-74.
- [35] FAO, 2017. Los pueblos indígenas son clave para proteger la vida silvestre y los medios de vida rurales. Consultado en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/472670/icode/> el 14.01.2021
- [36] Skarlatidou, A., Haklay, M., 2021. *Geographic citizen science design: no one left behind*. London: UCL Press.
- [37] Fernández-Llamazares, Á., Cabeza, M., 2018. Rediscovering the potential of indigenous storytelling for conservation practice. *Conservation Letters* 11: 1-12.

ANEXO I

Impactos

¿CÓMO SABER CUÁLES SON LOS IMPACTOS A OBSERVAR?

Queremos basarnos en el conocimiento científico- técnico disponible más actualizado. Por eso, ponemos la mirada en la información proporcionada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y la Oficina Española del Cambio Climático (OECC).

El IPCC evalúa los miles de artículos científicos que se publican en todo el mundo para informar sobre lo que se sabe y lo que falta por saber acerca de los impactos y todo lo relacionado con el cambio climático. Por ello, actualmente el IPCC es la mejor y más fiable fuente científica para documentarse y actuar en consecuencia. Además, la OECC publica informes periódicos con el análisis de la información relativa a España.

A continuación se muestra un listado de los impactos con el objeto de que sirva como base para la selección de atributos que puedan ser de interés para el seguimiento y evaluación de los impactos derivados del cambio climático en el ecosistema escogido. No obstante, es recomendable consultar la información actualizada en el momento de realizar la selección de impactos a observar.

IMPACTOS A ESCALA GLOBAL EN ECOSISTEMAS TERRESTRES	IMPACTOS A ESCALA GLOBAL EN ECOSISTEMAS TERRESTRES
Adelanto del reverdecimiento, el brote de las hojas y la fructificación en los árboles de regiones templadas y boreales.	Desplazamiento hacia el norte y a mayor profundidad en la distribución de muchas especies de peces de los mares europeos.
Aumento de la colonización de especies vegetales alóctonas en Europa, más allá de una determinada invasión de base.	Desplazamiento hacia el norte en la distribución del zooplancton, los peces, las aves marinas y los invertebrados bentónicos.
Anticipación de la llegada de las aves migratorias en Europa desde 1970.	Cambios en la fenología del plancton.
Desplazamiento ascendente del límite arbóreo en Europa, más allá de los cambios debidos al uso del suelo.	Expansión de las especies de agua templada en el Mediterráneo, más allá de los cambios debidos a los impactos de las especies invasoras y el ser humano.
Aumento de las zonas forestales quemadas en los últimos decenios, más allá de los aumentos debidos al uso del suelo.	

Tabla AI.1 Propuesta de impactos a observar por tipo de ecosistema (terrestre y marino) indicados por el GTII IE5 IPCC y potencialmente observables en la Península Ibérica.

IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS TERRESTRES DE ESPAÑA

	Distribución de especies	Biología y estado de poblaciones	Fenología de las especies	Impactos por invasiones biológicas
Vegetación	<p>Cambio en la composición de las comunidades vegetales supraforestales, con el declive de las especies adaptadas al frío y el incremento de especies más termófilas (Gottfried et al., 2012).</p> <p>Disminuciones de la biodiversidad en las montañas mediterráneas (Pauli et al., 2012).</p> <p>Reducción de ciertas especies de vegetación nival en el Sist. Central español.</p> <p>Sustitución de la vegetación de alta montaña por otra de media montaña (Sanz-Elorza et al., 2003).</p>		<p>Notable adelanto en su foliación, floración y fructificación.</p> <p>Alargamiento de su fase de crecimiento en el Mediterráneo occidental, desde mediados de los años setenta.</p>	<p>El alga de agua dulce <i>Tetrasporidium javanicum</i>, descubierta en los trópicos (Java, Asia), y especie indicadora de agua turbias y de altas temperaturas, se ha observado en España desde 2005 en varias localidades: Mérida (Badajoz), río Algar (Alicante), tramos bajos del río Ebro, ríos del macizo central gallego y en el norte de Portugal (VVAA 2011).</p>
Aves	<p>Desplazamiento del área de distribución hacia el norte de 37 Km (Devictor et al., 2012).</p> <p>Colonizaciones de aves desde África hacia España.</p> <p>Presencia de especies de aves típicamente mediterráneas en la zona atlántica de la Península.</p>	<p>Desacoplamientos entre la disponibilidad de alimento y los ciclos vitales de la especie en invierno y primavera, provocando cambios nutricionales que afectarían tanto a su capacidad reproductora como a la tasa de supervivencia de los pollos.</p> <p>Disminución paulatina del tamaño de sus huevos debido al aumento de temperaturas causado por el cambio climático. Huevos de menor volumen tienen una probabilidad menor de eclosionar, lo que ha contribuido al descenso del éxito reproductivo de las poblaciones (Potti, 2008).</p>	<p>Adelanto de la llegada de aves transaharianas en la península Ibérica durante la primavera desde la década de los setenta (Gordo & Sanz 2006).</p> <p>Significativa disminución del paso migratorio por el Estrecho de Gibraltar de algunas especies de pequeñas aves migratorias, especialmente vencejos (reducida a la octava parte desde 1980) y golondrinas.</p> <p>Adelanto de hasta quince días de los calendarios migratorios de algunas especies (ruiseñor, golondrina, etc.) (Junta de Andalucía 2009, Peñuelas et al., 2002).</p> <p>Permanencia en la península en invierno ante la benignidad del clima de poblaciones de abubilla (<i>Upupa epops</i>), águila calzada (<i>Hieraaetus pennatus</i>), cigüeña negra (<i>Ciconia nigra</i>), avetorillo (<i>Ixobrychus minutus</i>), martinete (<i>Nycticorax nycticorax</i>), o águila culebrera (<i>Circaetus gallicus</i>) (SEO/Birdlife, 2009).</p>	

IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS TERRESTRES DE ESPAÑA

	Distribución de especies	Biología y estado de poblaciones	Fenología de las especies	Impactos por invasiones biológicas
Lepidópteros	Desplazamiento del área de distribución hacia el norte de 114 Km para las mariposas.	<p>Reducción de poblaciones de mariposas como la de <i>Parnassius apollo</i>.</p> <p>Colonización de nuevas áreas traspasando los umbrales para el desarrollo larvario y para la diapausa invernal.</p> <p>Elevación del límite inferior altitudinal de su distribución hasta cotas superiores.</p> <p>Pérdida del 80% de su hábitat. A partir de 1.600 metros tienen serios problemas de supervivencia y el cambio de vegetación que se produce a esas alturas puede hacer que no cuenten con la alimentación necesaria (Wilson et al., 2007).</p>		
Insectos			<p>Las larvas de invertebrados se desarrollarán y alcanzarán el estado adulto con anterioridad (Peñuelas et al., 2002).</p> <p>Durante las últimas décadas la fenología de algunas especies de insectos fitófagos podría haberse desacoplado de la de las plantas que consumen (Peñuelas et al., 2002, Gordo & Sanz 2005).</p>	
Reptiles	<p>Desplazamiento de 15.2 km hacia el norte del límite septentrional de sus áreas de distribución.</p> <p>Las distribuciones latitudinales de reptiles pueden estar cambiando en respuesta al cambio climático (Moreno-Rueda et al., 2012).</p>	<p>Cambio en la distribución (<i>Igartija colilarga</i>) hacia zonas de mayor altitud.</p> <p>Aumento de periodos de actividad (culebra bastarda).</p>		

IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS TERRESTRES DE ESPAÑA

	Distribución de especies	Biología y estado de poblaciones	Fenología de las especies	Impactos por invasiones biológicas
Anfibios		<p>Desplome de poblaciones de sapo partero común por infecciones por hongos con posible implicación de cambios ambientales debidos al clima.</p> <p>Pérdida de espacio climático para los anfibios y reptiles ibéricos con posibles contracciones en sus actuales rangos de distribución.</p>		

Tabla A1.2 Tipos de impacto en los ecosistemas terrestres en España indicados en *Gutiérrez Teira, A., Picatoste Ruggeroni, J.R., 2012. Evidencias del cambio climático y sus efectos en España. Madrid. doi:280-12-108-1.*

IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS MARINOS DE ESPAÑA

En la producción primaria

Tendencia decreciente en la concentración de clorofila y en la abundancia de las diatomeas (Varela et al. 2009).**

Modificación de la disponibilidad de nutrientes o incremento de la estratificación en aguas del talud u oceánicas, que se ha traducido en un descenso de la producción primaria (Llope et al. 2007, Castro et al. 2009).**

Cambios en la abundancia de especies de zooplancton en el norte del Golfo de Vizcaya entre 1930 y 1990 (Southward et al., 1995).**

En las comunidades litorales

Mediterraneización de las comunidades litorales cantábricas.**

Especies boreo-atlánticas como *Fucus serratus*, *F. spiralis*, *F. vesiculosus*, *Himantalia elongata*, *Chondrus crispus*, *Laminaria hyperborea*, *L. ochroleuca*, *Gelidium spinosum* ven reducidas sus poblaciones y limitada su distribución hacia el interior del Golfo de Vizcaya, siendo reemplazadas por otras de aguas más cálidas como *Bifurcaria bifurcata*, *Stypocaulon scoparia*, *Cladostephus spongiosus*, *Gelidium corneum*, *Cystoseira baccata*, *C. tamariscifolia*, *Sargassum muticum* y *Coralinaceas*.*

Tropicalización

Aparición de especies de peces y otros grupos taxonómicos con afinidades subtropicales cada vez más frecuente, apreciándose su expansión hacia el norte (Quero et al., 1998, Guerra et al., 2002, Bañón, 2009), como el gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*) y el caboso tropical (*Gnatholepis thomsoni*) (Brito et al., 2005, Brito, 2008) en Canarias.**

Tendencia a la degradación y muerte de las colonias de corales negros (*Antipathella wollastoni*) en fondos someros en las islas Canarias más occidentales (Brito, 2008).**

En el estado físico-químico

Aumento de la temperatura en un rango de [0,20 a 0,75°C/década] para el Atlántico Peninsular, [0,10 y 0,40°C/década] para el Mediterráneo y [0,25°C/década] en Canarias (Peck & Pinnegar, 2018; Vargas Yáñez et al., 2019). ***

Aumento de la salinidad en un rango de [0,03 y 0,13 psu/década] para el Atlántico Peninsular, [0,003 y 0,38 psu/década] para el Mediterráneo y [0,02 psu/década] en Canarias (Pastor et al., 2018; Querreda- Sala et al., 2018; Salat et al., 2019; von Schuckmann et al., 2019 ; Vargas Yáñez et al. , 2019). ***

Disminución del pH (acidificación) [0,016 unidades de pH por década entre los 100 y 700 m de profundidad] para el Atlántico Peninsular, [0,010-0,044 unidades de pH por década afectando a todas las masas de agua] para el Mediterráneo y [0,013 y 0,025 unidades de pH por década en capas superficiales] en Canarias (Kapsenberg et al., 2017); (Lacoue-Labarthe et al., 2016); (Peck & Pinnegar., 2018). ***

En todas las regiones se observa una menor disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua asociada a altas temperaturas excepto en el Mediterráneo, donde no se han encontrado tendencias robustas de la evolución del oxígeno disuelto en el agua desde los años 90 hasta la actualidad (Oschlies et al., 2018); (Vargas Yáñez et al., 2019). ***

Aumento del nivel del mar en un rango de [1-2 mm al año durante el siglo XX y de 4 a 8 mm al año a partir de los años 90] en el Atlántico peninsular, [0,3-10 mm al año entre finales del siglo XX y XXI] en el Mediterráneo y de [1-2 mm/año] en Canarias (Iglesias et al., 2017; Salat et al., 2019; von Schuckmann et al., 2019; Vargas Yáñez et al., 2019). ***

Cambios en la circulación, corrientes, formación de masas de agua y afloramientos consistentes en: debilitamiento de la intensidad de los afloramientos en el norte e intensificación en el suroeste (Golfo de Cádiz) para el Atlántico Peninsular y cambios en los procesos de formación de agua profunda en el Mediterráneo Noroccidental (Schroeder et al. , 2016). ***

Cambios en la capa de mezcla, estratificación y nutrientes consistentes en un aumento generalizado de la estratificación en las aguas superficiales, siendo el efecto menor en las zonas de afloramiento. Esto influye negativamente en la disponibilidad de nutrientes. En el Mediterráneo no se han encontrado tendencias robustas de la evolución de los nutrientes, de la clorofila, ni de la capa de mezcla desde los años 90 hasta la actualidad (Somavilla et al., 2017); (Vargas Yáñez et al., 2019). ***

Cambios en la intensidad del oleaje, aumentando en el Atlántico peninsular, disminuyendo ligeramente en el Mediterráneo y presentado un aumento en la zona norte y una disminución ligera en la zona sur de Canarias (Kersting, 2016). ***

Mayor incidencia y frecuencia de eventos extremos (ej. temperaturas extremas del agua, inundaciones, lluvias intensas, olas de calor en el mar) en todas las regiones (Holbrook et al., 2019; Kersting., 2016). ***

IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECOSISTEMAS MARINOS DE ESPAÑA

Organismos tóxicos	<p>Expansión de microorganismos tóxicos a áreas donde no se conocían.**</p> <p>Presencia de especies de dinoflagelados bentónicos tóxicos tropicales se ha detectado en las costas del Mediterráneo y de Canarias, como el género <i>Ostreopsis</i> (Vila et al., 2001) o <i>Gambierdiscus toxicus</i> que causa la enfermedad tropical ciguatera al introducirse en la cadena trófica por peces herbívoros.**</p> <p>En 2004 tuvo lugar en las aguas del archipiélago canario un bloom extensivo de la cianobacteria responsable de la coloración del Mar Rojo, <i>Trichodesmium erythraeum</i>, nunca visto antes en esta región del globo, asociado a las condiciones excepcionales de temperatura de las aguas durante el mes más cálido registrado en Canarias desde 1912, que afectaron a algunas especies marinas (Ramos et al., 2005).**</p>	
Especies dañinas	<p>Presencia del erizo de lima (<i>Diadema antillarum</i>), un equinodermo marino de origen tropical distribuido por el Atlántico Oriental, incluyendo Canarias. Se trata de un herbívoro de alta movilidad capaz de eliminar la vegetación de los fondos rocosos.**</p>	
En la distribución de especies	<p style="text-align: center;">Algas</p> <p>Regresión de las especies <i>Gelidium corneum</i> (Atlántico), <i>Cystoseira baccata</i> (Atlántico), <i>Himanthalia elongata</i> (Atlántico), <i>Cymodocea nodosa</i> (Canarias), <i>Gelidium canariense</i> (Canarias). ***</p> <p>Expansión de las especies <i>Millepora sp</i> (Canarias), <i>Dendrophyllia laboreli</i> (Canarias), <i>Corallina elongata</i> (Atlántico), <i>Jania rubens</i> (Atlántico), <i>Lythoplum incrustans</i> (Atlántico), <i>Aglaothamnion tenuissimum</i> (Atlántico) y <i>Gayliella flaccida</i> (Atlántico).***</p>	<p style="text-align: center;">Peces</p> <p>Reducción del rango de distribución de <i>Sardina pilchardus</i> (Canarias), <i>Coris julis</i> (Canarias), <i>Sciaena umbra</i> (Canarias), <i>Labrus bergylta</i> (Canarias), <i>Sprattus sprattus</i> (Mediterráneo).***</p> <p>Expansión del rango de distribución de <i>Sardinella aurita</i> (Mediterráneo y Canarias), <i>Caranx rhonchus</i> (Mediterráneo), <i>Diplodus cervinus cervinus</i> (Mediterráneo), <i>Xyrichtys novacula</i> (Mediterráneo), <i>Canthidermis sufflamen</i> (Canarias), <i>Caranx crysos</i> (Canarias), <i>Grantholepsis thomsoni</i> (Canarias) y <i>Xyrichtys novacula</i> (Canarias). ***</p>
En la abundancia de especies	<p>Reducción de la abundancia de <i>Alosa fallax</i> (Mediterráneo), <i>Argentina sphyraena</i> (Mediterráneo), <i>Malva macrophthalma</i> (Mediterráneo).***</p> <p>Aumento de la abundancia de <i>Caranx rhonchus</i> (Mediterráneo), <i>Diplodus cervinus cervinus</i> (Mediterráneo), <i>Seriola dumerili</i> (Mediterráneo), <i>Trachinotus viridiensis</i> (Mediterráneo), <i>Trachinotus avatus</i> (Mediterráneo), <i>Diadema africanum</i> (Canarias), <i>Aulostomus strigosus</i> (Canarias), <i>Sparisoma cretense</i> (Canarias), <i>Heteropriacanthus cruentatus</i> (Canarias), <i>Aluterus scriptus</i> (Canarias).***</p>	
En la fenología de especies	<p style="text-align: center;">Migraciones</p> <p>Túridos (Atlántico)***</p>	<p style="text-align: center;">Ciclos reproductivos</p> <p>Mejillones (Atlántico)***</p> <p>Ostras (Atlántico)***</p> <p><i>Posidonia oceanica</i> (Mediterráneo)***</p>

Tabla Al. 3 Impactos derivados del cambio climático en los ecosistemas marinos en España indicados en Gutiérrez Teira, A., Picatoste Ruggeroni, J.R., 2012. *Evidencias del cambio climático y sus efectos en España*. Madrid** y en Sanz, M.J. y Galán, E. *Oficina Española de Cambio Climático, M. para la T.E. y el R.D., 2021. Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España*. Madrid ***

IMPACTOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES DE ESPAÑA

Cambios Fenológicos	<p>Plantas: adelanto de la floración y retraso de la caída de las hojas en especies arbóreas del norte de la Península (Peñuelas et al., 2002).</p> <p>Animales: adelanto de llegada a España de aves migratorias (Gordo, 2015)</p>
Decaimiento forestal	<p>Defoliación y reducción del crecimiento de abetales (<i>A. alba</i>) en Pirineos (Camarero et al., 2015).</p> <p>Disminución del crecimiento y aumento de la mortalidad en pinsapares (<i>A. pinsapo</i>) ibéricos (Linares et al., 2015).</p> <p>Disminución de crecimiento en pinares de pino laricio (<i>P. nigra</i>) del sur de España (Linares et al., 2015).</p> <p>Defoliación y reducción del crecimiento en repoblaciones de pino silvestre (<i>P. sylvestris</i>) y pino laricio en el sureste de España (Sánchez-Salguero y Navarro-Cerillo, 2015).</p> <p>Mortandad masiva de juveniles de pino silvestre y pino laricio en Sierra Nevada (Herrero et al., 2013).</p> <p>Defoliación, reducción del crecimiento y aumento de la mortalidad en pinares de pino silvestre en Cataluña (Vilà-Cabrera et al., 2015).</p> <p>Incremento de la mortandad, falta de regeneración y desplazamiento por otras especies del pino rodano (<i>P. pinaster</i>) en los pinares mediterráneos más continentales (Gea-Izquierdo et al., 2019).</p> <p>Reducción del crecimiento y mortandad de encinas (<i>Q. ilex</i>) (Rolo y Moreno, 2012; Barbeta et al., 2013; Natalini et al., 2016 ; García- Angulo et al., 2020).</p>
Migración	<p>Ascenso altitudinal del haya (<i>F. sylvatica</i>) en el Montseny (Peñuelas et al., 2007).</p> <p>Ascenso altitudinal del enebro común (<i>J. communis</i>) y el piorno serrano (<i>C. oromediterraneus</i>) en la Sierra de Guadarrama (Sanz-Elorza, 2015).</p> <p>Ascenso altitudinal y contracción de algunas especies de lepidópteros en la Sierra de Guadarrama (Wilson et al. 2015; Pleguezuelos, 2015).</p> <p>Desplazamientos latitudinales y altitudinales en varias especies de reptiles en las últimas décadas (Pleguezuelos, 2015)</p>
Plagas forestales	<p>Defoliaciones y disminuciones de crecimiento en los bosques meridionales de pino silvestre provocadas por la procesionaria del pino (Hódar, 2015; Hódar y Zamora, 2004; Hódar et al., 2003).</p>
Enfermedades emergentes	<p>Mortandad masiva en varias especies de anfibios mediada por un hongo patógeno en la sierra de Guadarrama y la Sierra de la Tramuntana (Bosh, 2015).</p> <p>Defoliación y mortandad del pino de Monterrey (<i>P. radiata</i>) en el País Vasco (Ortiz de Urbina et al., 2016; Pinkard, E. et al., 2017)</p>

Tabla A1.4 Impactos derivados del cambio climático en los bosques de España indicados en Sanz, M.J. y Galán, E. Oficina Española de Cambio Climático, M. para la T.E. y el R.D., 2021. Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Madrid.

CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD PARA FUTUROS ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN ESPAÑA

Organismos	Ecofisiología	<p>El incremento de la aridez puede afectar a la conductancia hidráulica de las especies arbóreas, lo que puede limitar la fijación de carbono.</p> <p>Muerte de arbolado poco tolerante por la sequía y las altas temperaturas.</p> <p>Modificación de la mortalidad de invertebrados y aceleramiento de su desarrollo.</p> <p>Aumento de la actividad y ciclo anual de los reptiles.</p>
	Fenología	<p>Se prevén cambios adicionales a los ya observados en foliación, caída de hoja, floración y fructificación de las especies arbóreas.</p> <p>Se esperan cambios en la migración de las aves por los cambios climáticos en sus zonas de invernada y reproducción.</p> <p>Muchos lepidópteros pueden ver adelantada la fecha de emergencia de larvas y adultos.</p>
Poblaciones	Demografía	<p>Alteración de la proporción de sexos en recién nacidos en algunas especies de reptiles.</p> <p>Reducción de los años favorables para la regeneración de especies arbóreas.</p> <p>Reducción del crecimiento de especies arbóreas, e incremento de la mortalidad, especialmente en bosques densos e individuos jóvenes.</p>
	Distribución y abundancia	<p>Se prevén desplazamientos altitudinales y longitudinales de las especies.</p> <p>Las migraciones en altitud pueden suponer una disminución del área potencial de distribución cuando ocurren cerca de las cumbres.</p> <p>Las especies de las cotas altitudinales más altas son las más vulnerables, por la desaparición de las condiciones climáticas actuales y al estar limitadas las migraciones por la capacidad de dispersión de las especies y la distribución de sus hábitats favorables.</p>
Comunidades	Estructura y dinámica	<p>Debido al cambio de distribución de las especies y su respuesta al cambio climático las comunidades pueden sufrir cambios de composición.</p> <p>Las diferencias de reclutamiento entre especies de matorral y arbóreas en condiciones de sequía pueden llevar a una “matorralización” de la montaña mediterránea.</p> <p>Los cambios de composición de las comunidades pueden afectar el funcionamiento del ecosistema.</p>
	Interacciones bióticas	<p>Las especies invasoras pueden verse favorecidas por su rápida capacidad de respuesta a cambios ambientales.</p> <p>Los cambios fenológicos pueden desacoplar las interacciones depredador-presa y planta-polinizador.</p>
Ecosistemas	Perturbaciones y extremos climáticos	<p>Se prevé un aumento de la frecuencia y severidad de las sequías extremas.</p> <p>Se espera un aumento de la frecuencia de los incendios forestales y plagas.</p> <p>Las perturbaciones recurrentes pueden provocar cambios persistentes en las funciones y estructura del ecosistema.</p>

CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD PARA FUTUROS ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN ESPAÑA

Funciones ecosistémicas, ciclos biogeoquímicos y recursos hídricos

Durante la primera mitad del siglo, los modelos prevén un incremento de la producción forestal en España asociado al incremento del CO₂ atmosférico. Sin embargo, durante la segunda mitad el incremento de la aridez podría reducir la producción forestal.

La respiración del suelo puede verse afectada por el incremento de las temperaturas y los cambios en las precipitaciones, aunque el efecto de la precipitación podría ser más relevante en el caso de los ecosistemas mediterráneos.

Las condiciones de sequía e incremento de la temperatura pueden alterar los ciclos del fósforo y el nitrógeno, aunque la cobertura vegetal y las costras biológicas pueden ayudar a modular los efectos en estos ciclos.

La deposición atmosférica de nitrógeno puede interactuar con los efectos climáticos en los ciclos de nutrientes.

Los caudales de estiaje de los ríos españoles pueden reducirse en las próximas décadas.

Tabla A1. 5 Impactos derivados del cambio climático en los bosques de España indicados en *Sanz, M.J. y Galán, E. Oficina Española de Cambio Climático, M. para la T.E. y el R.D., 2021. Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Madrid.*

ANEXO II

Riesgo

PELIGROS (P), VULNERABILIDADES (V) Y RIESGOS (R) EN ECOSISTEMAS

Sistemas terrestres y acuáticos continentales*

(P.1) Aumento de la temperatura del aire, el suelo y el agua.

(V.1) Excedencia de los límites ecofisiológicos y de tolerancia al clima de las especies (capacidad limitada de resistencia y adaptación), mayor viabilidad de organismos externos.

(R.1.1) Riesgo de pérdida de biodiversidad autóctona, aumento del predominio de organismos no autóctonos.

(R.1.2) Pérdidas en cadena de especies nativas debido a interdependencias.

(P.2) Alteraciones en la estacionalidad de la lluvia.

(V.2) Reacción de la salud de algunos organismos ante la propagación de vectores sensibles a la temperatura (insectos, hongos).

(R.2.1) Riesgo de brotes de plagas y patógenos nuevos o mucho más graves.

(R.2.2) La interacción entre las plagas, las sequías y los incendios pueden comportar nuevos riesgos y tener un profundo impacto negativo en los ecosistemas.

Sistemas oceánicos*

(P.1) Aumento de la temperatura del agua y de la estratificación (termal y halina) y acidificación marina.

(V.1.1) Superación de los límites de tolerancia de las especies endémicas (capacidad limitada de resistencia y adaptación).

(V.1.2) Mayor presencia de organismos invasivos, mayor susceptibilidad y sensibilidad de los arrecifes de coral de aguas cálidas y de los correspondientes servicios ecosistémicos prestados a las comunidades costeras.

(V.1.3) Pueden surgir nuevas vulnerabilidades a raíz de las modificaciones en las zonas de productividad y de distribución de las especies, en gran medida de latitudes bajas a altas, alteraciones en el potencial pesquero a raíz de la migración de especies.

(R.1.1) Riesgo de pérdida de especies endémicas, mezclas de tipos de ecosistemas, mayor predominio de organismos invasivos.

(R.1.2) Mayor riesgo de pérdida de la capa de coral y el ecosistema conexo, con la consiguiente reducción de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

(R.1.3) Aumento del riesgo como consecuencia de las interacciones, por ejemplo, efectos de la acidificación y el calentamiento en los organismos calcáreos.

(R.1.4) Riesgos derivados del desconocimiento de la productividad y los servicios de los nuevos tipos de ecosistema.

(R.1.5) Mayores riesgos derivados de la interacción entre el calentamiento, la hipoxia y la acidificación y nuevas interacciones bióticas.

(P.2) Ampliación de las zonas de oxígeno mínimo y las zonas muertas costeras a raíz de la estratificación y la eutrofización.

(V.2) Mayor susceptibilidad cuando los animales de mayor tamaño superan la tolerancia a la hipoxia, los hábitats se contraen y desaparecen peces de profundidad intermedia e invertebrados bentónicos.

(R.2.1) Riesgo de pérdida de animales y plantas de mayor tamaño, mayor protagonismo de comunidades adaptadas a la hipoxia, en gran medida microbianas, con un nivel de biodiversidad reducido.

(R.2.2) Mayor riesgo derivado del incremento de la hipoxia en océanos que se calientan y acidifican.

(P.3) Mayor presencia de proliferaciones de algas perjudiciales en las zonas costeras a raíz del aumento de la temperatura del agua.

(V.3) Mayor susceptibilidad y capacidad adaptativa limitada de ecosistemas importantes y servicios valiosos como consecuencia de factores de estrés múltiples que ya existen.

(R.3.1) Mayor riesgo derivado de la intensificación de la frecuencia de la proliferación de dinoflagelados y las correspondientes posibilidades de pérdida y degradación de los ecosistemas costeros y los servicios ecosistémicos.

(R.3.2) Incremento desproporcionado del riesgo derivado de la interacción de diversos factores de estrés.

Recursos hídricos**:

- Riesgo de reducción de los caudales de los ríos o de cambios en sus patrones estacionales.
- Riesgo de cambio de distribución y biodiversidad de las comunidades acuáticas en masas de agua dulce.
- Riesgo de incremento de inundaciones fluviales y pluviales.
- Riesgo de incremento de la eutrofización y /o deterioro de la calidad de agua.

Ecosistemas terrestres**:

- Riesgo de aumento de la superficie de zonas áridas y semiáridas por desertificación.
- Riesgo de degradación y pérdida de suelo por el incremento de la erosión, disminución de la materia orgánica y cambios/empobrecimiento de biodiversidad en las comunidades edáficas.
- Riesgo de incremento de incendios forestales por causas naturales y no naturales por incremento/acumulación de combustible y condiciones más favorables para la ignición.
- Riesgos derivados de los cambios en la fenología de las especies vegetales (aparición de hojas y fructificación) y que pueden provocar el desacoplamiento entre los ciclos biológicos de especies interdependientes incluyendo especies animales.
- Riesgo de disminución o fragmentación de los hábitats de algunas especies vegetales, altitudinales y longitudinales (bosques, ecosistemas de montaña, etc.).
- Riesgo de disminución de biodiversidad, incluyendo desaparición de especies endémicas y cambios en la migración de las aves.
- Riesgo de entrada y expansión de especies exóticas e invasivas en los ecosistemas terrestres y de agua dulce.

Medio marino**:

- Riesgo para el equilibrio ecológico de los hábitats y comunidades marinas por el aumento de temperatura media del agua en todas sus capas y el efecto de la acidificación y la pérdida de oxígeno, que seguirá causando desplazamientos biogeográficos de especies, nuevas interacciones entre especies y pérdidas de hábitats, en las tres demarcaciones marinas españolas: Atlántico, Mediterráneo y Canarias.

- Riesgos en la estabilidad de los ecosistemas marinos y en las especies importantes para la pesca por aumento de olas de calor en todas las demarcaciones, y con riesgo más elevado en el Mediterráneo donde se han producido mortalidades masivas de organismos (gorgonias, esponjas y moluscos).
- Riesgo para la pesca industrial por el desplazamiento de stocks de especies objetivo a aguas en las que no hay establecidos acuerdos de acceso a cuotas, y por una gestión no adaptativa.
- Riesgo para la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos de los océanos, alterando recursos marinos importantes para los servicios de provisión, regulación, etc.
- Riesgo para la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos de los océanos, alterando recursos marinos importantes para los servicios de provisión, regulación y culturales debido a los cambios en distribución, abundancia y fenología de especies marinas en las tres demarcaciones.
- Riesgo de disminución de la productividad marina, de las capturas máximas potenciales y de la pesca debido a la estratificación de aguas superficiales y los cambios biofísicos en los océanos.
- Riesgos en el funcionamiento de los ecosistemas marinos, en la actividad pesquera y en la acuicultura por un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos en el mar (oleaje, temporal, intrusión del nivel del mar), afectando a la flota artesanal, industrial y a las instalaciones de acuicultura.
- Riesgo de especies nuevas y/o invasoras que puedan integrarse en la actividad pesquera nacional, el consumo y los mercados, creando nuevas oportunidades, pero causando posible impacto ecológico.
- Riesgo para la acuicultura por aumento de episodios de fitoplancton tóxico, cambios en el crecimiento y fenología debidos al aumento de temperatura, al aumento de intensidad y frecuencia de eventos extremos y a la acidificación.
- Riesgo de pérdida de valor histórico, cultural e identitario asociados a la pesca artesanal y el marisqueo, que están siendo afectadas por el cambio climático.

Ecosistemas de montaña***

Los ecosistemas de montaña son especialmente vulnerables al cambio climático debido a sus características de “isla ecológica”. Las poblaciones situadas en los límites meridionales de distribución y cotas altitudinales inferiores pueden presentar una alta vulnerabilidad debido a su alta exposición. Las poblaciones relictas son especialmente vulnerables al cambio climático debido a su pequeño tamaño poblacional y su aislamiento. Además, con frecuencia se desconoce su existencia.

En el caso de las aves, una gran proporción no están amenazadas todavía, pero podrían estarlo en el futuro (Treviño et al., 2015). Los anfibios y los reptiles son especialmente vulnerables debido a la limitada capacidad de dispersión, su vulnerabilidad a enfermedades emergentes y su gran dependencia de la temperatura. En general, las especies de ciclo vital largo, en función de su potencial reproductivo, pueden tener menos margen para responder al cambio climático con procesos evolutivos.

** Peligros (P), vulnerabilidades (V) y riesgos (R) para cada uno de los sistemas naturales así como los posibles riesgos emergentes identificados en el GTII IE5 (IPCC)*

*** Sanz, M.J. y Galán, E. Oficina Española de Cambio Climático, M. para la T.E. y el R.D., 2020. Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Madrid.*

**** Sanz, M.J. y Galán, E. Oficina Española de Cambio Climático, M. para la T.E. y el R.D., 2021. Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Madrid.*

ANEXO III

Adaptación

Según el PNACC, los procesos de adaptación deben contemplar fórmulas apropiadas que permitan la implicación de la sociedad en el diagnóstico, la definición de objetivos, la identificación o el diseño de medidas, su aplicación y la evaluación del proceso. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) anima a las Partes a “hacer uso de las aportaciones de los actores interesados, incluyendo el sector privado, la sociedad civil, las comunidades locales, los migrantes, los niños y jóvenes, las personas discapacitadas y las personas que se encuentran en situación de vulnerabilidad” (UNFCCC/SB/2018/L.5).

El diseño para las opciones de adaptación debe perseguir los objetivos establecidos en el PNACC:

- Actualizar los estudios sobre los efectos esperados del cambio climático sobre la flora, la fauna y el patrimonio geológico de España, así como sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres y marinos de los que forman parte.
- Apoyar las políticas y medidas orientadas a disminuir los niveles de estrés sobre las especies y ecosistemas, a fin de facilitar que estas puedan adaptarse, manteniendo su biodiversidad y resiliencia ante el cambio climático.
- Impulsar la introducción de criterios de adaptación al cambio climático en la planificación y gestión de las áreas protegidas.
- Reforzar la capacidad adaptativa de la infraestructura verde y la conectividad ecológica, incluyendo la conservación y ampliación de los corredores ecológicos, para favorecer las respuestas adaptativas de las especies.
- Promover medidas de adaptación al cambio climático que aprovechen el potencial de las soluciones basadas en la naturaleza como medio para fortalecer la resiliencia de especies y ecosistemas.
- Prevenir y hacer frente a los riesgos asociados a la proliferación de especies invasoras como consecuencia del cambio climático.

CATEGORÍA

EJEMPLOS

Gestión de ecosistemas

Mantenimiento de humedales y espacios verdes urbanos.

Forestación costera.

Gestión de cuencas fluviales y embalses.

Reducción de la intensidad de otros factores de estrés sobre los ecosistemas y de la fragmentación de los hábitats.

Mantenimiento de la diversidad genética.

Manipulación de los regímenes de perturbación.

Gestión comunitaria de los recursos naturales.

Control de especies invasoras.

CATEGORÍA	EJEMPLOS
Estructural / física	<p>Opciones ecosistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Restauración ecológica. Conservación del suelo. Forestación y reforestación. Conservación y replantación de manglares. Infraestructura verde (por ejemplo, árboles de sombra, azoteas con jardines o huertos). Control de la sobreexplotación pesquera. Ordenación conjunta de la pesca. Migración y dispersión asistida de especies. Corredores ecológicos. Bancos de semillas, bancos de genes y otras medidas de conservación ex situ. Gestión comunitaria de los recursos naturales. Mejora de la fertilidad del suelo.
Social	<p>Opciones educativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sensibilización e integración en la educación. Equidad de género en la educación, servicios de extensión. Intercambio de conocimientos indígenas, tradicionales y locales. Investigación en acción participativa y aprendizaje social. Plataformas de intercambio de conocimientos y aprendizaje. <p>Opciones de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de esquemas de peligros y vulnerabilidades. Sistemas de alerta temprana y respuesta. Vigilancia y teledetección sistemáticas. Servicios climáticos. Censo de observaciones climáticas indígenas. Composición de un escenario participativo. Evaluaciones integradas. <p>Opciones de comportamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Preparación de viviendas y planificación de la evaluación. Migración. Conservación del suelo y el agua. Desatasco de drenajes pluviales. Diversificación de medios de subsistencia. Prácticas relativas a los cultivos, la ganadería y la acuicultura modificadas. Dependencia de las redes sociales.

Tabla AIII.1 Algunos ejemplos de medidas de adaptación por categorías.

ANEXO IV

Gestión de datos. Comparativa de soluciones de toma de datos

En la Tabla AIV.1 se describen las posibles soluciones para la toma de datos y se muestran los pros y contras para cada una de ellas. Esta tabla se ha realizado teniendo únicamente en cuenta los aspectos tecnológicos de la toma de datos. La adopción de la tecnología afecta a todas las etapas del proyecto, por lo que hay que realizar su selección con un punto de vista amplio, teniendo en cuenta otros criterios.

SOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN	PROS	CONTRAS
Sin tecnología	En papel. Digitalización manual a cargo del personal del proyecto.	Coste reducido de recogida. Toma de datos ajustada al proyecto (campos, opciones, etc.).	Coste elevado de procesado (tiempo). Alto número de errores de transcripción, valores, etc.
Formularios online	Digitalización manual a cargo de las personas participantes con un formulario online conectado con bases de datos.	Coste reducido de recogida. Toma de datos ajustada al proyecto (campos, opciones, etc.).	Alto número de errores de transcripción, valores, etc.
App móvil específica	App móvil diseñada específicamente para el proyecto.	Toma de datos ajustada al proyecto (campos, opciones, etc.). Sin errores de transcripción, valores, etc. Toma automática de valores con el móvil (Fecha, hora, posición, etc.). Procesado automático.	Coste muy elevado de desarrollo.
App móvil de plataforma	Toma de datos con app móvil de plataforma de ciencia ciudadana ya desarrollada.	Coste próximo a 0. Sin errores de transcripción, valores, etc. Toma automática de valores con el móvil (Fecha, hora, posición, etc.). Procesado automático. Uso de otros servicios de la plataforma (revisión, almacenamiento, distribución, difusión, etc.).	Toma de datos genérica, no necesariamente ajustada al proyecto.

Tabla AIV.1 Descripción, pros y contras de las soluciones existentes para la toma de datos. Elaboración propia.

ANEXO V

Gestión de datos. Comparativa de formatos digitales

FORMATO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Formatos tabulados (CSV)	<p>Es una tabla de valores. Cualquiera puede abrir el fichero recibido y entender directamente el contenido.</p> <p>Recomendable solo para modelos de datos sencillos. En general este es el formato utilizado cuando se envía la información en protocolos bajo demanda, repositorios de ficheros o formularios web.</p>	<p>Es muy sencillo de generar y de consumir.</p>	<p>No tiene ningún tipo de descriptor de su estructura y tampoco existe ningún estándar. Se debe indicar al consumidor, mediante un documento externo, qué características tiene el formato (delimitadores de columna, codificación de caracteres y otras características regionales), qué significa cada columna de la tabla, y qué tipo de valores se puede encontrar en ella.</p>
Formato de entidades en jerarquía (JSON y XML)	<p>Ficheros generados con formato JSON (JavaScript Object Notation, «notación de objeto de JavaScript») y XML (extensible Markup Language, “Lenguaje de Marcado Extensible”).</p> <p>Este formato es el utilizado generalmente cuando la información se envía mediante Servicios Web, API o mediante formularios Web.</p>	<p>Fácil de generar.</p> <p>Incluyen descripción del mismo, exportan datos, metadatos, sus relaciones y jerarquías sin pérdida de información.</p> <p>Tiene estándar de estructura: ambos formatos permiten autodescribir la información que contienen, su modelo de datos, codificación, etc., por lo que la descripción del fichero va asociada dentro del mismo.</p> <p>Recomendable para todo tipo de modelos de datos, especialmente los complejos: son ideales para su aprovechamiento por aplicaciones de análisis y el intercambio de información con plataformas.</p>	<p>Complejo de consumir ya que no son fáciles de leer por cualquier persona.</p> <p>Se requiere cierto conocimiento y herramientas adecuadas para consultar la información.</p>

FORMATO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	LIMITACIONES
Estándares: Darwin Core Archive	<p>Es una mezcla de CSV y XML, en el que cada tabla de datos se exporta a un CSV, y el XML se utiliza para describir qué es lo que hay en cada tabla y cómo se organizan.</p> <p>Este es el formato de preferencia para intercambiar información con GBIF, la gran plataforma global sobre información de biodiversidad.</p>	Permiten el intercambio de información entre plataformas diversas evitando que existan tantas definiciones diferentes (estructura y etiquetas de XML para exportar sus datos) como plataformas existen.	<p>Existen varios estándares. Destacan tres de ellos:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Darwin Core: Para datos de medida de biodiversidad . EML (Ecological Metadata Language): Para metadatos (descripción de los datos) sobre información ecológica . BioCASE/ABCD: Protocolo y formato diseñados originalmente para el intercambio de datos sobre colecciones de seres vivos.
GBIF (Global Biodiversity Information Facility)	<p>GBIF no es un estándar en sí, sino una plataforma internacional, desarrollada con el apoyo de numerosos países, que tiene como fin ofrecer a cualquier persona, en cualquier lugar, de manera gratuita y en abierto, información sobre cualquier ser vivo en la tierra.</p>	A día de hoy, GBIF ha adquirido un gran prestigio y se ha convertido en el concentrador de datos sobre biodiversidad de referencia a nivel mundial. En general, los proyectos de ciencia ciudadana se esfuerzan para incluir sus conjuntos de datos al proyecto.	<p>Requiere exportar la información en un formato específico (DarwinCore, por ejemplo) y ajustar otros elementos a los estándares de la plataforma:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Taxonomía . Modelo de datos . Formato de exportación

Tabla AV. 1 Descripción, ventajas y limitaciones de posibles formatos de datos. Elaboración propia.



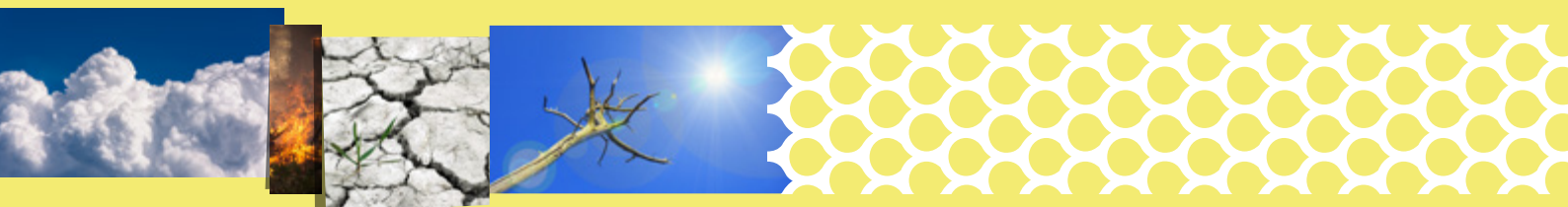


The background of the entire page is a photograph of a forest with many bare, thin tree branches. The image is overlaid with a semi-transparent yellow-green color, creating a monochromatic effect. The text is positioned in the upper right quadrant of the page.

GUÍA RED4C

Ciencia ciudadana
para el seguimiento
del cambio climático
en los ecosistemas

2021



Una iniciativa de:



Con el apoyo de:

