

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE LENGUAS

ESPECIALIZACIÓN EN TRADUCCIÓN TÉCNICA Y

CIENTÍFICA – IDIOMA INGLÉS

“CITIZEN OBSERVATIONS CONTRIBUTING TO FLOOD MODELLING:

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES”. PÁGINAS 1473-1489

TRABAJO FINAL PRESENTADO POR MARÍA ALEJANDRA GARCÍA RULLI

DIRECTORA: ILEANA LUQUE

CÓRDOBA – DICIEMBRE 2020 –



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

PARTE UNO: Traducción del texto asignado



Contribuciones de observaciones ciudadanas a la modelización de crecidas: oportunidades y desafíos

Thaine H. Assumpção¹, Ioana Popescu¹, Andreja Jonoski¹ y Dimitri P. Solomatine^{1,2,1} Sistemas Hídricos Integrados y Gobernanza (IWSG, *Integrated Water Systems and Governance*), Instituto para la Educación Hídrica (IHE, *Institute for Water Education*) Delft, Delft, Países Bajos
²Sección de Recursos Hídricos, Universidad Tecnológica de Delft, Delft, Países Bajos
Correspondencia: Thaine H. Assumpção (t.hermanassumpcao@un-ihe.org)

Recibido: 24 de julio de 2017 – Inicio de la evaluación: 26 de julio de 2017

Revisado: 24 de enero de 2018 – Aceptado: 25 de enero de 2018 – Publicado: 28 de febrero de 2018

Resumen. Las contribuciones ciudadanas a la ciencia se han implementado de manera exitosa en muchos campos, entre ellos los recursos hídricos. A través de los ciudadanos, es posible recopilar datos y obtener un proceso de toma de decisiones más integrado. En especial, la escasez de datos siempre ha sido un problema en la modelización de crecidas, la cual se ha abordado en las últimas décadas mediante teledetección y ya se está analizando en el contexto de la ciencia ciudadana. En tal sentido, en este artículo, se pretende revisar la bibliografía sobre este tema y analizar las oportunidades y desafíos que nos aguardan. Se evaluó la bibliografía sobre monitoreo, cartografía y modelización, según la variable de las crecidas a la que contribuyeron los ciudadanos. Se resumieron las ventajas y desventajas de los métodos de recopilación y de análisis. Luego, se correlacionaron las publicaciones pertinentes con el ciclo de modelización de crecidas, teniendo en cuenta cómo las propiedades de los datos de los ciudadanos (cobertura espacial y temporal, incertidumbre y volumen) se relacionan con su integración en la modelización. Fue evidente que el número de estudios en el área está en aumento. Se informan experiencias positivas en los métodos de recopilación y de análisis, por ejemplo, con la velocidad y la cobertura del suelo, y también cuando atañe a la modelización, por ejemplo, mediante el uso de la minería de las redes sociales. Sin embargo, todavía es un desafío emparejar las propiedades necesarias de los datos para cada parte del ciclo de modelización con los datos generados por los ciudadanos. No obstante, se confirma el concepto de que las contribuciones ciudadanas pueden utilizarse para la simulación y la previsión. El trabajo posterior consiste en seguir desarrollando y mejorando no solo los métodos de

recopilación y de análisis, sino también los métodos para la integración en los modelos. Por último, en vista de los recientes sensores automatizados y las tecnologías satelitales, se demuestra el valor de las contribuciones ciudadanas, que complementan tales tecnologías, mediante estudios como los analizados en este artículo.

1 Introducción

Siempre ha estado presente la necesidad de comprender y predecir el comportamiento de las crecidas en el mundo. Esto se debe a que las crecidas afectan sus alrededores, de forma positiva o negativa. Actualmente, la forma más habitual utilizada para comprender mejor y, a menudo, para predecir el comportamiento de las crecidas es la modelización. Según el sistema en cuestión, se pueden utilizar varios modelos (Teng *et al.*, 2017).

Para obtener una representación adecuada de las crecidas, la mayoría de los modelos exige una gran cantidad de datos, tanto para la construcción del modelo como para su uso. Esto ocurre, en particular, con la modelización de inundaciones pluviales. En estos casos, es posible que la inundación no se produzca en ríos aforados y que, por lo tanto, las estaciones de aforo del flujo que se encuentren fuera de zonas inundadas sean de poca utilidad. Debido a que ofrecen información distribuida de forma espacial, las tecnologías de teledetección son parte de la solución. Sin embargo, es posible que su disponibilidad sea limitada, incluso en términos de espacio y tiempo, y que, a menudo, las incertidumbres no sean cuantificables (Di Baldassarre *et al.*, 2011; Grimaldi *et al.*, 2016; Jiang *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2017). Por lo tanto, la obtención de los datos

necesarios para las simulaciones y las predicciones puede ser aún costosa, en especial para los sistemas de cambio rápido que exigen actualizaciones frecuentes del modelo.

En este contexto, se necesitan fuentes de una gran cantidad de datos a un bajo costo, junto con enfoques de modelización modificados que puedan utilizar estos datos y puedan adaptarse a los cambios tan rápido como ocurran. El observatorio ciudadano (CO, *Citizen Observatory*) es un concepto emergente en el que los ciudadanos monitorean el medioambiente que los rodea (Montargil y Santos, 2017). Suele considerarse dentro del término genérico de ciencia ciudadana (incluida la participación ciudadana que alcanza el nivel del científico) y se relaciona también con el concepto de colaboración masiva (distribución de una tarea entre varios agentes). Con la tecnología al alcance de la mano, es posible empoderar a los ciudadanos para que no solo participen en la obtención de datos, sino también en el proceso de análisis científico e incluso en el proceso de toma de decisiones consecuente (Evers *et al.*, 2016). Se han investigado los observatorios ciudadanos en varios proyectos financiados por la Unión Europea (UE). Los proyectos finalizados (CITI-SENSE, Citclops, COBWEB, OMNISCIENTIS y WeSenseIt) ya han aportado valiosas contribuciones al campo (Alfonso *et al.*, 2015; Aspuru *et al.*, 2016; Friedrichs *et al.*, 2014; Higgins *et al.*, 2016; Uhrner *et al.*, 2013). Por ejemplo, el proyecto llamado CITI-SENSE logró recopilar de manera simultánea tanto los datos de percepción como las mediciones acústicas en un enfoque que puede utilizarse para elaborar propuestas de empoderamiento ciudadano en el caso de la gestión de ruido (Aspuru *et al.*, 2016). En el proyecto COBWEB, en cambio, se estudiaron los procesos de aseguramiento de la calidad, combinación de datos y fusión de datos y se hicieron recomendaciones (Friedrichs *et al.*, 2014). Se propone seguir investigando este concepto mediante los proyectos de CO que se encuentran actualmente en ejecución (Ground Truth 2.0, LANDSENSE, SCENT y GROW Observatory).

Se han investigado y aplicado los conceptos de ciencia ciudadana en diversos campos, como ecología e inspección de la galaxia (Lintott *et al.*, 2008; Miller-Rushing *et al.*, 2012). La información geográfica voluntaria (IGV), una de las áreas de ciencia ciudadana más activas, se ha desarrollado durante la última década. Varios investigadores han revisado los últimos avances en ciencia ciudadana en el campo de las geociencias (Heipke, 2010; Klonner *et al.*, 2016). Existe también una parte de la comunidad científica que se dedica a investigar los datos de los daños, obtenidos mediante colaboración masiva, luego de emergencias por crecidas (Dashti *et al.*, 2014; Oxendine *et al.*, 2014), y a evaluar el ciclo de gestión de desastres (Horita *et al.*, 2013). En el contexto de los recursos hídricos, Buytaert *et al.* (2014) revisaron y analizaron la contribución de la ciencia ciudadana a la hidrología y a los recursos hídricos y abordaron, así, el nivel de implicación, el tipo de datos

recopilados (por ejemplo, la precipitación y el nivel de agua) y los estudios de casos en los que se están implementando enfoques más participativos. Le Coz *et al.* (2016) proporcionaron ejemplos y reflexiones de tres proyectos sobre hidrología de crecidas y colaboración masiva que suponen derivar la información hidráulica de imágenes y videos en Argentina, Francia y Nueva Zelanda.

La presente revisión tiene como objetivo analizar los estudios que utilizaron la ciencia ciudadana en relación con las crecidas. En concreto, se focaliza en los datos recopilados por ciudadanos, pertinentes en el contexto de modelización de inundaciones, comparando las dificultades y los beneficios de su recopilación e integración en los modelos. Se tiene en cuenta la integración a efectos de la configuración, la calibración, la validación, la simulación y la previsión del modelo.

El proceso de revisión conllevó la definición de plataformas web, palabras clave y criterios de búsqueda y selección de publicaciones. Las principales plataformas que se utilizaron fueron Scopus y Google Académico. Las palabras clave consistieron en una combinación de palabras relacionadas con la ciencia ciudadana (por ejemplo, «ciencia ciudadana» y «colaboración masiva») y de variables de las crecidas (por ejemplo, «nivel de agua» y «extensión de la inundación»). Se escanearon los artículos obtenidos para acceder al contenido. Se seleccionaron los artículos, en especial, si se conseguían los datos obtenidos mediante colaboración masiva para uso cuantitativo en monitoreo, cartografía o modelización. Se descartaron algunos estudios, ya que solo mencionan el uso de los datos obtenidos mediante colaboración masiva y no proporcionan información pertinente sobre la cantidad, el uso, el análisis y la recopilación de datos, como es el caso de Merkurjeva *et al.* (2015). Se aplicó el mismo criterio para los estudios en los que se evalúan variables de forma cualitativa, de manera que no se podrían asociar de forma directa con la modelización (Kim *et al.*, 2011). En esta revisión, se incluyeron artículos que fueron publicados hasta abril de 2017.

Más adelante en esta sección, presentaremos el concepto de ciencia ciudadana y los sistemas de clasificación correspondientes. En la sección 2 de este artículo, haremos una reseña de los estudios sobre las contribuciones ciudadanas para la modelización de crecidas y los clasificaremos según las variables correspondientes relacionadas con las crecidas. Luego, resumiremos las ventajas y desventajas de los métodos de análisis y medición. En la sección 3, se reúnen los estudios que abarcan la modelización de crecidas y se analizan las contribuciones, contemplando el componente del proceso de modelización en los que se utilizaron. Se incluye, además, un análisis de los factores que afectan la modelización de crecidas. En la sección 4, se describen los desafíos y las oportunidades del uso de datos que aportaron los ciudadanos en la modelización de crecidas. Por último, en la sección 5, se presentan las conclusiones y las recomendaciones.

1.1 Ciencia ciudadana

Buytaert *et al.* (2014) definieron la ciencia ciudadana como «la participación del público en general (esto es, no científicos) en la creación de nuevos conocimientos». De la misma forma que la participación de los ciudadanos puede ser diversa, así es también como se encuentra su participación en la bibliografía científica:

- ciencia ciudadana (Buytaert *et al.*, 2014);
- observatorio ciudadano (Degrossi *et al.*, 2014);
- detección ciudadana (Foody *et al.*, 2013);
- voluntarios capacitados (Gallart *et al.*, 2016);
- métodos de recopilación participativa de datos (Michelsen *et al.*, 2016);
- colaboración masiva (Leibovici *et al.*, 2015);
- detección participativa (Kotovirta *et al.*, 2014);
- monitoreo comunitario (Conrad y Hilchey, 2011);
- información geográfica voluntaria (Klonner *et al.*, 2016);
- observadores (Poser y Dransch, 2010);
- fuentes no autorizadas (Schnebele *et al.*, 2014);
- red de sensores humanos (Aulov *et al.*, 2014) e
- información geográfica obtenida mediante colaboración masiva (See *et al.*, 2016).

Algunos de los términos empleados en los artículos antes mencionados poseen definiciones específicas que se utilizan para perfilar debates sobre los mecanismos sociales de la participación ciudadana. Otros son tan solo la mejor forma que encontró el investigador para caracterizar la contribución o al ciudadano (por ejemplo, los observadores). La ciencia ciudadana y las áreas afines se han convertido en campos de investigación en sí mismos que, por ejemplo, se centran en comprender la motivación de los ciudadanos o su interacción con las instituciones públicas (Ghahesifard y Wehn, 2016).

En este campo, una de las clasificaciones de la ciencia ciudadana es por el nivel de implicación. Haklay (2013) desarrolló un modelo que cuenta con cuatro niveles (fig. 1). El primer nivel se refiere a la participación de los ciudadanos solo como quienes recopilan datos. En el segundo nivel, se les pide a los ciudadanos que actúen como intérpretes de los datos. Luego, el tercer nivel alude a la participación en la definición del problema. Por último, se alcanza el nivel de mayor participación en la actividad científica en cuestión. La revisión que se presenta en este artículo se centra de forma exclusiva en la contribución a la modelización de crecidas, que proviene principalmente de los dos niveles más bajos de implicación. No examinamos aquellos temas sobre la implicación para la generación de datos (cuantitativos). Más adelante en este artículo, por motivos de legibilidad, solo se utilizan los términos «datos obtenidos mediante colaboración masiva» para referirse a los datos provenientes de estos dos niveles de implicación.

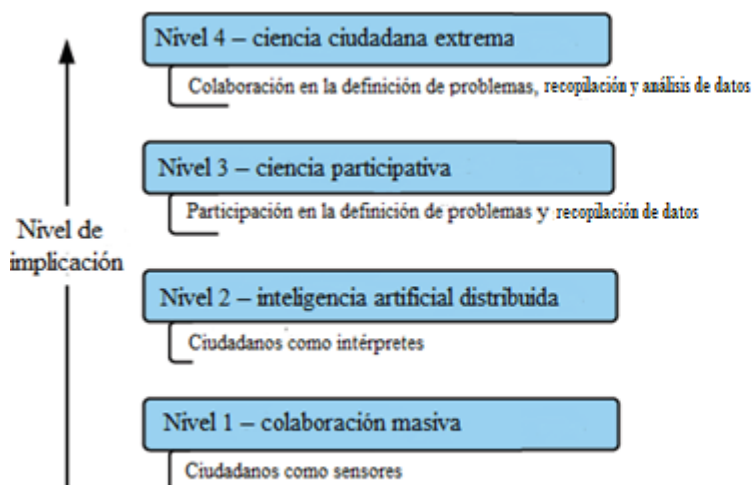


Figura 1. Niveles de participación e implicación en proyectos de ciencia ciudadana. Adaptado de Haklay (2013).

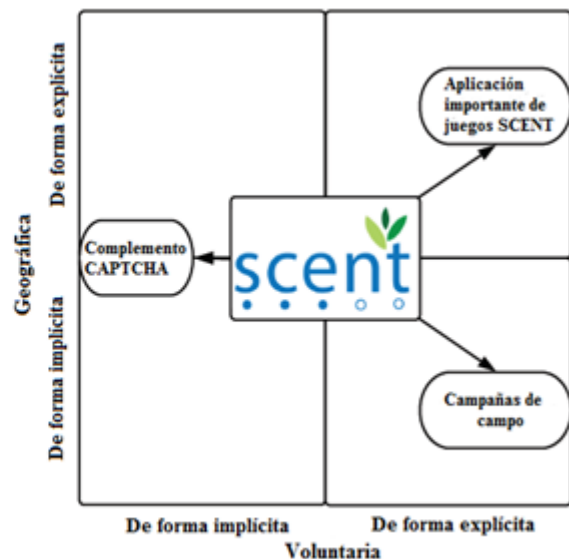


Figura 2. El proyecto SCENT representado en la tipología de IGV.

Otra forma de clasificar las propuestas de la ciencia ciudadana (dentro del contexto de la IGV) es organizándolas como voluntarias de forma implícita o explícita y como geográficas de forma implícita o explícita (Craglia *et al.*, 2012). En este sistema de clasificación, las geográficas se refieren a la información principal transmitida por medio de los datos contribuidos. Por consiguiente, los datos geoetiquetados no son precisamente geográficos. Por ejemplo, en el Proyecto de Confluencia de Grado (DCP, *Degree Confluence Project*) (Iwao *et al.*, 2006), los ciudadanos recibieron instrucciones de ir a ciertos sitios, tomar fotos, hacer anotaciones y facilitar su material de manera voluntaria en el sitio web del proyecto. En este caso, la información es voluntaria y geográfica de forma explícita. La mayoría de los proyectos sobre el uso del suelo o sobre la cobertura del suelo relacionados con la ciencia ciudadana recopilan información geográfica. De otro modo, en el estudio que llevaron a cabo Lowry y Fienen (2013), los ciudadanos también enviaban mensajes de texto a los investigadores de forma voluntaria y proporcionaban, en este caso, las lecturas del nivel de agua a partir de limnómetros instalados. A pesar de ser voluntario de forma explícita, el mensaje no era geográfico (solo geoetiquetado). Smith *et al.* (2015) derivaron otro tipo de información geográfica de forma implícita de Twitter para obtener las estimaciones del nivel de agua por crecida, del valor del caudal y de la inundación por crecida. Debido a que los ciudadanos no hicieron pública la información con el propósito específico de proporcionar estimaciones, resulta voluntaria de forma implícita.

Es posible representar de forma gráfica los conceptos que definen Craglia *et al.* (2012), como en la Figura 2. El proyecto SCENT¹ (Conjunto inteligente de instrumentos para implicar a los ciudadanos en una web de observación centrada en los individuos) es uno de los cuatro proyectos financiados por Horizonte 2020 que se centra en los observatorios ciudadanos. Se encuentra en el medio de este cuadrante, ya que incentiva a los ciudadanos a participar en juegos para recopilar datos de la cobertura del suelo o del uso del suelo, en campañas de campo para recopilar otra información geográfica de forma implícita (por ejemplo, el nivel de agua). También tiene como objetivo obtener contribuciones voluntarias de forma implícita con un complemento de CAPTCHA², en el que los ciudadanos etiquetan imágenes, por ejemplo, de la cobertura del suelo, del uso del suelo o

del nivel de agua con el fin de acceder a contenido en línea. No existe una relación entre etiquetar imágenes y el CAPTCHA. Es una tarea que se lleva a cabo después de la prueba, en la misma plataforma.

2 Datos de las crecidas obtenidos mediante colaboración masiva

Hay muchos tipos de datos sobre las crecidas que los ciudadanos pueden recopilar. Del mismo modo, hay muchas formas de recopilar, analizar y utilizar datos (para monitoreo, cartografía y modelización). En los siguientes apartados, daremos respuesta a cómo se exploraron estos aspectos en la bibliografía científica. En cada apartado, se examina el tipo de dato correspondiente a una variable de la modelización de crecidas: el nivel de agua, la velocidad, la extensión de la inundación, la cobertura del suelo y la topografía. Según el tipo de inundación, otras variables son pertinentes, como la precipitación. Ya se demuestra en la bibliografía científica que las contribuciones ciudadanas serían de utilidad para la observación de esta variable (Muller *et al.*, 2015; De Vos *et al.*, 2017). Sin embargo, no se incluye la lluvia en esta sección, debido a que ya se había abordado en la revisión de Muller *et al.* (2015). Además, por lo general, se trata de una variable de mayor importancia para los modelos hidrológicos, mientras que la revisión actual se centra en una representación hidrodinámica de las crecidas. En cuanto a los artículos presentados, hay algunos que se mencionan y se revisan en más de una sección debido a que se evaluó más de una variable, como en el caso de Smith *et al.* (2015).

2.1 Nivel de agua

En la Tabla 1, se proporciona una síntesis de los artículos sobre la recopilación de los datos del nivel de agua. En los estudios presentados, se comenzó por hacer participar a los ciudadanos en la recopilación de datos del nivel de agua, con el objetivo explícito de mejorar la gestión de crecidas. Esto se debe a la facilidad que implica recopilar tales datos, que consiste principalmente en comparar el nivel de agua con una referencia definida con claridad. En algunos casos, la referencia es un limnómetro, el ciudadano lleva a cabo la comparación, y las lecturas se entregan a los investigadores (Alfonso *et al.*, 2010; Degrossi *et al.*, 2014; Fava *et al.*, 2014; Lowry y Fienen, 2013; Walker *et al.*, 2016). Estos tipos de lecturas prácticamente no precisan un análisis más profundo, aunque suponen la instalación de limnómetros.

En otros casos, el ciudadano proporciona los datos cualitativos que los investigadores compararán con referencias. Los ciudadanos proporcionan fotos (Fohringer *et al.*, 2015; Kutija *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2017; McDougall, 2011; McDougall Temple-Watts, 2012; Smith *et al.*, 2015; Starkey *et al.*, 2017) o videos (Le Boursicaud *et al.*, 2016; Le Coz *et al.*, 2016;

¹ <https://scent-project.eu/>

² CAPTCHA es la sigla en inglés de «Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart», que significa «prueba de Turing completamente automática y pública para diferenciar computadoras de seres humanos». Es una prueba para determinar si el sujeto es humano. Se utiliza en sitios web para proporcionar seguridad. Una vez realizada la prueba, se le puede pedir al usuario que haga tareas adicionales, como etiquetar imágenes.

Michelsen *et al.*, 2016), sobre todo en situaciones de inundación. En el caso de las fotos o las imágenes, se compara el nivel de agua con los objetos en las imágenes que poseen dimensiones conocidas o aproximadamente conocidas. Para los videos, si bien se estimó el nivel de agua, el objetivo principal fue obtener los valores del caudal, por medio de estimaciones de la velocidad del flujo. En dos casos se utilizaron los textos de los ciudadanos (por ejemplo, el agua por encima de la rodilla) para calcular los valores del nivel de agua o para suponer un determinado valor cuando no se proporcionó ninguno (Li *et al.*, 2017; Smith *et al.*, 2015). Se recopiló este tipo de datos (texto, fotos y videos) sobre todo por medio de las redes sociales y los repositorios de imágenes públicas. Para recolectar datos de este tipo de fuentes se requiere la minería del material pertinente (es decir, la extracción de datos específicos de un conjunto de datos) y la gestión de incertidumbres en la caracterización espacio temporal de los datos de interés.

Un aspecto que varía en los estudios es el nivel de detalle en el método de comparación utilizado para determinar la medición del nivel de agua. Por ejemplo, McDougall (2011) y McDougall y Temple-Watts (2012) manifiestan de forma explícita que se necesitan las visitas de campo a las ubicaciones de las fotos escogidas con el fin de analizar la imagen de forma adecuada y extraer los valores del nivel de agua. Por otra parte, Fohringer *et al.* (2015), Smith *et al.* (2015) y Starkey *et al.* (2017) no mencionan ningún método.

En la mayoría de los casos, se utilizó la colaboración masiva para monitorear el nivel de agua, seguido del uso de estos datos para modelización y, por último, para cartografía. En el caso de Starkey *et al.* (2017), si bien se realizó la modelización hidrológica y se convirtieron los niveles de agua en caudal para permitir comparaciones, solo se hicieron comparaciones cualitativas.

2.2 Velocidad

Debido a que se utilizan tradicionalmente métodos de medición más complejos para las velocidades y los caudales, no se ha analizado de forma científica la recopilación de este tipo de datos que llevan a cabo los ciudadanos. Sin embargo, se suelen incluir mediciones directas de velocidad en los protocolos para monitorear

el medioambiente y la calidad del agua, como es el caso de Hoosier Riverwatch (IDEM, 2015). En estos casos, los ciudadanos realizan mediciones que conllevan más tratamiento (por ejemplo, la definición de transectas para medir el flujo o el uso de fórmulas).

A la vez, al saber y entender de los autores, se encontraron solo tres estudios que utilizan los datos de velocidad recopilados por los ciudadanos, todos ellos para el estudio de crecidas, como se presenta en la Tabla 2. Le Boursicaud *et al.* (2016) evaluaron el campo de velocidad superficial en un cauce a partir de un video de YouTube, utilizando la metodología de velocimetría por imágenes de partículas a gran escala (LSPIV, *large-scale particle image velocimetry*). Se trata de un método de eficacia comprobada para obtener la velocidad a partir de una secuencia de imágenes. Para realizar este análisis, se requieren varios elementos visibles, como los puntos fijos de referencia y ambas orillas del río. Es necesario también contar con información sobre el modelo de cámara y el tipo de lente. Si bien el método calcula la velocidad en dos dimensiones, en la Tabla 2 lo denominamos unidimensional (1D) porque se aplicó en un cauce que se considera un dominio 1D en el contexto de modelización de crecidas. Le Coz *et al.* (2016) examinaron un proyecto complementario, en el que se aplica la misma técnica a un video de un ciudadano obtenido mediante colaboración masiva. En esta ocasión, se utilizó el resultado para estimar el caudal y, con este valor, calibrar un modelo hidráulico unidimensional. A tal fin, se necesitó una visita a la ubicación para extraer los datos transversales. En este contexto, Yang y Kang (2017) elaboraron un método para calcular la velocimetría de los flujos superficiales mediante colaboración masiva, sobre la base de velocimetría por imágenes de partículas, en la que los ciudadanos marcan las características en la foto. No se ha probado aún el método con datos recopilados por los ciudadanos.

En el tercer estudio, llevado a término por Smith *et al.* (2015), se seleccionaron mensajes de Twitter que incluyen términos de valor semántico, relacionados con la ubicación del ciudadano, la altura de agua (por ejemplo, a la altura de la rodilla) y la velocidad. Se asociaron luego los términos con valores o intervalos cuantitativos. A pesar de que se reconoce el problema, los autores no analizaron con detalle la fiabilidad y la incertidumbre en este tipo de datos.

Tabla 1. Bibliografía científica sobre las contribuciones ciudadanas a la medición y al análisis del nivel de agua

Estudio	Métodos de medición o análisis	Tipo	Propósito	Tipo de crecida o inundación	Ubicación
Alfonso <i>et al.</i> (2010)	lectura ciudadana de los limnómetros enviada por mensaje de texto	1D	monitoreo	sin inundación	Países Bajos
Lowry y Fienen	lectura ciudadana de los limnómetros	1D	monitoreo	sin inundación	EE. UU.

(2013)	enviada por mensaje de texto					
Degrossi <i>et al.</i> (2014)	lectura ciudadana del limnómetro enviada mediante una aplicación o sitio web	1D	monitoreo	sin inundación	Brasil	
Walker <i>et al.</i> (2016)	lectura ciudadana del limnómetro recopilada y proporcionada por la comunidad	1D	monitoreo	sin inundación	Etiopía	
Fava <i>et al.</i> (2014)	lectura ciudadana del limnómetro enviada mediante una aplicación o sitio web	1D	modelización	previsión de crecidas	Brasil	
Le Boursicaud <i>et al.</i> (2016)	análisis por medio de LSPIV de un video recopilado de las redes sociales (YouTube)	1D	monitoreo	crecida repentina	Francia	
Le Coz <i>et al.</i> (2016)	análisis por medio de LSPIV de un video enviado mediante un sitio web	2D	modelización	inundación fluvial	Argentina	
Michelsen <i>et al.</i> (2016)	análisis de imágenes extraídas de videos recopilados de las redes sociales (YouTube) y fotografías	ninguno de los dos	monitoreo	sin inundación	Arabia Saudita	
Li <i>et al.</i> (2017)	análisis de textos y fotos recopilados de las redes sociales (Twitter)	2D	monitoreo	mapa de inundaciones	EE. UU.	
Starkey <i>et al.</i> (2017)	lectura ciudadana del limnómetro y análisis de fotos y videos recopilados de las redes sociales (Twitter) y obtenidos mediante colaboración masiva (correo electrónico, sitio web y aplicación para dispositivo móvil)	2D	monitoreo	crecida	Reino Unido	
McDougall (2011), McDougall y Temple-Watts (2012)	análisis de textos y fotos recopilados de las redes sociales (Twitter, Facebook) y obtenidos mediante colaboración masiva (correo electrónico, mensaje de texto, Ushahidi, Flickr y Picasa)	2D	cartografía	mapa de inundaciones	Australia	
Kutija <i>et al.</i> (2014)	análisis de fotos recopiladas por la universidad y el Concejo municipal	2D	modelización	inundación pluvial y urbana	Reino Unido	
Aulov <i>et al.</i> (2014)	análisis visual de textos y fotos recopilados de las redes sociales (Twitter e Instagram)	2D	modelización	inundación costera	EE. UU.	
Fohringer <i>et al.</i> (2015)	análisis visual de fotos recopiladas de las redes sociales (Twitter) y obtenidos mediante colaboración masiva (Flickr)	2D	cartografía	crecida	Alemania	
Smith <i>et al.</i> (2015)	análisis de textos y fotos recopilados de las redes sociales (Twitter)	2D	modelización	inundación pluvial y urbana	Reino Unido	

2.3 Extensión de la inundación

La extensión de la inundación, de forma similar que el nivel de agua, es una variable fácil de medir, ya que consta de valores binarios: zona inundada o no inundada. Como variable bidimensional (2D), necesita mucha información espacial, razón principal por la que los estudios correspondientes recopilan estimaciones de

Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, 1473–1489, 2018

la extensión de la inundación en medioambientes abundantes en datos, a través de la minería en servicios de las redes sociales o para compartir fotos, como se muestra en la Tabla 3. En algunos casos, los ciudadanos actúan solo como sensores y proporcionan fotos que el equipo de investigadores analizará, mientras que, en otros casos, también actúan como intérpretes al proporcionar la información sobre la zona inundada y no

www.hydrol-earth-syst-sci.net/22/1473/2018/

inundada. Como es de suponer, todos los estudios encontrados se llevaron a cabo en zonas urbanas.

En algunos de los estudios, tanto el texto como las imágenes indican si la ubicación donde se tomaron se inundó (georreferenciada o inferida; Aulov *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2015; Yu *et al.*, 2016), mientras que, en otros, se utiliza un procesamiento de datos complementario para inferir las zonas inundadas

circundantes (Cervone *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2017; Rosser *et al.*, 2017; Schnebele *et al.*, 2014; Schnebele y Cervone, 2013). Además, en el último grupo de estudios, se mencionaron los datos de extensión de la inundación provistos por los ciudadanos fusionados con los datos obtenidos por satélite o con datos obtenidos por limnómetro.

Tabla 2. Bibliografía científica sobre las contribuciones ciudadanas a la medición y al análisis de la velocidad.

Estudio	Métodos de medición o análisis	Tipo	Propósito	Tipo de crecida o inundación	Ubicación
Le Boursicaud <i>et al.</i> (2016)	análisis por medio de LSPIV de un video recopilado de las redes sociales(YouTube)	1D	monitoreo	crecida repentina	Francia
Le Coz <i>et al.</i> (2016)	análisis por medio de LSPIV de un video enviado a través de un sitio web	2D	modelización	inundación fluvial	Argentina
Smith <i>et al.</i> (2015)	análisis de textos y fotos recopilados de las redes sociales (Twitter)	2D	modelización	inundación pluvial y urbana	Reino Unido

Tabla 3. Bibliografía científica sobre las contribuciones ciudadanas a la medición y al análisis de la extensión de la inundación.

Estudio	Métodos de medición o análisis	Propósito	Tipo de crecida o inundación	Ubicación
Cervone <i>et al.</i> (2016), Schnebele <i>et al.</i> (2014), Schnebele y Cervone (2013)	análisis de fotos y videos recopilados de las redes sociales (Facebook y YouTube) y obtenidos mediante colaboración masiva (Flickr)	cartografía	mapa de inundaciones	EE. UU. y Canadá
Li <i>et al.</i> (2017)	análisis de textos y fotos recopilados de las redessociales (Twitter)	cartografía	mapa de inundaciones	EE. UU.
Rosser <i>et al.</i> (2017)	análisis de fotos obtenidas mediante colaboración masiva (Flickr)	cartografía*	mapa de inundaciones	Reino Unido
Aulov <i>et al.</i> (2014)	análisis visual de textos y fotos recopiladas de las redes sociales (Twitter e Instagram)	modelización	inundación costera	EE. UU.
Smith <i>et al.</i> (2015)	análisis de textos y fotos recopiladas de las redessociales (Twitter)	modelización	inundación pluvial y urbana	Reino Unido
Yu <i>et al.</i> (2016)	identificación visual ciudadana de ubicaciones inundadas recopiladas por un sitio web del gobierno chino	modelización	inundación pluvial y urbana	China
Padawangi <i>et al.</i> (2016)	información ciudadana	monitoreo	crecida	Indonesia

* Se crea un modelo estadístico, pero, en este estudio, consideramos solo modelos físicos en la categoría de modelización.

2.4 Cobertura del suelo y uso del suelo

La cobertura del suelo no es una variable en los modelos de crecidas, pero la incluimos en esta revisión por su importancia para inferir rugosidad (es decir, el parámetro que representa la pérdida de cantidad de movimiento debido a la fricción o a la resistencia del suelo al flujo). Otros aspectos valiosos de los datos del

uso del suelo son la información sobre los caminos y las estructuras que pueden ser obstáculos para las crecientes, que pueden incorporarse en la estructura del modelo, así como también la información sobre vulnerabilidad (por ejemplo, hospitales, zonas residenciales de alta densidad o zonas industriales), que puede utilizarse para obtener mapas de riesgo de inundación. Según Klonner *et al.* (2016), al revisar la

bibliografía sobre la IGV para el análisis del riesgo natural, existen pocos estudios para análisis de vulnerabilidad. Los aspectos del uso del suelo relacionados con vulnerabilidad y riesgo son complejos y abarcan temas en sí mismos, por lo que estos aspectos no se examinan en mayor profundidad en este artículo.

En la Tabla 4, se presentan los artículos que se consideraron para esta revisión. En comparación con las variables que se habían examinado con anterioridad, la contribución de los ciudadanos a la generación de un mapa de la cobertura del suelo ya se ha demostrado como un concepto (Albrecht *et al.*, 2014; Fritz *et al.*, 2012). En la actualidad, se está investigando en mayor profundidad para determinar la calidad de los datos (Salk *et al.*, 2016) y la fusión de mapas (Lesiv *et al.*, 2016).

Una de las primeras publicaciones sobre el tema fue de Iwao *et al.* (2006), en la que se describe el proyecto DCP. El objetivo fue generar un mapa global de la cobertura del suelo, lo que implica obtener datos de campo de todo el mundo. Por razones evidentes, no era factible hacer la campaña de campo ni analizar imágenes de baja resolución con resolución suficiente. Por consiguiente, iniciaron un sitio web mediante el cual se invitaba a los ciudadanos a visitar ubicaciones de coordenadas lineales (por ejemplo, 25° N, 25° O), a tomar fotos desde los cuatro puntos cardinales y a escribir comentarios sobre la región. Descubrieron que los datos generados por los ciudadanos tenían una calidad similar a los datos proporcionados por los especialistas.

Otro proyecto considerable en esta disciplina es *GeoWiki*. Comenzó en 2009 como una plataforma para que los individuos validaran mapas globales de la cobertura del suelo, comparando su clasificación con imágenes de alta resolución (Fritz *et al.*, 2009). Desde entonces, el proyecto ha crecido y, recientemente, logró alcanzar su objetivo principal: generar un mapa global híbrido de la cobertura del suelo, fusionando mapas existentes y llevando a cabo la calibración y la validación por medio de los análisis realizados por los ciudadanos (See *et al.*, 2015a). Las propuestas actuales en el proyecto *GeoWiki* incluyen la ludificación y el análisis de fotos cargadas en la plataforma (See *et al.*, 2015b). Muchos estudios surgieron de los datos recopilados, los cuales, por lo general, se centran en tipos específicos de cobertura del suelo. Dong *et al.* (2012) adoptan un enfoque similar que analiza las fotos cargadas por los ciudadanos con una aplicación web diferente. La investigación dirigida por Dorn *et al.* (2014) llega aún más lejos, ya que atribuye valores de rugosidad a múltiples mapas de la cobertura del suelo, incluido *OpenStreetMap*³(OSM).

³ *OpenStreetMap* (OSM) es una plataforma en línea que proporciona planos de calles y otra información. Los usuarios (incluidos los ciudadanos) pueden editar los mapas proporcionados en cualquier momento.

2.5 Topografía

El modelo digital del terreno (DEM, *digital elevation model*) es uno de los componentes más importantes de la modelización de crecidas, ya que, por lo general, influye de forma considerable en la propagación de una crecida. Es importante, en especial, en entornos urbanos, donde la variabilidad espacial en escalas precisas posee un efecto considerable en la dirección de los flujos de agua. La desventaja es que es una variable compleja de medir que, hasta ahora, depende de profesionales de campo altamente capacitados o de tecnologías aeroportadas costosas. El uso de drones, también llamados aeronaves no tripuladas (UAV, *unmanned aerial vehicles*), puede ser una alternativa de bajo costo que se estudia cada vez más (Hamshaw *et al.*, 2017). Sin embargo, hasta el momento, los estudios sobre los datos de drones generados por los ciudadanos se limitan a evaluar la distribución espacial de las contribuciones (Hochmair y Zielstra, 2015) o a analizar los repositorios para compartir imágenes (Johnson *et al.*, 2017). No obstante, recientemente, Saah *et al.* (2016) estudiaron una alternativa a las imágenes por teledetección mediante lidar y otros métodos costosos. Se trata de una técnica alternativa de bajo costo para captar el terreno, llamada fotogrametría de objeto cercano (CRP, *close-range photogrammetry*), que consiste en recopilar imágenes o videos desde el suelo, pos-procesarlos y obtener información del terreno. Los voluntarios hicieron los videos en una ubicación designada, donde incluso las UAV no podrían recopilar datos. Después de comparar los resultados con otros métodos, llegaron a la conclusión de que el resultado era de calidad aceptable.

2.6 Resumen del análisis

Al clasificar los estudios examinados según Craglia *et al.* (2012), existe una similitud general en el número de estudios en los que se obtienen datos mediante colaboración masiva de forma implícita y explícita (Figura 3). Sin embargo, es evidente que este aspecto no se traduce a una distribución homogénea de variables de las crecidas, ya que la mayoría de las contribuciones voluntarias de forma implícita están relacionadas con la extensión de la inundación, mientras que la mayoría de las contribuciones voluntarias de forma explícita se relacionan con el nivel de agua. Hay una concentración ligeramente mayor de estudios de modelización que se ofrecen voluntariamente de forma explícita, pero no alcanza para extraer una conclusión.

Teniendo en cuenta la distribución temporal de los estudios evaluados en esta revisión, es evidente que existe una tendencia: el incremento en la cantidad de estudios desde 2014 en adelante (Figura 4). Esto se relaciona con el impedimento inicial para reconocer que los datos de los ciudadanos alcanzan la calidad necesaria

para los estudios científicos (Buytaert *et al.*, 2014). Esta resistencia se ha reducido con el tiempo a medida que se demuestra que estos datos son útiles, que se diseñan protocolos y que se comprende y cuantifica mejor la incertidumbre de los datos.

Si los estudios analizados se agrupan en categorías (Figura 5), es posible observar igual cantidad, de forma aproximada, de estudios de modelización que de estudios de monitoreo, pero solo representan alrededor de un tercio de todos los estudios revisados. Esto es previsible porque el uso de datos en modelos requiere, en primer lugar, su monitoreo. Además, las aplicaciones de monitoreo y cartografía abarcan usos finales más

generales; por ejemplo, se pueden monitorear los niveles de agua para la planificación de la asignación del agua y para la modelización de crecidas. Para la cobertura del suelo en concreto, existe un campo en modelización sin explorar (existen más estudios de cartografía que los que figuran en el gráfico; ver sección 2.4). Puede responder a que los modeladores no suelen validar sus propios mapas de la cobertura del suelo y, por lo tanto, no lo harán con datos de la ciencia ciudadana. Sin embargo, lo que se puede observar es la falta de exploración de las variables de velocidad y de topografía, que, como se mencionó antes, se debería a la complejidad para analizar y configurar el experimento.

Tabla 4. Bibliografía científica sobre las contribuciones ciudadanas a la medición y al análisis de la cobertura del suelo o el uso del suelo.

Estudio	Métodos de medición o análisis	Propósito	Tipo de crecida o inundación	Ubicación
Iwao <i>et al.</i> (2006)	interpretación visual de fotos etiquetadas mediante colaboración masiva, enviadas por medio de una aplicación o sitio web (sitio web del proyecto DCP)	cartografía	sin inundación	mapa global de la cobertura del suelo
See <i>et al.</i> (2015b)*	interpretación visual de <i>Google Earth</i> y de fotos enviadas por medio de una aplicación o sitio web (<i>GeoWiki</i>)	cartografía	sin inundación	mapa global de la cobertura del suelo
Dong <i>et al.</i> (2012)	análisis de imágenes etiquetadas desde la biblioteca global de fotos de campo georeferenciadas (imágenes del proyecto DCP proporcionadas por los ciudadanos + imágenes de excursión de campo)	cartografía	sin inundación	mapa de la cubierta forestal en Asia
Dorn <i>et al.</i> (2014)	uso de OSM	modelización	inundación fluvial	Austria

* Muchos otros artículos relacionados con colaboración masiva por medio de *GeoWiki*.

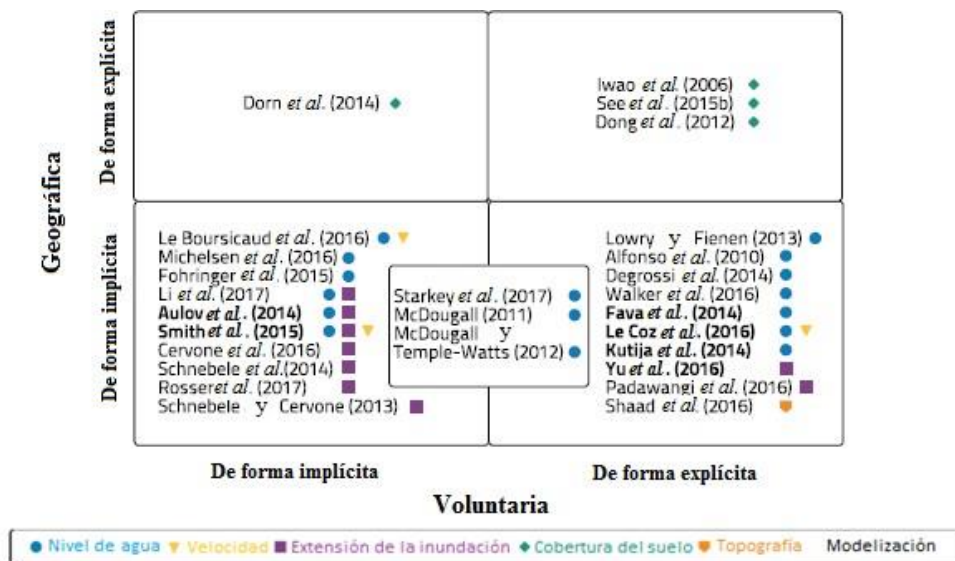


Figura 3. Estudios escogidos representados en la tipología de la IGV.

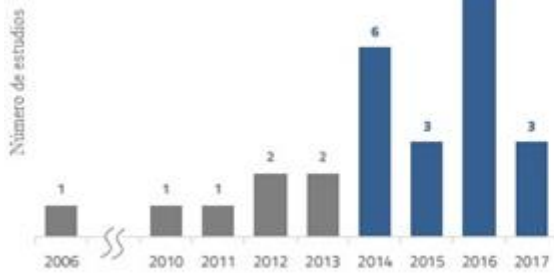


Figura 4. Número de estudios analizados por año.

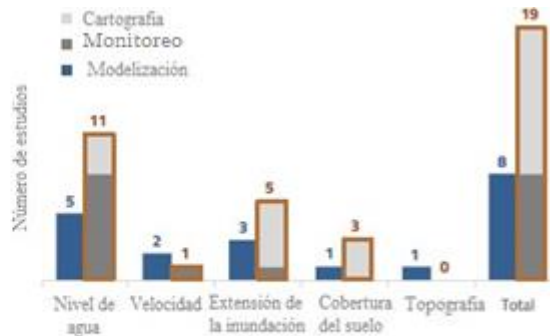


Figura 5. Número de estudios analizados por variable de crecida, por categoría: cartografía, monitoreo y modelización.

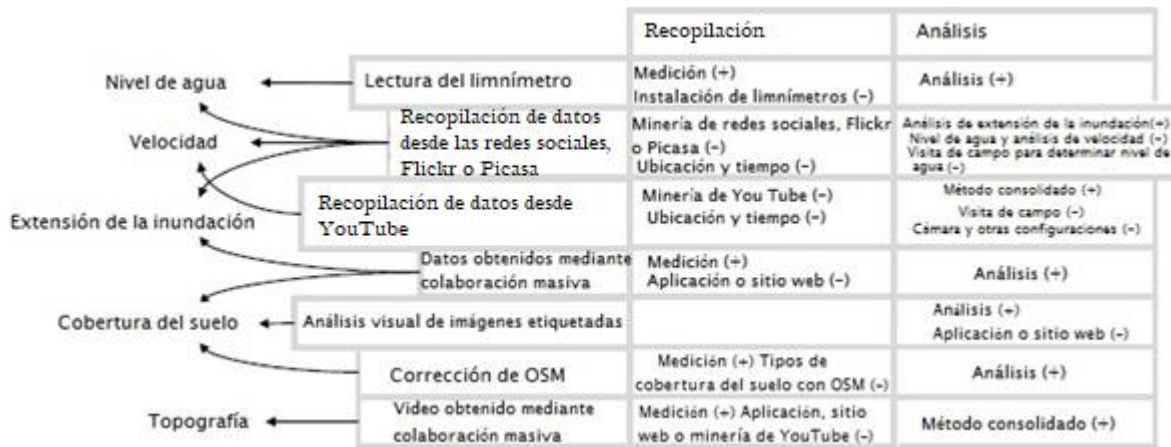


Figura 6. Ventajas y desventajas de los métodos de recopilación y análisis utilizados por los ciudadanos para recopilar datos relacionados con las crecidas.

En relación con este tema, en los apartados previos se examinaron en detalle los métodos para la recopilación y análisis de los datos sobre crecidas, obtenidos mediante colaboración masiva. Por ejemplo, los datos del nivel de agua obtenidos mediante la lectura de un limnómetro son fáciles de recopilar y de analizar. Por otro lado, es necesaria la instalación de limnómetros (Figura 6). En síntesis, cada vez que se recopilan datos de internet, se necesita indefectiblemente de la minería en servicios de redes sociales o para compartir fotos, lo que implica actividades computacionales y el manejo de un porcentaje alto de datos que no están georreferenciados ni tienen un registro de tiempo. Además, de acuerdo con algunos estudios, en el caso del nivel de agua y la velocidad, las visitas de campo también son necesarias y los métodos para analizar datos son complejos. Teniendo en cuenta los datos obtenidos mediante colaboración masiva sobre la cobertura del suelo y la topografía, es sencillo medirlos y analizarlos, a pesar de que para su transmisión a las partes interesadas se

necesiten la configuración y el mantenimiento de una aplicación para teléfono inteligente o de un sitio web (con la excepción de OSM).

3 Datos obtenidos mediante colaboración masiva en la modelización de crecidas

Al concentrarnos en los estudios en los que se realizó la modelización, analizamos en detalle cómo se integraron los datos obtenidos mediante colaboración masiva en cada componente de los modelos de crecidas.

Existe una variedad de modelos de crecidas creados para abordar los diferentes tipos de inundaciones, incluidas fluviales, pluviales, costeras y urbanas. Los principales generadores de las inundaciones fluviales, pluviales y costeras son, respectivamente, el caudal del río aguas arriba, la precipitación y las mareas de tormenta. En las inundaciones urbanas, los flujos dentro, a través y fuera de los sistemas de drenaje son esenciales para la representación de crecidas. Además, existen casos

complejos donde se necesita representar a más de un proceso de crecida. Aunque en los modelos de crecidas basados en aspectos físicos el flujo de agua se calcula con los mismos principios, se necesitan diferentes grupos de datos para diferentes tipos de modelos de crecida. Nos centramos en una definición general de modelo hidrodinámico y en sus datos de entrada frecuentes, pero presentamos los tipos de crecidas analizados en la bibliografía científica (Tabla 5).

El proceso de modelización de crecidas, por lo general, cuenta con dos partes: la construcción del modelo y el uso del modelo (Figura 7). La construcción del modelo comienza definiendo la configuración del modelo (condiciones de contorno, parámetros, esquematización y datos de entrada), seguida de la calibración y validación de los campos de velocidad y nivel de agua (variables dependientes) con los valores observados. Se pueden realizar la calibración y la validación tanto para los modelos de simulación como para los modelos de previsión. Una vez que el modelo está listo, se pueden ejecutar las simulaciones teniendo en cuenta diferentes condiciones de contorno o adoptando medidas diseñadas para una mejor gestión de crecidas. Además, se pueden realizar previsiones utilizando niveles de agua o caudales previstos como contornos. En una simulación, se supone que los parámetros del modelo son constantes en el tiempo, mientras que, en una previsión, los parámetros, los datos de entrada o los estados (niveles de agua) pueden

actualizarse mientras el modelo se encuentra en uso, utilizando asimilación de datos.

De los estudios analizados (Tabla 5), en tres se consideran los cauces del tipo 1D y en los demás se trabajó en un dominio 2D. En la mayoría de estos estudios, se analiza una única variable, excepto en Smith *et al.* (2015), quienes evalúan el nivel de agua y la velocidad. Además, en la mayoría de estos estudios se modelan crecidas urbanas, algunas en un contexto pluvial o fluvial.

Teniendo en cuenta la construcción del modelo, en especial la configuración del modelo, los ciudadanos contribuyeron a mejorar o a actualizar la cobertura del suelo (y, en consecuencia, la rugosidad) y la información topográfica. Dorn *et al.* (2014) utilizaron la información sobre la cobertura del suelo que figuraba en OSM para modelar una inundación fluvial. No analizan cuántas observaciones hicieron los ciudadanos, y el procesamiento de datos se limita a atribuir clases de la cobertura del suelo a las características que se muestran en los mapas. En el estudio de Shaad *et al.* (2016), en el que se aborda la topografía, existe una sola contribución ciudadana (alternativa de bajo costo) en una ubicación seleccionada, que se combina con un DEM existente y se utiliza luego en el modelo. En ambos casos, el objetivo fue comparar el rendimiento de esta alternativa de bajo costo con el rendimiento de tecnologías consolidadas al utilizarse para simulaciones hidrodinámicas.

Tabla 5. Bibliografía científica sobre los datos obtenidos mediante colaboración masiva en la modelización de crecidas.

Uso en modelización	Estudio	Método de medición	Tipo	Variable	Tipo de crecida o inundación	Ubicación
Configuración del modelo	Dorn <i>et al.</i> (2014)	uso de OSM	2D	cobertura del suelo	inundación fluvial	Austria
	Shaad <i>et al.</i> (2016)	análisis de fotos capturadas por voluntarios en una ubicación escogida	2D	topografía	inundación fluvial	Indonesia
Calibración	Smith <i>et al.</i> (2015)*	análisis de fotos y tuits recopilados de las redes sociales (Twitter)	2D	nivel de agua y velocidad	inundación pluvial y urbana	Reino Unido
	Le Coz <i>et al.</i> (2016)	análisis por medio de LSPIV de videos enviados mediante un sitio web	1D	velocidad	inundación fluvial	Argentina
	Yu <i>et al.</i> (2016)	identificación visual ciudadana de la ubicación inundada, proporcionada por medio de un sitio web chino	2D	extensión de la inundación	inundación pluvial y urbana	China
Validación	Kutija <i>et al.</i> (2014)	análisis de fotos recopiladas de la universidad y del Concejo	2D	nivel de agua	inundación pluvial y urbana	Reino Unido

municipal

	Yu <i>et al.</i> (2016)	identificación visual ciudadana de la ubicación inundada, proporcionada a través de un sitio web chino	2D	extensión de la inundación	inundación pluvial y urbana	China
Datos asimilación	Aulov <i>et al.</i> (2014)	análisis visual de textos y fotos recopilados de las redes sociales (Twitter e Instagram)	2D	nivel de agua y extensión de la inundación	inundación costera	EE. UU.
	Mazzoleni <i>et al.</i> (2015, 2017)	lectura simulada ciudadana del limnómetro enviada mediante una aplicación	1D	nivel de agua	previsión de crecidas sin modelo de crecidas	Italia y EE. UU.
	Fava <i>et al.</i> (2014)	lectura ciudadana de un limnómetro del nivel de agua, enviada mediante una aplicación o un sitio web	1D	nivel de agua	previsión de crecidas sin modelo de crecidas	Brasil

* Se la clasifica como calibración debido a que, en el sentido clásico, mejora el modelo según observaciones. Sin embargo, lo que en verdad se hace es la selección, de ajuste fino, del campo de precipitaciones que se ajusta mejor a las observaciones.

Los datos obtenidos mediante colaboración masiva también se han utilizado para calibrar y validar los modelos de crecidas en cuatro estudios. En uno de los estudios, se recopiló este tipo de datos por medio de la minería de las redes sociales y de los repositorios de imágenes públicas y, en los otros estudios, mediante datos cargados en plataformas específicas por los ciudadanos. Smith *et al.* (2015) identificaron tormentas mediante las redes sociales, lo que desencadenó las ejecuciones del modelo hidrodinámico con captura de choques, con intensidades diversas de lluvia. Los resultados se compararon con los datos de las redes sociales sobre el nivel de agua y la velocidad. La comparación consistió en delimitar una zona de amortiguación alrededor de la ubicación de observación obtenida mediante colaboración masiva, construir un histograma de valores de celda simulados dentro de ella, y evaluar la superposición del valor o rango obtenido mediante colaboración masiva y el rango de percentil entre 70 y 95 del histograma. Debido a que la mayoría de las contribuciones ciudadanas no contaban con un valor de velocidad o del nivel de agua, recibieron un valor mínimo del nivel de agua. Por este motivo, la simulación escogida fue la que tuvo más «superposiciones» y no funcionaba mejor que una simulación con una lluvia ligeramente mayor. Yu *et al.* (2016) recopilaron datos de inundaciones mediante un sitio web chino y los dividieron en grupos de datos de calibración y de validación para la verificación del modelo de inundaciones pluviales. No se menciona el medio por el cual se proporcionan estos datos (por

ejemplo, mediante texto o imagen). Le Coz *et al.* (2016) obtuvieron un valor de caudal para la calibración de un modelo hidráulico basándose en datos de velocidad superficial obtenidos a través de un video cargado en un sitio web específico. Kutija *et al.* (2014) recopilaron fotos cargadas por los ciudadanos y extrajeron de ellas los niveles de agua mediante la comparación con objetos de referencia, por ejemplo, automóviles (no se detalla en mayor profundidad el método de extracción). Los datos del nivel de agua se utilizan luego para validar el modelo de inundación pluvial.

En los enfoques descritos hasta ahora, se consideran los datos de los ciudadanos para la construcción del modelo y su posible extensión para recalibración y revalidación. En cuatro estudios, se avanzó aún más y se integraron los datos obtenidos mediante colaboración masiva al uso del modelo. Mazzoleni *et al.* (2015, 2017) utilizaron datos generados de manera sintética para representar las observaciones ciudadanas, que se incorporaron en el modelo mediante algoritmos de asimilación de datos, adaptados para abordar la naturaleza intermitente de los datos obtenidos mediante colaboración masiva. Aulov *et al.* (2014) y Fava *et al.* (2014) también utilizaron los datos para simulación o asimilación de datos, pero en los estudios no se especifican los métodos que se utilizaron. Sin embargo, para la previsión de crecidas, los estudios de Mazzoleni *et al.* (2015, 2017) y Fava *et al.* (2014) se realizaron mediante modelos hidrológicos y no mediante modelos hidrodinámicos.

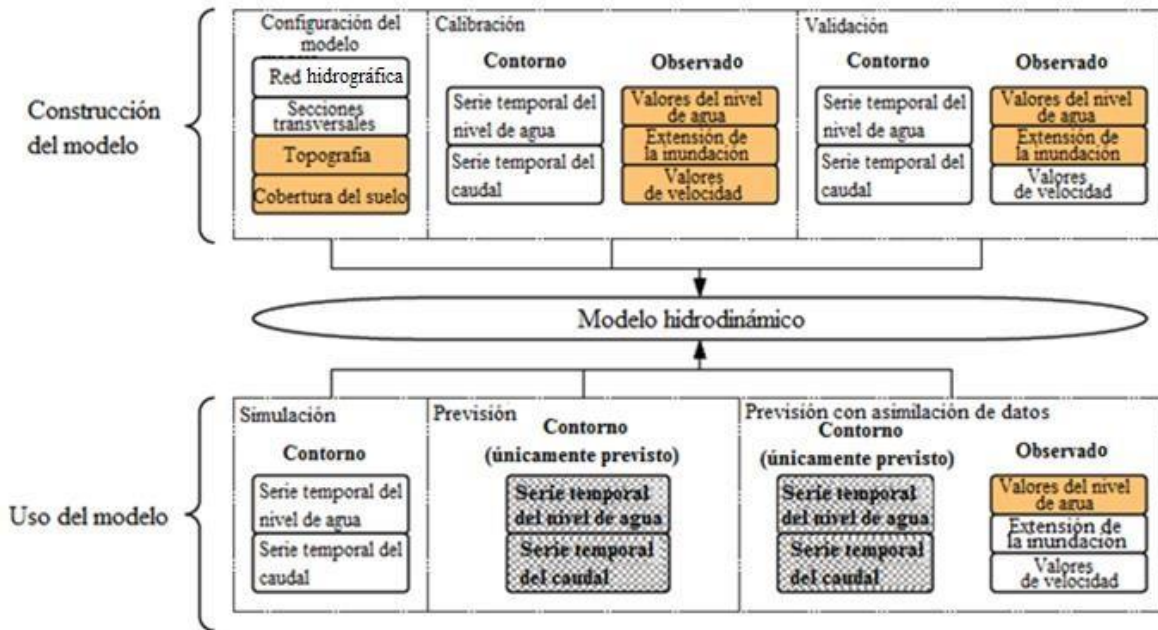


Figura 7. Condiciones de los datos de los modelos de crecida. Las casillas de color naranja corresponden a los datos obtenidos por la contribución de los ciudadanos, en un contexto de modelización de crecidas. Las casillas reticuladas corresponden a los datos no obtenidos por la contribución de los ciudadanos (niveles de agua y caudales previstos).

3.1 Contenido informativo de los datos obtenidos mediante colaboración masiva

Si pretendemos integrar los datos en un modelo, la precisión, el volumen y la cobertura temporal y espacial de los datos deben encontrarse en niveles determinados. Cuando estas propiedades de los datos son insuficientes, la integración de los datos no proporcionará resultados útiles (es decir, el rendimiento del modelo puede ser bajo). Si bien la mayoría de las variables de modelización varían en tiempo y espacio, no es necesario que los datos abarquen todas las dimensiones en todas las partes del proceso de modelización. Por ejemplo, en la configuración de un modelo, no se requieren los datos topográficos cada 15 minutos, hora o día; se los puede proporcionar con cobertura temporal discontinua, de meses a años. Analizamos cuatro propiedades de los datos: cobertura temporal, cobertura espacial, volumen e incertidumbre (Tabla 6). Aunque es lo mismo para todas las partes, las últimas dos propiedades varían de manera significativa al analizar el contenido informativo de los datos obtenidos mediante colaboración masiva, motivo por el cual se incluyen estas propiedades (Tabla 6).

Al analizar los estudios de colaboración masiva por su contenido informativo, es posible extraer las siguientes conclusiones:

- Configuración del modelo: para la integración de los datos topográficos y de la cobertura del suelo,

es necesario contar con datos espacialmente distribuidos. Si bien esto se ha logrado dentro de los estudios de la cobertura del suelo, solo hay un estudio que abarca topografía, y en los datos que se han obtenido hasta ahora hay una cobertura espacial discontinua.

- Calibración y validación: mediante la minería y la colaboración masiva de las estimaciones del nivel de agua y de la extensión de la inundación, ya se han obtenido los datos mediante colaboración masiva distribuidos de forma espacial para la calibración o validación de modelos de simulación. La exactitud del registro de tiempo se consideró fundamental (Kutija *et al.*, 2014), y los resultados de tiempo coinciden de forma preliminar con las observaciones ciudadanas (Yu *et al.*, 2016). Sin embargo, si bien en estos estudios se comparan los resultados con las observaciones ciudadanas de tiempo, se realiza de forma cualitativa y no se centra en informar ni en evaluar la cobertura temporal.
- Simulación: las actividades tradicionales de modelización requieren una serie temporal de datos a frecuencias específicas, lo que solo se ha logrado por medio de la colaboración masiva en el ámbito de los enfoques comunitarios, en los que los niveles de agua se miden a las 06:00 y a las 18:00 de acuerdo con la comunidad (Walker *et al.*, 2016). Sin embargo, este tipo de datos solo se ha

monitoreado y, hasta ahora, no se ha utilizado en un contexto demodelización.

- Asimilación de datos: suele asimilar datos provistos con una frecuencia de tiempo fija, pero hay algunos estudios en los que se considera que los datos

intermitentes deben ser asimilados (Mazzoleni *et al.*, 2015, 2017). No obstante, al igual que la simulación, la cobertura temporal de los datos obtenidos mediante colaboración masiva no es suficiente para las actividades de asimilación de datos.

Tabla 6. Propiedades de los datos que se requieren en la actualidad en el proceso de modelización.

	Configuración	Calibración y validación*	Simulación	Asimilación de datos	Asimilación de datos
	topografía cobertura del suelo	nivel de agua velocidad extensión de la inundación	nivel de agua velocidad	nivel de agua velocidad	extensión de la inundación
Cobertura temporal	discontinua	discontinua o continua	continua	variable	variable
Cobertura espacial	distribuida	discontinua o distribuida	discontinua	discontinua	desconocida
Incertidumbre	cuanto más baja, mejor				
Volumen	cuanto más alto, mejor				

* Depende del propósito del modelo.

Si se tiene en cuenta la incertidumbre, depende en gran medida del método de recopilación o de análisis. Por ejemplo, la obtención de valores del nivel de agua, provenientes de fotos de áreas inundadas (2D) es incierta, ya que implica, sobre todo, la selección de lo que constituye un buen punto de referencia, decidido por el ciudadano. La extensión de la inundación, por otra parte, suele ser menos incierta de medir, debido a su naturaleza binaria. Por lo general, en la recopilación a través de la minería de datos (y a veces de la colaboración masiva) hay más fuentes de incertidumbre: el geoetiquetado, el registro de tiempo y el valor observado, entre otras. Para trabajar con las dos primeras, Aulov *et al.* (2014) utilizaron solo datos que contenían geoetiquetas y registros de tiempo. Kutija *et al.* (2014) clasificaron los datos sin registro de tiempo, como «durante» o «después» del suceso, en función de la inspección visual de las fotos, definiendo un intervalo de tiempo de observación. Smith *et al.* (2015) abordaron la incertidumbre en ubicación generando un histograma de valores simulados alrededor del punto observado. Yu *et al.* (2016) reconocieron estas fuentes de incertidumbre. Respecto a la incertidumbre en valor, existente en todas las fuentes de los datos obtenidos mediante colaboración masiva, en la mayoría de los estudios se utilizaron las observaciones (procesadas) como figuraban, sin indicación de incertidumbre. Smith *et al.* (2015) especificaron intervalos, aunque no se examinan. Mazzoleni *et al.* (2015, 2017), utilizaron datos sintéticos inciertos, obtenidos mediante colaboración masiva, con incertidumbre variable.

Con respecto al volumen de datos recopilados, es un

problema para todos los procesos de modelización, aunque con la minería de datos, una vez más, se ha logrado proporcionar una mejor cobertura. A pesar de este aspecto positivo, la minería de datos hasta el momento se encuentra limitada a determinadas variables (nivel de agua, extensión de la inundación y velocidad) y a los datos generados por interés del público, por ejemplo, condiciones extremas. Algunos de los estudios fueron la prueba de conceptos y en cada uno se integraron hasta tres observaciones de colaboración masiva (Le Coz *et al.*, 2016; Fava *et al.*; 2014; Shaad *et al.*, 2016). En otros, se integraron entre 12 y 298 observaciones (Kutija *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2015; Yu *et al.*, 2016), y en algunos casos, no fue posible especificar el número exacto de observaciones (Aulov *et al.*, 2014; Dorn *et al.*, 2014).

4 Oportunidades y desafíos

En los últimos años, el interés en la ciencia ciudadana y la cantidad de estudios sobre ciencia ciudadana en el contexto de los recursos hídricos han aumentado de manera considerable. Los factores principales que afectan su uso en la modelización de crecidas son el grado de dificultad para adquirir y evaluar estos datos y su integración en los modelos. A partir de nuestro análisis de la bibliografía existente, es posible señalar una serie de experiencias positivas que permiten lo siguiente:

- explorar y mejorar los métodos ya existentes con el fin de obtener la velocidad del agua y la topografía a partir de videos;

- explorar la calibración y la validación a partir del uso de datos recopilados a través de redes sociales en ambientes urbanos;
- explorar las posibilidades de configurar los modelos mediante el uso de mapas de la cobertura del suelo validados con ciencia ciudadana, y
- hacer uso de aplicaciones y sitios web creados para la ciencia ciudadana.

El primero se basa en estudios a pequeña escala pero satisfactorios, relacionados con el uso de técnicas bien desarrolladas en ámbitos de ciencia ciudadana. La experiencia pertinente en la recopilación y en el análisis de datos puede actualizarse para adaptarse a las necesidades de la modelización de crecidas. Además, la minería de redes sociales y de repositorios de imágenes públicas ha demostrado ser satisfactoria en la calibración y la validación en estudios de modelización, lo que prueba el concepto y permite investigar el alcance de esta contribución. Como se mencionó con anterioridad, en el campo de la generación de mapas de la cobertura del suelo, los datos provistos por los ciudadanos se han utilizado para validar mapas. Este ejemplo satisfactorio pudo utilizarse para obtener nuevos mapas de rugosidad en un contexto de modelización. Por último, el desarrollo tecnológico de aplicaciones, sitios web y técnicas se pudo compartir y pudo ser de uso público, con el fin de continuar con las pruebas y evitar el trabajo duplicado.

Sobre la integración de los datos obtenidos mediante colaboración masiva, en la modelización de crecidas, existen aspectos que aún plantean un desafío y son los siguientes:

- analizar el uso de ciudadanos como intérpretes de datos;
- mejorar los métodos para calcular el nivel de agua a partir de fotos;
- armonizar la frecuencia de tiempo y la distribución espacial de los modelos con los de los datos obtenidos mediante colaboración masiva;
- cuantificar la incertidumbre, e
- incrementar el volumen de datos recopilados, sobre todo en ambientes urbanos.

En la mayoría de los estudios analizados, se trata al ciudadano como un sensor, a excepción de los estudios sobre datos relacionados con la cobertura del suelo, en los que el ciudadano actúa también como intérprete. Para otras variables, en algunos estudios ya se ha comenzado a evaluar la capacidad de los ciudadanos para brindar información interpretada (Degrossi *et al.*, 2014), pero son pocos. En cuanto a los niveles de agua, las lecturas

obtenidas mediante reglas y la extracción a partir de fotos se describen de forma diferente en la bibliografía, con grados variables de rugosidad, lo que demuestra que hay que perfeccionar y evaluar las metodologías de medición del nivel de agua en el contexto de las contribuciones ciudadanas. El tercer punto presenta un desafío que concierne no solo a la ciencia ciudadana, sino también a la modelización: ¿Cuál es la distribución espacial y temporal necesaria? ¿El enfoque tradicional de modelización es definitivo en relación con las condiciones de los datos?, ¿los enfoques de ciencia ciudadana deberían adaptarse al enfoque tradicional o el proceso de modelización se puede adaptar para recibir datos de ciencia ciudadana? El cuarto desafío comprende la calidad de los datos y, una vez más, en el campo de mapas globales de la cobertura del suelo, ya se ha examinado el tema en algunos artículos (Foody *et al.*, 2013). Sin embargo, cuando se trata de modelización, los datos obtenidos mediante colaboración masiva se tratan como datos tradicionales, y el problema de la calidad se reconoce como tal, pero apenas se aborda. ¿En qué medida se sostiene este supuesto? ¿Cuál es la incertidumbre en los datos de la ciencia ciudadana? Por último, en muchos estudios se menciona un desafío que, en realidad, no se aborda de forma directa: el volumen de los datos. Si bien el volumen necesario de los datos depende del objetivo de la actividad de modelización, el volumen de datos obtenidos mediante colaboración masiva suele ser bajo y carece de la cobertura temporal y espacial para su integración en modelos. Cabe entonces preguntarse cómo incrementar el volumen de datos. Si se tiene en cuenta esta limitación, es también lógico plantearse la cuestión de cuántos datos se necesitan para mejorar el modelo de manera significativa.

La aplicación de la ciencia ciudadana en la modelización presenta además el gran desafío de ser interdisciplinaria. Entre campos técnicos similares (por ejemplo, las geociencias y la modelización hidrodinámica), queda por abordar el problema de la transferencia de tecnología y es necesario que se consideren análisis sobre supuestos e incertidumbres subyacentes. Además, las ciencias exactas y humanísticas se encuentran muy vinculadas, ya que la calidad y el valor de las observaciones ciudadanas y su cobertura temporal y espacial están relacionadas, de forma intrínseca, con generadores sociales, por ejemplo, por qué se involucran los ciudadanos, por cuánto tiempo, con qué frecuencia y cuál es el rol de las diversas partes interesadas.

5 Conclusiones y recomendaciones

La ciencia ciudadana ha logrado abrirse camino con éxito en muchos dominios científicos y es lógico que se investigue también la contribución de los ciudadanos a la modelización de crecidas, debido a las necesidades

urgentes de datos. El análisis de la bibliografía muestra con claridad una cantidad creciente de estudios científicos en esta disciplina. Se han publicado ejemplos exitosos del uso de métodos existentes de medición y análisis (por ejemplo, velocidad y cobertura del suelo) y de modelización de crecidas con datos de ciencia ciudadana (por ejemplo, minería de redes sociales). Estos ejemplos se consideran una buena base para una exploración más profunda. Es evidente que es necesario estandarizar y consolidar metodologías y que existen desafíos relacionados con la distribución espacial y temporal de datos, la incertidumbre y el volumen. Se puede observar que el rol de las contribuciones ciudadanas no es solo suministrar información sobre el estado actual del medioambiente, en estudios de cartografía y monitoreo, sino también proporcionar datos que se puedan utilizar en modelización y previsión. En los estudios revisados en este artículo, se demuestra que los datos obtenidos mediante colaboración masiva pueden integrarse en la construcción de un modelo para mejorar su rendimiento general y de forma directa en modelos (mediante asimilación de datos) para perfeccionar las previsiones inmediatas. Son estudios prometedores y, si bien son aún muy pocos, reflejan la necesidad de ahondar más en esta dirección. La integración de los datos obtenidos mediante colaboración masiva en los modelos de crecidas es una forma factible de resolver la escasez de datos, con mayor potencial en cuencas de drenaje no aforadas y en sistemas sujetos al cambio (por ejemplo, al cambio climático).

Uno de los desafíos que cabe mencionar es la integración de la ciencia ciudadana en otras fuentes de datos más tradicionales como el aforo y la teledetección. También es necesario analizar aquellos casos en los que los ciudadanos participan en un mayor grado (por ejemplo, en la definición de problemas, en el análisis de resultados e incluso en el proceso de toma de decisiones) y evaluar el equilibrio entre las necesidades de datos de modelo y los niveles de implicación. Con la participación activa de los ciudadanos, se recopilan más datos, lo que a su vez puede derivar en una mayor participación y, posteriormente, en una modelización mejorada de crecidas.

Por último, hay un desafío de lograr que las contribuciones ciudadanas resulten valiosas en un momento en el que la automatización está ganando cada vez más espacio. Se podría decir que los ciudadanos no son necesarios, ya que hay sensores automatizados. Al mismo tiempo, en algunas situaciones, los datos obtenidos mediante colaboración masiva son muy valiosos. Uno de los desafíos no técnicos que vemos aquí es demostrar tales situaciones y aumentar la aceptación de los administradores de recursos hídricos respecto a los datos obtenidos mediante colaboración masiva.

Agradecimientos. Este trabajo se llevó a cabo con la financiación parcial del proyecto SCENT (Conjunto de instrumentos inteligentes para implicar a los ciudadanos en una web de observación centrada en los individuos) del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea, bajo la subvención número 688930.

Editado por: Anas Ghadouani

Revisado por: tres evaluadores anónimos

Referencias

- Albrecht, F., Zussner, M., Perger, C., Durauer, M., See, L., McCallum, I., Fritz, S., and Kainz, W.: Using student volunteers to crowdsource land cover information, in: *GI_Forum 2014. Geospatial Innovation for Society – Conference Proceedings*, edited by: Vogler, R., Car, A., Strobl, J., and Griesebner, G., Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, Austria, 314–317, 2014.
- Alfonso, L., Lobbrecht, A., and Price, R.: Using mobile phones to validate models of extreme events, in: *9th International Conference on Hydroinformatics*, Tianjin, China, 1447–1454, 2010.
- Alfonso, L., Chacón, J. C., and Peña-Castellanos, G.: Allowing citizens to effortlessly become rainfall sensors, in: *E-proceedings of the 36th IAHR World Congress*, The Hague, the Netherlands, 28 June–3 July, 2015.
- Aspuru, I., García, I., Herranz, K., and Santander, A.: *CITISENSE: methods and tools for empowering citizens to observe acoustic comfort in outdoor public spaces*, *Noise Mappin*, 3, 37–48, <https://doi.org/10.1515/noise-2016-0003>, 2016.
- Aulov, O., Price, A., and Halem, M.: *AsonMaps: a platform for aggregation visualization and analysis of disaster related human sensor network observations*, in: *ISCRAM 2014 Proceedings – 11th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Pennsylvania, USA, 2014.
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggini, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Kar-pouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T., Tilahun, S., Van Hecken, G., and Zhumanova, M.: Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development, *Front. Earth Sci.*, 2, 26, <https://doi.org/10.3389/feart.2014.00026>, 2014.
- Cervone, G., Sava, E., Huang, Q., Schnebele, E., Harrison, J., and Waters, N.: Using Twitter for tasking remote-sensing data collection and damage assessment: 2013 Boulder flood case study, *Int. J. Remote Sens.*, 37, 100–124, <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1117684>, 2016.
- Conrad, C. C. and Hilchey, K. G.: A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities, *Environ. Monit. Assess.*, 176, 273–291, <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>, 2011.
- Craglia, M., Ostermann, F., and Spinsanti, L.: *Digital Earth from vision to practice: making sense of citizen-*

- generated content, *Int. J. Digit. Earth*, 5, 398–416, <https://doi.org/10.1080/17538947.2012.712273>, 2012.
- Dashti, S., Palen, L., Heris, M. P., Anderson, K. M., Anderson, T. J., and Anderson, S.: Supporting disaster reconnaissance with social media data?: a design-oriented case study of the 2013 Colorado floods, in: *Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference, Pennsylvania, USA, May 2014*, 632–641, 2014.
- de Vos, L., Leijnse, H., Overeem, A., and Uijlenhoet, R.: The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in Amsterdam, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 765–777, <https://doi.org/10.5194/hess-21-765-2017>, 2017.
- Degrossi, L. C., Porto De Albuquerque, J., Fava, M. C., and Mendiondo, E. M.: Flood Citizen Observatory?: a crowdsourcing-based approach for flood risk management in Brazil, in: *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE*, 570–575, 2014.
- Di Baldassarre, G., Schumann, G., Brandimarte, L., and Bates, P.: Timely low resolution SAR imagery to support floodplain modelling: a case study review, *Surv. Geophys.*, 32, 255–269, <https://doi.org/10.1007/s10712-011-9111-9>, 2011.
- Dong, J., Xiao, X., Sheldon, S., Biradar, C., Duong, N. D., and Hazarika, M.: A comparison of forest cover maps in mainland Southeast Asia from multiple sources: PALSAR, MERIS, MODIS and FRA, *Remote Sens. Earth*, 127, 60–73, <https://doi.org/10.1016/17538947.2012.712273>, 2012.
- Dorn, H., Vetter, M., and Höfle, B.: GIS-based roughness derivation for flood simulations: a comparison of orthophotos, LiDAR and crowdsourced geodata, *Remote Sens.-Basel*, 6, 1739–1759, <https://doi.org/10.3390/rs6021739>, 2014.
- Evers, M., Jonoski, A., Almoradie, A., and Lange, L.: Environmental science and policy collaborative decision making in sustainable flood risk management?: a socio-technical approach and tools for participatory governance, *Environ. Sci. Policy*, 55, 335–344, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.09.009>, 2016.
- Fava, M. C., Santana, G., Bressiani, D. A., Rosa, A., Horita, F. E. A., and Mendiondo, E. M.: Integration of information technology systems for flood forecasting with hybrid data sources, in: *6th International Conference on Flood Management*, 1–11, São Paulo, Brazil, 16–18 September 2014, 2014.
- Fohringer, J., Dransch, D., Kreibich, H., and Schröter, K.: Social media as an information source for rapid flood inundation mapping, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15, 2725–2738, <https://doi.org/10.5194/hess-15-2725-2015>, 2015.
- Foody, G. M., See, L., Fritz, S., Van der Velde, M., Perger, C., Schill, C., and Boyd, D. S.: Assessing the accuracy of Volunteered Geographic Information arising from multiple contributors to an internet based collaborative project, *T. GIS*, 17, 847–860, <https://doi.org/10.1111/tgis.12033>, 2013.
- Friedrichs, A., Busch, J. A., Henkel, R., Heuermann, R., John, C., and Zielinski, O.: Measuring fluorescence by means of smart phones with the new Citclops-Application, in: *Ocean Optics XXII*, Portland, USA, 26–31 October 2014, 2014.
- Fritz, S., McCallum, I., Schill, C., Perger, C., Grillmayer, R., Achard, F., Kraxner, F., and Obersteiner, M.: Geo-Wiki.Org: the use of crowdsourcing to improve global land cover, *Remote Sens.-Basel*, 1, 345–354, <https://doi.org/10.3390/rs1030345>, 2009.
- Fritz, S., McCallum, I., Schill, C., Perger, C., See, L., Schepaschenko, D., van der Velde, M., Kraxner, F., and Obersteiner, M.: Geo-Wiki: an online platform for improving global land cover, *Environ. Modell. Softw.*, 31, 110–123, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.11.015>, 2012.
- Gallart, F., Llorens, P., Latron, J., Cid, N., Rieradevall, M., and Prat, N.: Validating alternative methodologies to estimate the regime of temporary rivers when flow data are unavailable, *Sci. Total Environ.*, 565, 1001–1010, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.116>, 2016.
- Gharesifard, M. and Wehn, U.: To share or not to share: drivers and barriers for sharing data via online amateur weather networks, *J. Hydrol.*, 535, 181–190, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.01.036>, 2016.
- Grimaldi, S., Li, Y., Pauwels, V. R. N., and Walker, J. P.: Remote sensing-derived water extent and level to constrain hydraulic flood forecasting models: opportunities and challenges, *Surv. Geophys.*, 37, 977–1034, <https://doi.org/10.1007/s10712-016-9378-y>, 2016.
- Haklay, M.: Citizen Science and Volunteered Geographic Information: overview and typology of participation, in: *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*, edited by: Sui, D., Elwood, S., and Goodchild, M., 105–122, Springer Netherlands, 2013.
- Hamshaw, S. D., Bryce, T., Rizzo, D. M., O’Neil-Dunne, J., Frolik, J., and Dewoolkar, M. M.: Quantifying streambank movement and topography using unmanned aircraft system photogrammetry with comparison to terrestrial laser scanning, *River Res. Appl.*, 33, 1354–1367, <https://doi.org/10.1002/rra.3183>, 2017.
- Heipke, C.: Crowdsourcing geospatial data, *ISPRS J. Photogramm.*, 65, 550–557, <https://doi.org/10.1016/j.isprs.2010.06.005>, 2010.
- Higgins, C. I., Williams, J., Leibovici, D. G., Simonis, I., Davis, M. J., Muldoon, C., Van Genuchten, P., and O’Hare, G.: Citizen OBServatory WEB (COBWEB): a generic infrastructure platform to facilitate the collection of citizen science data for environmental monitoring, *Int. J. Spat. Data Infrastructures Res.*, 11, 20–48, <https://doi.org/10.2902/1725-0463.2016.11.art3>, 2016.
- Hochmair, H. H. and Zielstra, D.: Analysing user contribution patterns of drone pictures to the dronestagram photo sharing portal, *J. Spat. Sci.*, 60, 79–98, <https://doi.org/10.1080/14498596.2015.969340>, 2015.
- Horita, F. E. A., Degrossi, L. C., Assis, L. F. F. G., Zipf, A., and Porto De Albuquerque, J.: The use of Volunteered Geographic Information and crowdsourcing in disaster management: a systematic literature review, in: *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*, Chicago, USA, 15–17 August 2013, 2013.
- IDEM: Volunteer Stream Monitoring Training Manual, Hoosier Riverwatch Indiana Department of Environmental Management, Indianapolis, USA, 2015.
- Iwao, K., Nishida, K., Kinoshita, T., and Yamagata, Y.:

- Validating land cover maps with Degree Confluence Project information, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L23404, <https://doi.org/10.1029/2006GL027768>, 2006.
- Jiang, H., Feng, M., Zhu, Y., Lu, N., Huang, J., and Xiao, T.: An automated method for extracting rivers and lakes from Landsat imagery, *Remote Sens.-Basel*, 6, 5067–5089, <https://doi.org/10.3390/rs6065067>, 2014.
- Johnson, P., Ricker, B., and Harrison, S.: Volunteered Drone Imagery: challenges and constraints to the development of an open shared image repository, in: HICSS '17 Proc. 50th Hawaii Int. Conf. Syst. Sci., 4–7 January 2017, 1995–2004, 2017.
- Kim, S., Robson, C., Zimmerman, T., Pierce, J., and Haber, E. M.: Creek watch: pairing usefulness and usability for successful citizen science, in: Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI '11, p. 2125, ACM Press, New York, USA, 7–12 May 2011, 2011.
- Klonner, C., Marx, S., Usón, T., Porto de Albuquerque, J., and Höfle, B.: Volunteered geographic information in natural hazard analysis: a systematic literature review of current approaches with a focus on preparedness and mitigation, *ISPRS Int. J. Geo- Inf.*, 5, 103, <https://doi.org/10.3390/ijgi5070103>, 2016.
- Kotovirta, V., Toivanen, T., Järvinen, M., Lindholm, M., and Kallio, K.: Participatory surface algal bloom monitoring in Finland in 2011–2013, *Environ. Syst. Res.*, 3, 24, <https://doi.org/10.1186/s40068-014-0024-8>, 2014.
- Kutija, V., Bertsch, R., Glenis, V., Alderson, D., Parkin, G., Walsh, C. L., Robinson, J., and Kilsby, C.: Model validation using crowd-sourced data from a large pluvial flood, in: 11th International Conference on Hydroinformatics, New York, USA, 17–21 August 2014, 2014.
- Le Boursicaud, R., Pénard, L., Hauet, A., Thollet, F., and Le Coz, J.: Gauging extreme floods on YouTube: application of LSPIV to home movies for the post-event determination of stream discharges, *Hydrol. Process.*, 30, 90–105, <https://doi.org/10.1002/hyp.10532>, 2016.
- Le Coz, J., Patalano, A., Collins, D., Guillén, N. F., García, C. M., Smart, G. M., Bind, J., Chiaverini, A., Le Boursicaud, R., Dramais, G., and Braud, I.: Crowdsourced data for flood hydrology: feedback from recent citizen science projects in Argentina, France and New Zealand, *J. Hydrol.*, 541, 766–777, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.07.036>, 2016.
- Leibovici, D. G., Evans, B., Hodges, C., Wiemann, S., Meek, S., Rosser, J., and Jackson, M.: On data quality assurance and conflation entanglement in crowdsourcing for environmental studies, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, II-3/W5, 195–202, <https://doi.org/10.5194/isprannals-II-3-W5-195-2015>, 2015.
- Lesiv, M., Moltchanova, E., Schepaschenko, D., See, L., Shvidenko, A., Comber, A., and Fritz, S.: Comparison of data fusion methods using crowdsourced data in creating a hybrid forest cover map, *Remote Sens.-Basel*, 8, 261, <https://doi.org/10.3390/rs8030261>, 2016.
- Li, Z., Wang, C., Emrich, C. T., and Guo, D.: A novel approach to leveraging social media for rapid flood mapping: a case study of the 2015 South Carolina floods, *Cartogr. Geogr. Inf. Sc.*, 45, 97–110, <https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1271356>, 2017.
- Lintott, C. J., Schawinski, K., Slosar, A., Land, K., Bamford, S., Thomas, D., Raddick, M. J., Nichol, R. C., Szalay, A., Andreescu, D., Murray, P., and Vandenberg, J.: Galaxy Zoo: morphologies derived from visual inspection of galaxies from the Sloan Digital Sky Survey, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 389, 1179–1189, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2008.13689.x>, 2008.
- Lowry, C. S. and Fienen, M. N.: CrowdHydrology: crowdsourcing hydrologic data and engaging citizen scientists, *Ground Water*, 51, 151–156, <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2012.00956.x>, 2013.
- Mazzoleni, M., Alfonso, L., Chacon-Hurtado, J., and Solomatine, D.: Assimilating uncertain, dynamic and intermittent streamflow observations in hydrological models, *Adv. Water Resour.*, 83, 323–339, <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2015.07.004>, 2015.
- Mazzoleni, M., Verlaan, M., Alfonso, L., Monego, M., Norbiato, D., Ferri, M., and Solomatine, D. P.: Can assimilation of crowdsourced data in hydrological modelling improve flood prediction?, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21, 839–861, <https://doi.org/10.5194/hess-21-839-2017>, 2017.
- McDougall, K.: Using volunteered information to map the Queensland floods, in: Surveying and Spatial Science Biennial Conference, Wellington, New Zealand, 21–25 November 2011, 13–23, 2011.
- McDougall, K. and Temple-Watts, P.: The use of LidAR and Volunteered Geographic Information to map flood extents and inundation, in: ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Melbourne, Australia, 25 August–1 September 2012, 251–256, 2012.
- Merkuryeva, G., Merkurjev, Y., Sokolov, B. V., Potryasaev, S., Zelenkov, V. A., and Lektuers, A.: Advanced river flood monitoring, modelling and forecasting, *J. Comput. Sci.-Neth.*, 10, 77–85, <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2014.10.004>, 2015.
- Michelsen, N., Dirks, H., Schulz, S., Kempe, S., Al-Saud, M., and Schüth, C.: YouTube as a crowd-generated water level archive, *Sci. Total Environ.*, 568, 189–195, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.211>, 2016.
- Miller-Rushing, A., Primack, R., and Bonney, R.: The history of public participation in ecological research, *Front. Ecol. Environ.*, 10, 285–290, <https://doi.org/10.1890/110278>, 2012.
- Montargil, F. and Santos, V.: Citizen observatories: concept, opportunities and communication with citizens in the first EU experiences, in: Beyond Bureaucracy: Towards Sustainable Governance Informatisation, edited by: Paulin, A. A., Anthopoulos, L. G., and Reddick, C. G., 167–184, Springer International Publishing, Cham., 2017.
- Muller, C. L., Chapman, L., Johnston, S., Kidd, C., Illingworth, S., Foody, G., Overeem, A., and Leigh, R. R.: Crowdsourcing for climate and atmospheric sciences: current status and future potential, *Int. J. Climatol.*, 35, 3185–3203, <https://doi.org/10.1002/joc.4210>, 2015.
- Oxendine, C. E., Schnebele, E., Cervone, G., and Waters, N.: Fusing non-authoritative data to improve situational awareness in emergencies, in: Proceedings of the 11th International ISCRAM Conference, Pennsylvania, USA,

- May 2014 762–766, 762–766, 2014.
- Padawangi, R., Turpin, E., Herlily, Prescott, M. F., Lee, I., and Shepherd, A.: Mapping an alternative community river: the case of the Ciliwung, *Sustain. Cities Soc.*, 20, 147–157, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.09.001>, 2016.
- Poser, K. and Dransch, D.: Volunteered Geographic Information for disaster management with application to rapid flood damage estimation, *Geomatica*, 64, 89–98, 2010.
- Rosser, J. F., Leibovici, D. G., and Jackson, M. J.: Rapid flood inundation mapping using social media, remote sensing and topographic data, *Nat. Hazards*, 87, 103–120, <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2755-0>, 2017.
- Salk, C. F., Sturn, T., See, L., Fritz, S., and Perger, C.: Assessing quality of volunteer crowdsourcing contributions: lessons from the Cropland Capture game, *Int. J. Digit. Earth*, 9, 410–426, <https://doi.org/10.1080/17538947.2015.1039609>, 2016.
- Schnebele, E. and Cervone, G.: Improving remote sensing flood assessment using volunteered geographical data, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 669–677, <https://doi.org/10.5194/nhess-13-669-2013>, 2013.
- Schnebele, E., Cervone, G., Kumar, S., and Waters, N.: Real time estimation of the Calgary floods using limited remote sensing data, *Water*, 6, 381–398, <https://doi.org/10.3390/w6020381>, 2014.
- See, L., Schepaschenko, D., Lesiv, M., McCallum, I., Fritz, S., Comber, A., Perger, C., Schill, C., Zhao, Y., Maus, V., Siraj, M. A., Albrecht, F., Cipriani, A., Vakolyuk, M., Garcia, A., Rabia, A. H., Singha, K., Marcarini, A. A., Kattenborn, T., Hazarika, R., Schepaschenko, M., van der Velde, M., Kraxner, F., and Obersteiner, M.: Building a hybrid land cover map with crowdsourcing and geographically weighted regression, *ISPRS J. Photogramm.*, 103, 48–56, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.06.016>, 2015a.
- See, L., Fritz, S., Perger, C., Schill, C., McCallum, I., Schepaschenko, D., Duerauer, M., Sturn, T., Karner, M., Kraxner, F., and Obersteiner, M.: Harnessing the power of volunteers, the internet and Google Earth to collect and validate global spatial information using Geo-Wiki, *Technol. Forecast. Soc.*, 98, 324–335, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.002>, 2015b.
- See, L., Mooney, P., Foody, G., Bastin, L., Comber, A., Estima, J., Fritz, S., Kerle, N., Jiang, B., Laakso, M., Liu, H., Milcinski, G., Nikšić, M., Painho, M., Pódör, A., Olteanu-Raimond, A.-M., and Rutzinger, M.: Crowdsourcing, Citizen Science or Volunteered Geographic Information? The Current State of Crowd-sourced Geographic Information, *SPRS Int. J. Geo-Inf.*, 5, 55, <https://doi.org/10.3390/ijgi5050055>, 2016.
- Shaad, K., Ninsalam, Y., Padawangi, R., and Burlando, P.: Towards high resolution and cost-effective terrain mapping for urban hydrodynamic modelling in densely settled river-corridors, *Sustain. Cities Soc.* 20, 168–179, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.09.005>, 2016.
- Smith, L., Liang, Q., James, P., and Lin, W.: Assessing the utility of social media as a data source for flood risk management using a real-time modelling framework, *J. Flood Risk Manag.*, 10, 370–380, <https://doi.org/10.1111/jfr3.12154>, 2015.
- Starkey, E., Parkin, G., Birkinshaw, S., Large, A., Quinn, P., and Gibson, C.: Demonstrating the value of community-based (“citizen science”) observations for catchment modelling and characterisation, *J. Hydrol.*, 548, 801–817, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.03.019>, 2017.
- Teng, J., Jakeman, A. J., Vaze, J., Croke, B. F. W., Dutta, D., and Kim, S.: Flood inundation modelling: a review of methods, recent advances and uncertainty analysis, *Environ. Modell. Softw.*, 90, 201–216, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.01.006>, 2017.
- Uhrner, U., Grosso, G., Romain, A. C., Hutsemekers, V., Delva, J., Kunz, W., De Groof, A., Arnaud, Y., Valoggia, P., Johannsen, L., Stevenot, B., and Ledent, P.: Development of an environmental information system for odour using citizen and technology innovative sensors and advanced modeling, in: *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 1322, Aachen, Germany, 2013.
- Walker, D., Forsythe, N., Parkin, G., and Gowing, J.: Filling the observational void: scientific value and quantitative validation of based monitoring programme, *J. Hydrol.*, 538, 713–725, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.04.062>, 2016.
- Yang, Y. Y. and Kang, S. C.: Crowd-based velocimetry for surface flows, *Adv. Eng. Inform.*, 32, 275–286, <https://doi.org/10.1016/j.aei.2017.03.007>, 2017.
- Yu, D., Yin, J., and Liu, M.: Validating city-scale surface water flood modelling using crowd-sourced data, *Environ. Res. Lett.*, 11, 124011, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/124011>, 2016.

PARTE DOS: Informe de traducción

Introducción

En este informe de traducción se tratará el texto asignado *Citizen observations contributing to flood modelling: opportunities and challenges*. Se solicitó un formato de traducción equifuncional y un encargo que orientó su traducción.

Para el análisis, se tomaron diferentes referentes en el campo de la traductología, tales como Christianne Nord y Hurtado Albir. Este análisis, enmarcado en la teoría funcionalista, aborda el género textual y los factores extra e intratextuales. Se explica la etapa de documentación y de gestión terminológica, y se exponen los problemas y técnicas de traducción. Posteriormente, se presenta el uso de las herramientas tecnológicas de traducción y su fundamentación. Cabe destacar que el objetivo del presente trabajo final de la Especialización en Traducción Científica y Técnica es integrar los conocimientos adquiridos de las asignaturas planteadas.

Gracias a la puesta en práctica de la competencia traductora, definida como el «sistema subyacente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes necesarios para traducir» (Hurtado Albir, 2008, p. 394), es posible transitar el intrincado y minucioso proceso de traducción. La complejidad del texto y los desafíos que implicó su traducción se hacen visibles en el análisis textual que se presenta a continuación.

Análisis textual

1. Género textual

García Izquierdo (2002, p.15) define el género textual como la “forma convencionalizada de texto que posee una función específica en la cultura en la que se inscribe y refleja un propósito del emisor previsible por parte del receptor”. *Citizen observations contributing to flood modelling: opportunities and challenges* es un artículo de investigación científica (AI) y una revisión bibliográfica. Este escrito es parte de un gran número de publicaciones y artículos que se publican de forma regular. Puiatti de Gómez (2005, p.24) define el artículo de

investigación científica (AI) como “la clase textual retórico-lingüística más adecuada e idónea para construir saberes nuevos, formalizar y exponer teorías, informar sobre descubrimientos, estudios, avances y aportes en distintas áreas disciplinares y sobre las tareas de la investigación”. Si bien es un AI, se trata principalmente de un artículo de revisión bibliográfica, ya que no constituye una publicación original. Icart y Canela (1994, citados en Guirao-Goris, Salas y Ferrandis, 2008) sostienen que es un estudio “detallado, selectivo y crítico que integra la información esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto”.

Se reconocen autores, recursos de información, fuentes y bibliografía ya publicada y se recopilan los datos más relevantes sobre un tema específico. Según Day (2005, p. 158), los artículos de revisión “ofrecen una evaluación crítica de los trabajos publicados y, a menudo, llegan a conclusiones importantes basadas en esos trabajos”. En este caso, se exponen datos, estudios y aportes ya publicados en el área de hidrología respecto a la modelización de crecidas en el marco de la ciencia ciudadana y se identifican aspectos que no se han resuelto aún.

Según Christiane Nord (1991), para llevar a cabo un análisis pretraslativo, es fundamental identificar los distintos factores intratextuales y extratextuales que entran en juego en el texto origen. Estos últimos abarcan el emisor, la intención emisora, el destinatario, el medio y la función textual. El encargo de traducción se incluyó junto con el destinatario. Los intratextuales, en cambio, incluyen la macroestructura, la sintaxis, el léxico y la temática, la cual se incluye junto a la documentación temática. El marco teórico elegido tiene su justificación en que, gracias al análisis pretraslativo, el traductor puede identificar los elementos internos y externos del texto y puede comprender mejor las elecciones detrás del léxico del emisor para enfrentarse más preparado a los problemas de traducción.

2. Factores extratextuales

2.0. Emisor

Tal como indica Puiatti de Gómez (2005, p.31), al inicio del AI, se puede identificar

“la autoría y el nivel jerárquico de los científicos intervinientes”. Los emisores, en este caso, son varios: Thaine H. Assumpção, Ioana Popescu, Andreja Jonoski y Dimitri P. Solomatine. Todos ellos pertenecen al departamento académico de Sistemas Hídricos Integrados y Gobernanza (IWSG, *Integrated Water Systems and Governance*) del Instituto para la Educación Hídrica (IHE, *Institute for Water Education*), el cual funciona en los Países Bajos, en la ciudad de Delft. Solomatine es además director del grupo de la cátedra de Hidroinformática en la Universidad Tecnológica de Delft. Comparten la especialidad de hidroinformática y sus estudios de investigación tienen un foco en común: la modelización y las tecnologías en hidrología.

2.1. Intención emisora

La intención es referencial, ya que el emisor quiere informar al receptor sobre un estado de cosas (Nord, 1991). En este caso, la intención del emisor es la de hacer una revisión bibliográfica sobre la temática en cuestión y analizar las oportunidades y desafíos que quedan por delante: “this article aims to review the literature on the topic and analyse the opportunities and challenges that lie ahead” (p. 1473).

2.2. Destinatario y encargo de traducción

Puiatti (2005) concibe al AI como una forma de comunicación diádica, ya que se realiza entre dos individuos. Se trata de un evento comunicativo entre expertos. El escritor es un investigador científico (en este caso es un grupo de investigadores) que utiliza como soporte del AI una revista de dominio específico, en este caso Hidrología y Ciencias del Sistema Terrestre e Hidrología (HESS, *Hydrology and Earth System Sciences*). El lector es más bien un investigador científico de un área afín o de la misma disciplina y el público es de formación universitaria. Entre emisor y destinatario hay una relación de simetría ya que ambos deben contar con un alto grado de especialización.

De acuerdo con el encargo de traducción, el destinatario está conformado por investigadores, estudiantes y personal técnico-científico de diferentes áreas de estudio,

incluidas ingeniería, geología, modelado numérico y geociencias, entre otras. Debido a que el texto forma parte de una revista con alcance internacional, se adaptó el encargo equifuncional a un mercado geográfico orientado a Latinoamérica. Sumado a esto, no se indicaron guías de estilo, por lo que la traducción se realizó tomando como referencia el *Libro de estilo de la lengua española según la norma panhispánica* de la Real Academia Española que busca “[...] ayudar a mejorar, de una manera sencilla y cercana, el conocimiento de nuestro idioma y el estilo con el que hablamos o escribimos” (RAE, 2018).

En la sección “Gestión terminológica y glosario”, se explica cómo influyó el encargo en la búsqueda de equivalentes. La ayuda de la especialista fue fundamental para respetar el encargo de traducción.

2.3. Medio

Según Nord (1991), el medio es el canal través del cual se realiza la comunicación y hace referencia a las condiciones de la interacción. Tal como indica Puiatti (2005, p.25), “uno de los rasgos distintivos del AI es su incorporación a las publicaciones *on line* y el empleo de medios tecnológicos”. El texto fue publicado por HESS, una revista científica en línea (soporte virtual) de acceso abierto, sin restricciones, ya que no requiere suscripciones, registros ni pagos. Publica investigaciones y escritos originales en hidrología y campos relacionados, como la gestión de recursos hídricos, que, antes de ser publicados, son revisados de forma pública e interactiva por pares. La editorial, *Copernicus Publications*, publica actualmente 28 revistas científicas y otras publicaciones en nombre de la Unión Europea de Geociencias.

2.4. Función textual

Nord (1991, p. 85) define la función textual como “función comunicativa de un texto en una situación concreta, constituida por la constelación específica de los factores extratextuales”. El AI tiene como fin aportar los conocimientos que la comunidad científica produce (Puiatti, 2005). Al ser un AI de revisión, su elaboración permite organizar los datos

ya recopilados y tiene la intención básica de informar. Se incorporan procesos como descripción, definición, comparación e ilustración. Siguiendo a Puiatti de Gómez (2005), una segunda función del AI es la intención de comandar, que hace referencia a la acción de argumentar. La información que se provee en el texto se complementa con recomendaciones, argumentos y comentarios.

3. Factores intratextuales

3.0. Macroestructura

El artículo de investigación se caracteriza por presentar un esquema de organización particular (Puiatti, 2005). El material informativo del texto asignado se presenta segmentado, organizado en secciones, es decir, en *categorías* y *subcategorías*, que distribuyen los contenidos de forma clara siguiendo un cierto orden de importancia. La visualización de la macroestructura se encuentra adjunta en el Anexo N.º 3.

Tal como se indicó antes, al tratarse de un artículo de revisión bibliográfica, no sigue la estructura canónica del AI (*Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión*), pero mantiene algunas de ellas. Cuenta con una introducción en la que se presentan el tema y los objetivos. La organización se corresponde con la secuencia propia del texto expositivo. Las secciones 2.0 y 3.0 conforman el *Desarrollo*. La sección *Opportunities and challenges* conformaría la sección *Discusión*. Allí se introducen los aportes para demostrar su validez y pertinencia y se destacan los aspectos positivos del análisis y las nuevas oportunidades que se abren. También se identifican las cuestiones que todavía quedan por resolver o que continúan siendo problemáticas. Por último, en la sección *Conclusions and recommendations*, nos encontramos con la categoría *Conclusiones*. Allí se analizan y evalúan los resultados del trabajo y se ofrecen recomendaciones para futuras revisiones.

Dentro de las *categorías paratextuales*, encontramos el resumen, las referencias y el paratexto gráfico propio de los artículos canónicos de investigación científica. El resumen es un texto breve que condensa la información principal. Por lo general, es común encontrarlo en

las publicaciones periódicas (Puiatti, 2005). Las referencias se encuentran al final del texto y allí se registran las obras que fueron consultadas para sustentar el trabajo que se presenta en el AI. En cuanto al *paratexto gráfico*, se utilizan siete figuras y seis tablas que sostienen las descripciones y explicaciones y refuerzan el desarrollo del contenido. Ambos elementos llevan epígrafes descriptivos y se pueden observar dentro del texto los sistemas de referencia que guían al lector.

3.1. Sintaxis

A nivel sintáctico y proposicional, se encuentran casos de desagentivación de la acción verbal. El agente se oculta de manera intencional por medio nominalizaciones y voz pasiva. Cabe destacar que, si bien hay desagentivación, se utiliza también de forma ocasional el pronombre personal con valor argumentativo: “Although the method calculates the velocity in two dimensions, in Table 2 we referred to it as 1-D because it was carried out in a channel considered to be a 1-D domain in the context of flood modeling” (p.1476).

3.2. Léxico

En primer lugar, aparecen ciertos términos y expresiones que indican el área de investigación, como en los siguientes casos: “hydrology”, “water resources”, “flood modelling”, “hydrological modelling”, etc. Se puede observar, además, la especialización terminológica en los siguientes términos: “topography”, “land cover”, “discharge”, “gauging station”, etc. Se identifica también el uso de siglas, como por ejemplo “VGI”, “CO”, “LSPIV”. Por otra parte, propia del metalenguaje de la ciencia, se hace visible la autorreferencia al género a través de las formas deícticas “*this* article aims”, “in *this* study”, “*this* work”.

4. Documentación temática

La temática principal del texto es la modelización de crecidas en un marco de contribuciones colaborativas de conocimiento. Se centra en la representación hidrodinámica de inundaciones. Según la clasificación de la UNESCO, el texto se ubica en el área de

Hidrología (2508), dentro de las Ciencias de la Tierra y del Espacio (25). De acuerdo con la definición propuesta por Viessman y Lewis (2003, p. 1), “Hydrology is an earth science. It encompasses the occurrence, distribution, movement, and properties of the waters of the earth.” Sin embargo, es importante destacar que no se trata de un texto exclusivamente de hidrología, sino que se observa una interdisciplinariedad además con áreas pertenecientes a las ciencias tecnológicas y las sociales. Está inscrito principalmente en ciencia ciudadana e hidroeinformática. Buytaert *et al.* (2014), autores mencionados en el propio artículo, definen la ciencia ciudadana (perteneciente a las ciencias sociales) como “the participation of the general public (i.e. non-scientists) in the generation of new knowledge” (p. 1474), es decir, la participación activa del público en general en la producción de nuevos conocimientos. Por otra parte, la hidroeinformática (perteneciente a las ciencias tecnológicas) se define como un campo de estudio transdisciplinar que combina intereses tecnológicos, sociológicos, humanos y ambientales (Obregón y Fragala, 2003). Se observan, además, subáreas como la minería de datos, la cual se inserta en los campos de estadística y ciencias de la computación (Mladenec *et al.*, 2003).

Alcina, Soler y Estellés (2005, p. 221) establecen que “la traducción de un texto especializado exige documentarse previamente sobre esa especialidad para poder comprender el ámbito temático en el que se inscribe y acceder a su terminología [...]”. Bonet (2004) indica que no se trata solo de buscar y encontrar términos e información, sino que hay que juzgar su pertinencia. Para la documentación, se evaluó, filtró, clasificó y seleccionó información importante y pertinente para el trabajo. Se utilizaron también manuales en formato impreso que no se encuentran disponibles de forma gratuita en la web. Los principales motores de búsqueda utilizados fueron metabuscadores con directorios temáticos como The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, Google Scholar y Google Books y, para restringir los resultados, se ingresaron palabras clave como “hydrology”, “flood modelling”, “citizen science”, “crowdsourcing”, “citizen sensing”,

“volunteer geographic information”, entre otras. Se tuvieron en cuenta varios aspectos estratégicos de búsqueda de información en internet, como la fecha de actualización del material encontrado y la pertinencia temática de los sitios. Existen parámetros que nos ayudan a comprobar la fiabilidad de las fuentes electrónicas, como el autor, la lengua original, la actualidad y el servidor que aloja la página (Alcina *et al.*, 2005).

Para comprender el tema del texto, se consultaron géneros textuales como manuales de hidrología y ciencia ciudadana, artículos de investigación y de divulgación científica y enciclopedias. Entre los sitios de organizaciones científicas utilizados, se destaca el uso de Copernicus, Conicet, la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Unesco, entre otros. Así mismo, se consultó la revista *Frontiers in Earth Science*, que contiene muchos de los artículos que se mencionan y citan en el texto asignado y que son revisados por científicos especializados, algunos de los que trabajan para la Universidad Tecnológica de Delft. También se consultó a la especialista Clarita María Dasso, geóloga de la Universidad Nacional de Córdoba, cuya ficha se incluye en el Anexo N.º 4.

5. Gestión terminológica y glosario

Cabré (2000, p. 3) define la terminología como “el conjunto de las unidades lexicalizadas que representan nudos de conocimiento específico en un ámbito de especialidad”. La alta densidad terminológica es una de las características que presentan los textos especializados en su máxima expresión y suponen un problema para el traductor.

Se incluyó una selección de términos de distintas áreas, dando prioridad a los relacionados con ciencia ciudadana, hidroinformática e hidrología. Se recurrió a los mismos géneros textuales especializados en español y en inglés, sitios web, bancos terminológicos y glosarios monolingües y bilingües correspondientes a estas áreas. Debido al encargo, se tuvo en cuenta la jerarquía de las fuentes y se estableció un orden de preferencia: se tomó como referencia la base de datos terminológica de las Naciones Unidas (UNTERM) y de la OMM (METEOTERM), documentos fundamentales de la OMM, publicaciones de la revista HESS y

se le dio prioridad al glosario oficial de hidrología de la UNESCO que fue elaborado por el Comité Permanente de Terminología, integrado por miembros designados por la UNESCO y la OMM. Debido a que en el encargo no se indicó una guía de estilo ni un mercado geográfico, se recurrió a instituciones y organizaciones en español con prestigio reconocido internacionalmente en el área en cuestión. Para los términos correspondientes a las áreas de hidroinformática y ciencia ciudadana, se recurrió a textos paralelos de la UNESCO, manuales y glosarios especializados. El glosario (Anexo N.º 5) cuenta con un total de 34 términos, pertenecientes a las distintas áreas mencionadas. Cada término tiene su equivalente en español, sus definiciones en español y en inglés y las fuentes correspondientes.

6. Problemas y técnicas de traducción

Los problemas de traducción se definen como “dificultades de carácter objetivo con que puede encontrarse el traductor a la hora de realizar una tarea de traducción” (Hurtado Albir, 2001, p. 308). A continuación, se detallarán solo algunos de ellos debido a la limitada extensión del análisis:

Problemas lingüísticos

6.0. Polisemia

Cabré (2004, p. 30) define la polisemia como un fenómeno en el que “una misma forma admite diferentes sentidos”. Cabré indica que la polisemia de los términos de especialidad implica un problema, ya que “la terminología de un ámbito especializado no es preexistente, sino que se constituye en cada trabajo terminológico” (p. 21). El inglés y el español no cuentan con los mismos recursos para denominar. Este es el caso, por ejemplo, del término *flood*. De acuerdo con el glosario consultado, *flooding* debe traducirse como *inundación* y *flood*, como *crecida* (aunque también se ofrece *inundación* como segundo equivalente por sus significados). El término *flood* en la mayoría de los casos tiene *crecida* como equivalente, pero, en algunos, figura compuesto y cambia entonces su significado, por lo que su equivalente es *inundación*, el cual se utilizó para términos como *coastal flood*,

drainage flood, flood extent, flood map y flood risk map por diferentes motivos. En las fuentes utilizadas, se hace referencia al concepto de inundación, no así de crecida. Se aplicó entonces la técnica de equivalente acuñado que “consiste en utilizar un término o expresión reconocido (por el diccionario) como equivalente” (Hurtado Albir, 2001, p. 636). La especialista avaló esta elección y explicó que, cuando se acumula el agua se habla de *inundación*, ya que lo hace sobre una superficie. Cuando el agua fluye encauzada en un río, se debe hablar de *crecida*. Se utilizan los términos *mapa de inundación y mapa de riesgo de inundación*, ya que la ocupación de agua originada por una crecida produce el riesgo.

6.1. Ausencia de equivalente acuñado

Si bien el tema del artículo no es nuevo y se realiza una revisión bibliográfica, se trata de un texto reciente del año 2018, con términos que aún no cuentan con un equivalente oficial en la lengua de llegada. Claros (2008) menciona que los tecnicismos implican un problema, en especial cuando son de reciente creación, como es el caso de *crowdsourced data* y otros compuestos. Si bien existe un equivalente válido para *crowdsourcing* (colaboración masiva), no se ofrece un equivalente para los términos derivados a partir del compuesto y hay falta de coherencia en los materiales de referencia. Por este motivo, se tomó el equivalente del término original como referencia para crear otro que da como resultado *datos obtenidos mediante colaboración masiva*. Se utilizó la técnica de ampliación lingüística, que “consiste en añadir elementos lingüísticos” (Hurtado Albir, 2001, p. 633). Se tradujo, por ejemplo, “Crowdsourced data have also been used to calibrate and validate flood models in four studies” (p. 1481) como “Los datos obtenidos mediante colaboración masiva también se han utilizado para calibrar y validar los modelos de crecidas en cuatro estudios”.

6.2. Voz pasiva

Claros (2008) sostiene que, en los textos científico-técnicos, el uso y abuso de la voz pasiva en inglés implica un problema para el traductor. Para dotar al texto de impersonalidad, en inglés se utiliza este recurso como única opción. Puiatti (2005) sostiene que “en los AI [...]”

se pretende la producción de discursos objetivos, es decir, que oculten al sujeto de la enunciación” (p. 56). En inglés, a través de la voz pasiva propia, se logra alejar al sujeto de la acción. Para solucionar este problema, Claros recomienda traducir las frases al español en la pasiva refleja o en voz activa, ya que son formas más naturales. Se utilizó la técnica de inversión mencionada en Albir y propuesta por Vinay y Dalbernet (1958, citados en Hurtado Albir, 2001) que consiste en “trasladar una palabra o sintagma a otro lugar de la oración o del párrafo para conseguir la estructura normal de la frase en la otra lengua” (p. 260). Por ejemplo, se tradujo en voz activa la frase “Another type of implicitly geographic information was derived from Twitter by Smith *et al.* (2015) [...]” (p. 1475) como “Smith *et al.* (2015) derivaron otro tipo de información geográfica de forma implícita de Twitter [...]”.

6.3. Siglas

Algunas de las siglas que figuran en el informe son DEM, OSM, UAV, CRP y LSPIV, entre otras. Se debe aclarar el significado de la sigla la primera vez que se usa y después usar la sigla solamente (Claros, 2008). En la mayoría de los casos, no se encontró una sigla equivalente oficial en español. Se optó entonces en esos casos por dejar las siglas del inglés y utilizar el préstamo (puro) como técnica ya que “se integra tal cual una palabra o expresión de otra lengua” (Hurtado Albir, 2001, p. 634). Por ejemplo, la sigla UAV se resolvió, la primera vez que se utilizó, como “aeronaves no tripuladas (UAV, *unmanned aerial vehicles*)”. Luego, se utilizó el préstamo UAV.

6.4. Falsos cognados

Efforts, conforme a lo que expresa el Dudario de la ONU, se traduce como *esfuerzos* cuando tiene significado de uso de fuerza física. Sin embargo, al no tener este significado en el texto, se utilizó el equivalente *actividades* que sugiere el Dudario. *Efforts*, en este contexto, tiene un significado más amplio que implica gestiones, actividades e iniciativas. Por ejemplo, “[...] the temporal coverage of crowdsourced data is insufficient for data assimilation efforts”

(p.1484) se tradujo como “[...] la cobertura temporal de los datos obtenidos mediante colaboración masiva no es suficiente para las actividades de asimilación de datos”. En este mismo fragmento, se aplicó además la técnica de modulación al traducir *insufficient* como *no es suficiente*.

6.5. Sintagmas con premodificación compleja

Arroyave Tobón y Quiroz Herrera (2012) sostienen que los sintagmas nominales con premodificación compleja (SNPC) representan un problema para el traductor, ya que su realización difiere en el inglés y en el español. Así también, Ramón García (2002) sostiene que tanto el inglés como el español son lenguas que emplean de modos diferentes los recursos disponibles que poseen para caracterizar sustantivos. Si bien la lengua española cuenta con el recurso de los sustantivos como modificadores, los hablantes no explotan este recurso y, por ende, no es ni productivo ni frecuente. En cambio, en general, prefieren utilizar el sintagma preposicional con ‘de’ como recurso para modificar sustantivos, por lo cual es una de las correspondencias que suele emplearse al traducir la composición nominal del inglés.

Ejemplifican esta preferencia *hybrid global land cover map, global land cover map y land cover map generation* que fueron traducidas como *mapa global híbrido de la cobertura del suelo, mapa global de la cobertura del suelo y generación del mapa de la cobertura del suelo*, respectivamente. Se aplicó en estos casos la técnica de ampliación lingüística.

6.6. Otras técnicas

Se empleó la técnica de ampliación en la traducción de ciertos términos como *catchment*, que se tradujo como *cuenca de drenaje*, ya que “se introducen precisiones no formuladas en el original” (Hurtado Albir, 2001, p. 634). A sugerencia de la especialista, se amplió y precisó su significado dado el contexto del término. Se tradujo entonces “The integration of crowdsourced data into flood models is a viable way to help solve issues of data scarcity, with greater potential in ungauged catchments [...]” como “La integración de los datos obtenidos mediante colaboración masiva en los modelos de crecidas es una forma

factible de resolver la escasez de datos, con mayor potencial en cuencas de drenaje no aforadas [...]”. En otros casos, se utilizó esta misma técnica para especificar el referente y, así, facilitar la comprensión. Se tradujo “A complementary project was discussed by Le Coz et al. (2016), in which the same technique is applied to a video crowdsourced by a citizen, this time using the result to estimate discharge and the latter to calibrate a 1-D hydraulic model” (p. 1476) como “Le Coz *et al.* (2016) examinaron un proyecto complementario, en el que se aplica la misma técnica a un video de un ciudadano obtenido mediante colaboración masiva. En esta ocasión, se utilizó el resultado para estimar el caudal y, con este valor, calibrar un modelo hidráulico unidimensional”.

A partir de la técnica de calco, “se traduce literalmente una palabra o sintagma extranjero” (Hurtado Albir, 2001, p. 634). Al término *georeferenced* se le otorgó el equivalente *georreferenciado*. Por ejemplo, se tradujo “[...] entailing computational efforts and dealing with a high percentage of data that is not georeferenced or time-stamped.” (p. 1481) como “[...] lo que implica actividades computacionales y el manejo de un porcentaje alto de datos que no están georreferenciados ni tienen un registro de tiempo”.

La técnica de transposición se empleó al traducir “Further, in the case of water level and velocity, some studies suggest that field visits are also necessary and the methods for analysing data are complex” (p.1481) como “Además, de acuerdo con algunos estudios, en el caso del nivel de agua y la velocidad, las visitas de campo también son necesarias y los métodos para analizar datos son complejos”. La transposición se logra al cambiar el verbo *suggest* por la frase preposicional «de acuerdo con» para evitar la personificación y el calco «estudios sugieren».

Problemas extralingüísticos:

Tal como indica Albir (2013), este tipo de problemas remite a cuestiones de tipo temático y enciclopédico y afecta a la reformulación del texto origen en el texto meta. El principal

problema que ha planteado la traducción del texto ha sido la falta de conocimiento del tema y la dificultad para encontrar equivalentes adecuados, ya sea por tratarse de conceptos especializados que se desconocen o de tecnicismos difíciles de hallar en fuentes documentales. Aparecen numerosos términos técnicos de los que, debido a la novedad del tema y la interdisciplinariedad del texto, no solo faltaban equivalentes acuñados, sino también definiciones y consenso en ellos en inglés y en español. Para este encargo, fue necesario investigar sobre la modelización de inundaciones, su relación con las tecnologías de hidroinformática y el impacto de la ciencia ciudadana en ellas. Ante la actualidad del tema, se logró subsanar la falta de conocimiento mediante la documentación (desarrollada en la sección 4) y la consulta constante con una especialista en el área. El uso de recursos digitales facilitó el acceso a fuentes y materiales confiables y permitió ahondar en las diferentes subdisciplinas.

Problemas pragmáticos:

Tal como indica Albir (2013), los problemas pragmáticos incluyen aquellos derivados del encargo de traducción que afectan a la reformulación del texto. En este caso, se trata de un encargo didáctico a partir del cual hubo que inferir ciertos factores, por ejemplo, el mercado geográfico y las preferencias por recursos terminológicos específicos. Tampoco fue posible contactar al cliente ni se indicaron guías de estilo. Se realizó, entonces, un encargo hipotético que sirvió como marco para desarrollar la traducción. Se consideraron las especificaciones brindadas en la consigna y se tomaron criterios (desarrollados en la sección del encargo) sobre otras cuestiones que surgieron en la traducción.

7. Uso de herramientas de asistencia a la traducción

Oliver (2016, p. 17) indica que “los programas de traducción asistida por ordenador engloban una serie de aplicaciones informáticas especialmente diseñadas para asistir de manera eficiente al traductor durante su trabajo”. Se optó por traducir con la herramienta de traducción asistida por ordenador SDL Trados Studio, que agilizó el proceso de traducción y sirvió para organizar el trabajo. El programa cuenta con la función de concordancia, que

ofrece sugerencias totales o parciales del texto de acuerdo con lo que encuentra en la memoria de traducción. En el texto se repiten muchas expresiones como las que aparecen en las tablas y figuras (*no flooding, flood type, citizen reading of water level gauge*) y también términos como *crowdsourcing, volunteered geographical information, flooding, modelling, citizen science y monitoring*, entre otros. Esta función permitió mantener la uniformidad terminológica. Por otra parte, gracias al uso de Trados, se pudo respetar el formato de las tablas, el tipo y tamaño de la fuente del original y el interlineado.

8. Conclusión

La traducción de un texto especializado como es el caso de *Citizen observations contributing to flood modelling: opportunities and challenges* implica un trabajo riguroso y exhaustivo por parte del traductor, quien debe utilizar todos sus conocimientos y recursos adquiridos para triunfar en la práctica. El grado de especificidad del tema del texto asignado, de reciente creación, la alta densidad terminológica, sumados a la complejidad propia del discurso científico, implicaron un gran desafío para su traducción y análisis. Para llevar a cabo una traducción que transmita el mismo significado del original, fue fundamental documentarse ante un texto de un calibre tan específico y complejo como lo son los textos interdisciplinarios especializados en hidrología y áreas afines, recurrir a la ayuda de expertos en el tema y estar actualizados en programas informáticos que contribuyen al proceso traductor.

La exposición a problemas de diferente índole y la constante toma de decisiones permitieron, sin lugar a dudas, conjugar la teoría y la práctica. La realización del presente trabajo final implicó un importante crecimiento profesional y resignificó la necesidad de transitar la especialización en traducción técnica y científica.

Referencias bibliográficas

- Alcina, A., Soler, V. y Estellés, A. (2005). Internet como instrumento para la documentación en terminología y traducción. Hacia las plataformas de recursos electrónicos para el traductor especializado. En Soles Salvador, D. (Ed.), *La biblioteca de Babel: documentarse para traducir* (221-242). Granada: Editorial Comares. Recuperado de <https://bit.ly/397Awfc>
- Arroyave Tobón, A. y Quiroz Herrera, G. (2012). *Consideraciones didácticas para la enseñanza de sintagmas nominales con premodificación compleja del inglés al español* (Núcleo 29, pp. 179-215). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia
- Bonet, J. (2004). La necesaria especialización del traductor técnico. En C. Gonzalo García y V. García Yebra (Ed.), *Manual de documentación y terminología para la traducción especializada* (pp. 37-48). Madrid: Ed. Arco/Libros.
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Kar-pouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T., Tilahun, S., Van Hecken, G. y Zhumanova, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2(26). Recuperado de <https://bit.ly/3fpCGIp>
- Cabré, M. T. (2000). El traductor y la terminología: necesidad y compromiso. *Panace@: Revista de Medicina, Lenguaje y Traducción*, 1(2), 2-3.
- Cabré, M.T. (2004) La terminología en la traducción especializada. En C. Gonzalo García y V. García Yebra. (Ed.), *Manual de documentación y terminología para la traducción especializada* (p. 1-37). Madrid: Arco/Libros.
- Claros Díaz, M. G. (2008). Un poco de estilo en la traducción científica: aquello que quieres conocer pero no sabes dónde encontrarlo. *Panace@: Revista de Medicina, Lenguaje y*

- Traducción*, 9(28), 145-158.
- Day, R. A. (2005). *Cómo escribir y publicar trabajos científicos* (3ª ed.). Washington, DC: Organización Panamericana de Salud.
- García Izquierdo, I. (2002). El género: plataforma de confluencia de nociones fundamentales en didáctica de la traducción. *Discursos, Série Estudos de tradução*, 2,13-21.
- Guirao-Goris, J.A; Ferrer Ferrandis, E. y Olmedo Salas, A. (2008). El artículo de revisión. *Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria*, 1(1), 1-25.
- Hurtado Albir, A. (2001). *Traducción y Traductología. Introducción a la Traductología*. Madrid: Cátedra Lingüística.
- Hurtado Albir, A. (2008). *Traducción y traductología* (Cuarta). Madrid: Ediciones Cátedra.
- Hurtado Albir, A. (2013). *Traducción y traductología* (Quinta). Madrid: Ediciones Cátedra.
- Icart Isern M.T y Canela-Soler J. (1994). El artículo de revisión. *Enferm Clin*, 4 (4); 180-184.
- Mladenic, D., Lavrač, N., Bohanec, M., y Moyle, S. (Eds.). (2003). *Data mining and decision support: Integration and collaboration*. Massachusetts, Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers.
- Nord, C. (1991). *Text Analysis in Translation. Theory, Methodology and Didactic Application of a Model for Translation-Oriented Text Analysis*. Ámsterdam: Rodopi.
- Nord, C. (2009). El funcionalismo en la enseñanza de traducción. *Mutatis Mutandis: Revista Latinoamericana de Traducción*, 2, 209-243.
- Obregón, N. y Fragala, F. (2003). Sistemas Inteligentes, Ingeniería e Hidroinformática. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 1, (13), pp. 71-82.
- Oliver, A. (2016). *Herramientas tecnológicas para traductores*. Barcelona. Editorial UOC.
- Puiatti de Gómez, H. (2005). El artículo de investigación científica, en L. Cubo de Severino, (coord.) *Los textos de la ciencia. Principales clases del discurso académico-científico*. (pp. 23-91). Córdoba: Comunic-arte Editorial.
- Ramón García, N. (2002). *Semántica y sintaxis: el sintagma nominal en un estudio*

- contrastivo inglés-español*. *Miscelánea: A Journal of English and American Studies*, 25.
- Real Academia Española. (2018). *Libro de estilo de la lengua española según la norma panhispánica*. Madrid: Espasa.
- Viessman, W. y Lewis, G. (2003). *Introduction to Hydrology*. Pearson Education Inc., 5ª ed.
- Vinay, J.P. y Darbelnet, J. (1958). *Comparative Stylistics of French and English: A methodology for translation*. Ed. Les éditions Didier, Paris.

ANEXO

1. Fuentes terminológicas

- Adrien, N (2003). *Computational Hydraulics and Hydrology: an illustrated dictionary*. CRC Press. Recuperado de <https://bit.ly/2KDo90x>
- IATE- European Union Terminology (2000). Recuperado de <http://iate.europa.eu/SearchByQueryLoad.do?method=load>
- Lanza Espino, G., Martínez, C., Martínez, S. y Pulido, S. (1999). *Diccionario de Hidrología y ciencias afines*. Distrito Federal, México: Guadalupe de la Lanza Espino: Plaza y Valdés. Recuperado de <https://bit.ly/39gQIQK>
- METEOTERM- Organización Meteorológica Mundial (2019). Recuperado de <https://public.wmo.int/es/recursos/meteoterm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). *Portal Terminológico de la FAO*. <https://bit.ly/2IJXmym>
- Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). *Glosario Hidrológico Internacional* (385). Recuperado de <https://bit.ly/3q0N91E>
- Ortiz Aguirre, R. (1996). *Glosario geohidrológico*. Facultad de Ingeniería- Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. Recuperado de <https://bit.ly/3nQOKoS>

Space4Water Portal (2012). United Nations. Recuperado de <https://www.space4water.org/>
Terminology Coordination. European Parliament. DG Trad. Recuperado de
<https://bit.ly/3pUb8zI>

UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de
<https://unterm.un.org/UNTERM/portal/welcome>

2. Fuentes de documentación temática

Arakawa, Y. y Matsuda, Y. (2016). Gamification Mechanism for Enhancing a Participatory Urban Sensing: Survey and Practical Results. *Journal of Information Processing*, 24(1), 31–38. DOI: <https://doi.org/10.2197/ipsjjip.24.31>

Arias, P., Caamaño, J., Lorenzo, H. y Badaoui, A. (2020). Fotogrametría digital de objeto cercano: una técnica alternativa para el conocimiento y conservación del patrimonio rural. Universidad de Vigo, España. Recuperado de <https://bit.ly/31lpfTY>

Arsanjania, J., Helbich, M., y Bakillah, M. (2013). Exploiting volunteered geographic information to ease land use mapping of an urban landscape. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-4/W1, 29th Urban Data Management Symposium, 29 – 31 May, 2013, London, United Kingdom. Recuperado de <https://bit.ly/399GAnG>

Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, S., Steenhuis, T., ... Zhumanova, M. (2014) Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Front. Earth Sci.* DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2014.00026>

Casley, D. y Kumar, K. (1990). *Recopilación, análisis y uso de los datos de seguimiento y evaluación*. Madrid.

- Cenicaña (2012). *Protocolo hidrológico, protocolo biodiversidad, protocolo socioeconómico. Protocolos elaborados para medir el impacto de las intervenciones del Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad*. Cali. Recuperado de: <https://bit.ly/3zykXYq>
- Coastal Hazard Wheel (CHW) (2016). Recuperado de: <https://www.coastalhazardwheel.org/>
- Copernicus Emergency Management Service. (n.d.). European Commission. Recuperado de <https://emergency.copernicus.eu/>
- De Moor, T., Rijpma, A. y Prats López, M. (2019). Dynamics of Engagement in Citizen Science: Results from the “Yes, I do!”-Project. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), p.38. DOI: <http://doi.org/10.5334/cstp.212>
- EcoExploratorio: Museo de Ciencias de Puerto Rico (2019). Recuperado de: <https://bit.ly/349gqyg>
- European Environment Agency. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/about-us>
- FloodInfo. Office of Public Works. Recuperado de <https://www.floodinfo.ie/>
- Hernández Magaña A., y Valverde F. (2016). Información Geográfica Voluntaria (IGV), estado del arte en Latinoamérica. *Revista Cartográfica*, 93, 35-55. Recuperado de <https://bit.ly/35Zzjoy>
- Hydrology and Earth System Sciences (HESS) (1997). An interactive open-access journal of the European Geosciences Union. Recuperado de <https://www.hydrology-and-earth-system-sciences.net/>
- Leibovici, D., Evans, B., Barry, Hodges, C., Wiemann, S., Meek, S., Rosser, J. y Jackson, M. (2015). On data quality assurance and conflation entanglement in crowdsourcing for environmental studies. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(3), 195-202. Recuperado de: <https://bit.ly/3j9RkDX>
- López, V. y Pérez, J. (2011). Técnicas de recopilación de datos en la investigación científica. *Rev. Act. Clin. Med* [online]. 2011, vol.10. Recuperado de: <https://bit.ly/3jG6Ri5>
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S. y Boehm, J. (2014). *Close-Range Photogrammetry and 3D*

- Imaging* (Second Edition). De Gruyter, Berlín, Alemania. Recuperado de: <https://bit.ly/3o2WFAt>
- Meek, S., Jackson, M. y Leibovici, D. (2014). A flexible framework for assessing the quality of crowdsourced data. Huerta, Schade, Granell (Eds): *Connecting a Digital Europe through Location and Place*. Recuperado de <https://bit.ly/2UQovTg>
- Mladenic, D., Lavrač, N., Bohanec, M. y Moyle, S. (2003). *Data mining and decision support- Integration and collaboration*. Kluwer Academic Publishers. Norwell, Massachusetts. Recuperado de <https://bit.ly/39aT5iK>
- Romero-Rodríguez, L., Torres-Toukoumidis, A. y Aguaded, I. «Ludificación y educación para la ciudadanía. Revisión de las experiencias significativas». *Educación*, [en línea], 2017, Vol. 53, n.º 1, pp. 109-28. Recuperado de: <https://bit.ly/3jqaCbk>
- Schultz, G.A. y Engman, E.T (eds) 2000. *Remote Sensing in Hydrology and Water Management*. Springer-Verlag, Berlin.
- Tapscott, D. y Williams, A. (2007). *Wikinomics: la nueva economía de las multitudes inteligentes*. Paidós. Recuperado de: <https://bit.ly/31ngqt0>
- UN-Spider Knowledge Portal. *Space-based information for Disaster Management and Emergency Response*. Recuperado de <http://www.un-spider.org/space-application/satellite-technology>
- Vincenti, S., Puetate, A., Acevedo, R., Borbor-Córdova, M. y Stewart-Ibarra, A. (2016). Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómenos de El Niño. Caso de estudio: Machala. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2), 53-68. Recuperado de: <https://bit.ly/3o8s3xm>
- World Meteorological Organization y Global Water Partnership (2013). *Integrated Flood Management tool series: flood mapping* (20). Recuperado de: <https://bit.ly/34cI5hO>

3. Visualización de la macroestructura

0.0. Abstract
1.0. Introduction
1.1. Citizen science
2.0. Flood-related crowdsourced data
2.1. Water level
2.2. Velocity
2.3. Flood extent
2.4. Land cover/land use
2.5. Topography
2.6. Summary analysis
3.0. Crowdsourced data in flood modeling
3.1. Crowdsourced data information content
4.0. Opportunities and challenges
5.0. Conclusions and recommendations
6.0. References

4. Datos sobre la especialista que colaboró con el trabajo

CLARITA MARIA, DASSO - Datos académicos

- 1. Título:** Geóloga
- 2. Grado:** Universitario
- 3. Disciplina:** Responsable Técnico de Proyectos C. y T
- 4. Especialización:** Especialidad en Proyectos C y T.
 - 4.1. Tareas específicas:**
 - a) análisis y aplicaciones del hietograma instantáneo del Modelo DIT;
 - b) modelación hidrológica en cuencas serranas de respuestas repentina

(modelos desimulación, pronóstico y predicción);

c) regionalización de variables hidrometeorológicas y de diseño en la región centronorte del país y

d) estudios hidrológicos en cuencas de montaña sometidas a distintos usos del suelo.

5. Cargos

a) coordinación del área Hidrología del INA-CIRSA (personal, proyectos, actividades permanentes y otros) y

b) supervisión de los Servicios de Alerta de Crecidas (SAC) en Cuenca del Río San Antonio y de Alerta Temprana de Lluvias (ATLL) en otras cuencas de la zona: control del desarrollo técnico del proyecto, de la calidad de la información, del cumplimiento de los protocolos, entrenamiento y capacitación del personal asignado a guardias, entre otros.

6. Docencia: Cátedra de Hidrología General (FCEFyN-UNC), dictado de clases, exámenes, viajes de campos, dirección de adscriptos, trabajos finales y prácticas supervisadas.

6.1. Cargos específicos:

a) organización y planificación de contenidos en asignatura Geología de los Recursos Hídricos (nuevo plan de estudios de Geología);

b) organización y dictado de cursos de capacitación profesional sobre lluvias de diseño en Córdoba, en el marco del Convenio INA- Colegio de Ingenieros Civilesde Córdoba;

c) organización y dictado de cursos de capacitación a profesionales de las Regionales Capital, Villa María, Bell Ville y otros;

d) participación en la Organización de Eventos de Ciencia y Técnica (Taller EHRAS2015) y otros. Asistencia a Eventos de CyT y

e) dirección de becarios y pasantes INA. A cargo de trabajos finales y prácticas supervisadas en la UNC y la UCC.

5. Gestión terminológica

1.

Término (IN)	boundary conditions
Definición (IN)	Set of conditions to be satisfied by the solution of a differential equation at the boundaries of the region in which the solution is sought.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	condiciones de contorno
Definición (ES)	Conjunto de condiciones que debe satisfacer la solución de una ecuación diferencial en los límites de la región en la que se busca dicha solución.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

2.

Término (IN)	citizen observatory
Definición (IN)	A software platform created in order to obtain volunteered information about a specific topic through different devices (e.g. web browser, mobile application and SMS), and allow their visualization. In this manner, a CO can be used to share information about flood risks, such as water height in the riverbeds or flooded areas.
Fuente (s)	Degrossi, L., Porto De Albuquerque, J., Fava, M. y Mendiondo, E. (1-3 de julio de 2014). <i>Flood Citizen Observatory: a crowdsourcing-based approach for flood risk management in Brazil</i> [Presentación en papel]. International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, Vancouver, Canadá. Recuperado de: https://bit.ly/3dDZjrD
Equivalente (ES)	observatorio ciudadano
Definición (ES)	Forma asociativa en la que un conjunto de ciudadanos o de sus organizaciones, se interesan por entender, analizar o cambiar su entorno, y para tal efecto se agrupan en un espacio autónomo y con independencia técnica con respecto de las agencias gubernamentales, con el fin de darle seguimiento a una o a diversas problemáticas políticas, económicas o sociales o a las políticas públicas orientadas a atenderlos.
Fuente(s)	Natal, A. y Díaz., O. (2014). <i>Observatorios ciudadanos: nuevas formas de participación de la sociedad</i> . Ediciones Gernika, S.A. Recuperado de: https://bit.ly/31o1haN

3.

Término (IN)	citizen science
Definición (IN)	The participation of the general public in the research design, data collection and interpretation process together with scientists. participation of the general public (i.e., non-scientists) in the generation of new scientific knowledge
Fuente (s)	Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, S., Steenhuis, T., ... Zhumanova, M. (2014) Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. <i>Front. Earth Sci.</i> Recuperado de: https://bit.ly/3o3TRTN
Equivalente (ES)	ciencia ciudadana
Definición (ES)	Ciencia que involucra al público general en actividades científicas y fomenta la contribución activa de los ciudadanos a la investigación a través de su esfuerzo intelectual, su conocimiento general, o sus herramientas y recursos. Los participantes aportan datos experimentales y facilidades para la investigación, plantean nuevas preguntas y crean, junto a los investigadores, una nueva cultura científica.
Fuente(s)	UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de: https://bit.ly/3m1Yc8g

4.

Término (IN)	close-range photogrammetry
Definición (IN)	Three-dimensional measurement technique which uses central projection imaging as its fundamental mathematical model. It encompasses methods of image measurement and interpretation in order to derive the shape and location of an object from one or more photographs of that object.
Fuente (s)	Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S. y Boehm, J. (2014) <i>Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging</i> (Second Edition). De Gruyter, Berlín, Alemania. Recuperado de: https://bit.ly/3o2WFAt
Equivalente (ES)	fotogrametría de objeto cercano
Definición (ES)	Técnica de medición indirecta que permite formular modelos 3D a partir de fotografías 2D; es indirecta porque las mediciones no se efectúan sobre el objeto, sino sobre imágenes del mismo.
Fuente(s)	Arias, P., Caamaño, J., Lorenzo, H. y Badaoui, A. (2020). Fotogrametría digital de objeto cercano: una técnica alternativa para el conocimiento y conservación del patrimonio rural. Universidad de Vigo, España. Recuperado de: https://bit.ly/311pfTY

5.

Término (IN)	coastal flood
---------------------	---------------

Definición (IN)	The sudden and abrupt inundation of a coastal environment caused by a short-term increase in water level due to a storm surge and extreme tides.
Fuente (s)	Coastal Hazard Wheel (CHW) (2016). Recuperado de: https://bit.ly/3o4MKu5
Equivalente (ES)	inundación costera
Definición (ES)	Inundaciones que surgen como consecuencia del fuerte oleaje, por centros de baja presión, frentes fríos, ciclones tropicales o tsunamis.
Fuente(s)	EcoExploratorio: Museo de Ciencias de Puerto Rico (2019). Recuperado de: https://bit.ly/37lPk9a Equivalente: Vincenti,S., Puetate, A. , Acevedo, R., Borbor-Córdova, M. y Stewart-Ibarra, A. (2016). Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómenos de El Niño. Caso de estudio: Machala. <i>La Granja: Revista de Ciencias de la Vida</i> , 24(2), 53-68. Recuperado de: https://bit.ly/3o8s3xm

6.

Término (IN)	crowdsourcing
Definición (IN)	Data collected from the public as volunteer geographical information (VGI)
Fuente (s)	Leibovici, D., Evans, B., Barry, Hodges, C., Wiemann, S., Meek, S., Rosser, J. y Jackson, M. (2015). On data quality assurance and conflation entanglement in crowdsourcing for environmental studies. <i>ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> , 2(3), 195-202. Recuperado de: https://bit.ly/3j9RkDX
Equivalente (ES)	colaboración masiva
Definición (ES)	Colaboración que se fundamenta en individuos y empresas que utilizan tecnologías informáticas y de la comunicación ampliamente distribuidas para conseguir resultados compartidos mediante asociaciones voluntarias flexibles.
Fuente(s)	Tapscott, D. y Williams, A. (2007). <i>Wikinomics: la nueva economía de las multitudes inteligentes</i> . Paidós. Recuperado de: https://bit.ly/31ngqt0 Morozov, E (2015). <i>La locura del solucionismo tecnológico</i> . Katz editores. Recuperado de: https://bit.ly/31lmF0a

7.

Término (IN)	data collection (system)
Definición (IN)	Coordinated system for collecting observations from a hydrological network and the transmission of the observations to a data processing facility.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jbIsii
Equivalente (ES)	(sistema de) recopilación de datos

Definición (ES)	Sistema orientado a reunir datos y observaciones mediante técnicas que proporcionan información de forma lógica y ordenada.
Fuente(s)	Casley, D. y Kumar, K. (1990). <i>Recopilación, análisis y uso de los datos de seguimiento y evaluación</i> . Madrid. <hr/> López, V. y Pérez, J. (2011). Técnicas de recopilación de datos en la investigación científica. <i>Rev. Act. Clin. Med</i> [online]. 2011, vol.10. Recuperado de: https://bit.ly/3jG6Ri5

8.

Término (IN)	data mining
Definición (IN)	A class of database applications that look for hidden patterns in a group of data that can be used to predict future behavior.
Fuente (s)	UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de: https://bit.ly/31GAy9F
Equivalente (ES)	minería de datos
Definición (ES)	Proceso analítico diseñado para explorar grandes cantidades de datos (típicamente relacionados con el mercado o los negocios) con el fin de investigar patrones consistentes y/o relaciones sistemáticas entre variables y luego validar los resultados aplicando modelos detectados para nuevos subgrupos de datos.
Fuente(s)	UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de: https://bit.ly/31GAy9F

9.

Término (IN)	digital elevation model
Definición (IN)	Computerized representation of land surface elevation.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	modelo digital del terreno
Definición (ES)	Representación en formato digital de la cota de la superficie del terreno.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

10.

Término (IN)	discharge
Definición (IN)	Volume of water flowing through a river (or channel) cross-section per unit time
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	caudal

Definición (ES)	Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en una unidad de tiempo.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

11.

Término (IN)	distributed intelligence
Definición (IN)	Systems of entities working together to reason, plan, solve problems, think abstractly, comprehend ideas and language, and learn. Entity is defined as any type of intelligent process or system, including agents, humans, robots, smart sensors, and so forth.
Fuente(s)	Parker, L. (2008). Distributed Intelligence: Overview of the Field and its Application in Multi-Robot Systems. <i>Journal of Physical Agents</i> , 2 (1). Recuperado de: https://bit.ly/3m4xAmR
Equivalente (ES)	inteligencia artificial distribuida
Definición (ES)	Sistemas inteligentes compuestos por un conjunto de agentes. Su objeto es el estudio de las técnicas y el conocimiento necesario para la coordinación y distribución del conocimiento y las acciones en un entorno con múltiples agentes.
Fuente(s)	Monteserin (2018). Agentes inteligentes e IA. Facultad de Ciencias Exactas- UNICEN. CONICET. Recuperado de: https://bit.ly/3jf2fMB Enfoque sistémico-cibernético del futuro de la inteligencia artificial (2007). <i>Inteligencia artificial distribuida</i> . Recuperado de: https://bit.ly/3dGH8l4

12.

Término (IN)	engagement
Definición (IN)	Psychological term often used in human resource management and in the study of online services and their users. It refers to a positive affective-cognitive feeling that is observable in people's perseverance in pursuing an activity that requires time, effort, and/or concentration.
Fuente (s)	De Moor, T., Rijpma, A. y Prats López, M. (2019). Dynamics of Engagement in Citizen Science: Results from the "Yes, I do!"-Project. <i>Citizen Science: Theory and Practice</i> , 4(1), p.38. DOI: http://doi.org/10.5334/cstp.212
Equivalente (ES)	implicación
Definición (ES)	Participación en un asunto o circunstancia. Formas más comunes a través de las cuales la mayoría de los ciudadanos interactúan con la ciencia y la tecnología: participación, interés y seguimiento.
Fuente(s)	Lobera, J. y Torres-Albero, C. (2018). <i>Percepción social de la ciencia y la tecnología</i> . Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. Recuperado de: https://bit.ly/34fjfy4

13.

Término (IN)	flash flood
Definición (IN)	Flood of short duration with a relatively high peak discharge

Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	crecida repentina
Definición (ES)	Crecida de corta duración con un caudal máximo relativamente elevado
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

14.

Término (IN)	flood
Definición (IN)	Rise, usually brief, in the water level of a stream or water body to a peak from which the water level recedes at a slower rate.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii FloodInfo. Office of Public Works. Recuperado de: https://bit.ly/2TaQdJt
Equivalente (ES)	crecida
Definición (ES)	Elevación, generalmente rápida, del nivel de agua de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

15.

Término (IN)	flood forecasting
Definición (IN)	Prediction of state, discharge, time of occurrence and duration of a flood, especially of the peak flood, at a specified point in a stream, resulting from precipitation and/or snowmelt
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	previsión de crecidas
Definición (ES)	Prevención del nivel, caudal, tiempo de ocurrencia y duración de una crecida, especialmente de su caudal máximo en un punto determinado, producida por la precipitación y/o el deshielo en la cuenca.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

16.

Término (IN)	flood risk map
---------------------	----------------

Definición (IN)	Maps that integrate the potential hazards with the vulnerabilities of existing or potential economic activities when exposed to floods of a range of probabilities. The term “flood risk map” is frequently used but often not in its narrow sense.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y Global Water Partnership (2013). <i>Integrated Flood Management tool series: flood mapping</i> (20). Recuperado de: https://bit.ly/34cI5hO
Equivalente (ES)	mapa de riesgo de inundación
Definición (ES)	Mapas que integran las amenazas potenciales con las vulnerabilidades de actividades económicas cuando se exponen a inundaciones de un rango de probabilidades
Fuente(s)	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2017). <i>Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación</i> . Centro Nacional de Modelación. Bogotá, D.C. 110 páginas. Recuperado de: https://bit.ly/3o6X5Wx Huerta, L (1999). <i>Los sistemas de información geográfica en los riegos naturales y en el medio ambiente</i> . Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. Recuperado de: https://bit.ly/3khuDyK Jiménez Álvarez, A., Monreal, T., y Montañés, C. (2003). Elaboración de una cartografía de riesgo de inundación en la plana inundable del río Júcar. <i>Revista Digital Del Cedex</i> , (131). Recuperado de: https://bit.ly/3oc4TXd

17.

Término (IN)	flooding
Definición (IN)	Overflowing by water of the normal confines of a watercourse or other body of water.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jb1sji
Equivalente (ES)	inundación
Definición (ES)	Desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jb1sji

18.

Término (IN)	flow velocity
Definición (IN)	Vector indicating the speed and direction, at a point, of a moving liquid.
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jb1sji
Equivalente (ES)	velocidad del flujo

Definición (ES)	Vector que indica en un punto la velocidad y dirección del movimiento de un líquido
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

19.

Término (IN)	gamification
Definición (IN)	Technique that introduces various positive effects of games into non-game systems. It is a concept that introduces game mechanics and game design into non-gaming systems to prompt changes in user behavior.
Fuente (s)	Arakawa, Y. y Matsuda, Y. (2016). Gamification Mechanism for Enhancing a Participatory Urban Sensing: Survey and Practical Results. <i>Journal of Information Processing</i> , 24(1), 31–38. DOI: https://doi.org/10.2197/ipsjip.24.31
Equivalente (ES)	ludificación
Definición (ES)	Aplicación de estrategias de juegos en espacios o ámbitos cuya naturaleza no es lúdica. Su principal finalidad es motivar el cambio de comportamientos hacia un objetivo concreto.
Fuente(s)	Romero-Rodríguez, L., Torres-Toukoumidis, A. y Aguaded, I. «Ludificación y educación para la ciudadanía. Revisión de las experiencias significativas». <i>Educación</i> , [en línea], 2017, Vol. 53, n.º 1, pp. 109-28. Recuperado de: https://bit.ly/3jqcBbk

20.

Término (IN)	gauging station
Definición (IN)	Location on a stream where measurements of water level and/or discharge are made systematically
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	estación de aforo
Definición (ES)	Lugar en un curso de agua en el que se mide el nivel y/o el caudal de forma sistemática.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

21.

Término (IN)	hydrodynamic model
Definición (IN)	Flow model where the movement of fluids is described by a set of hydrodynamic equations that represent, in general, the combination of a mass balance equation with either a velocity equation, resulting from an empirical relation such as Darcy's law, or momentum equations, such as Navier–Stokes equations

Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	modelo hidrodinámico
Definición (ES)	Modelo de flujo en el que el movimiento de los fluidos se describe mediante un conjunto de ecuaciones hidrodinámicas que, en general, representan una combinación de la ecuación del balance de masas junto con una ecuación de la velocidad obtenida a partir de una relación empírica como la ley de Darcy o de las ecuaciones de conservación de la cantidad de movimiento como las ecuaciones de Navier-Stokes.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

22.

Término (IN)	land cover
Definición (IN)	The type of surface layer of the specific land area, including vegetation, barren land, open water bodies and artificial surfaces that can be observed in the field and recorded by aerial or satellite remote sensing.
Fuente (s)	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020). <i>Portal Terminológico de la FAO</i> . https://bit.ly/2IJXmym
Equivalente (ES)	cobertura del suelo
Definición (ES)	Cubierta biofísica observada sobre la superficie terrestre.
Fuente(s)	Hernández, R., Robledo, H., Rivera, M., Rogelio, J. y Vázquez, I. (2006). Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000. <i>Revista Investigaciones geográficas</i> , (59), 26-42. Recuperado de: https://bit.ly/31KAfdZ

23.

Término (IN)	land use
Definición (IN)	A series of operations on land, carried out by humans, with the intention to obtain products and/or benefits through using land resources.
Fuente (s)	Michigan State University (MSU) Extension. Recuperado de: https://bit.ly/3ofHgwX
Equivalente (ES)	uso del suelo
Definición (ES)	Término definido por las asignaciones derivadas de la actividad humana en un territorio. Se caracteriza por el arreglo, actividad y producción que hace la gente en un cierto tipo de cubierta para producir, cambiar o mantener esta cobertura del suelo.

Fuente(s)	Biodiversidad mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de: https://bit.ly/2FMHMAY Hernández, R., Robledo, H., Rivera, M., Rogelio, J. y Vázquez, I. (2006). Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000. <i>Revista Investigaciones geográficas</i> , (59), 26-42. Recuperado de: https://bit.ly/31KAfdZ Equivalente: <i>Mapas de cobertura del suelo de la provincia de Córdoba 2017/2018</i> (2018). CONICET-IDECOR. Recuperado de: https://bit.ly/35hUZdO
------------------	--

24.

Término (IN)	large-scale particle image velocimetry
Definición (IN)	An extension of quantitative imaging techniques for measurements of water surface velocities using inexpensive standard video equipment.
Fuente (s)	Meselhe, E. A., Peeva, T. y Muste, M. (2004). Large Scale Particle Image Velocimetry for Low Velocity and Shallow Water Flows. <i>Journal of Hydraulic Engineering</i> . Recuperado de: https://bit.ly/3kZsSG0
Equivalente (ES)	velocimetría por imágenes de partículas a gran escala
Definición (ES)	Técnica muy reciente de medición no intrusiva que permite obtener el campo de velocidades del flujo de manera instantánea.
Fuente(s)	Vaschalde, T., Rico, A. y Dasso, C. (2018). <i>Calibración de modelo hidráulico HEC-RAS 2D en una cuenca no aforada de la provincia de Córdoba, Argentina</i> . Comunicación presentada en el XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: https://bit.ly/2UW4pqx

25.

Término (IN)	lidar
Definición (IN)	A remote sensing method that uses light in the form of a pulsed laser to measure ranges (variable distances) to the Earth. It stands for <i>Light Detection and Ranging</i> .
Fuente (s)	NOAA. What is lidar? National Ocean Service website. Recuperado de: https://bit.ly/3oe7xeV
Equivalente (ES)	lidar
Definición (ES)	Sistema de medición masiva de posiciones de forma remota, basado en un sensor de barrido laser (región espectral del infrarrojo) que emite pulsos y registra los retornos contra la superficie
Fuente(s)	Zamora-Martínez, C. (2017). La tecnología LiDAR, herramienta útil para el estudio de la biodiversidad. <i>Revista mexicana de ciencias forestales</i> , 8(39), 4-6. Recuperado de: https://bit.ly/3dW6MTa European Union terminology (IATE). Recuperado de: https://bit.ly/3jmNzLt

26.

Término (IN)	mapping
Definición (IN)	Process which involves both a 'complex architecture of signs' (graphic elements with internal forms and logics capable of theoretical disconnection from any geographical reference) and a 'visual architecture' through which the worlds they construct are selected, translated, organized and shaped.
Fuente (s)	Cosgrove, D. (1999). <i>Mappings</i> . Reaktion books. Recuperado de: https://bit.ly/31surpd
Equivalente (ES)	cartografía
Definición (ES)	Ciencia, técnica y arte de la elaboración y uso de los mapas.
Fuente(s)	Rystedt, B. (s.f). La cartografía. En F. Ormeling y B. Rystedt (Eds.), <i>El mundo de los mapas</i> (pp.7-13). Madrid, España. Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (SECFT), 2015. Recuperado de: https://bit.ly/35nNiCP UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de: https://bit.ly/37xJzpe

27.

Término (IN)	modelling
Definición (IN)	Use of a theoretical scheme, usually in a mathematical form, of a system or a complex reality that is developed to facilitate its understanding and the study of its behaviour.
Fuente (s)	UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de: https://bit.ly/2HwIDY3
Equivalente (ES)	modelización
Definición (ES)	Empleo de un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.
Fuente(s)	UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database (2012). Recuperado de: https://bit.ly/2HwIDY3

28.

Término (IN)	monitoring
Definición (IN)	Continuous or frequent standardized observation, measurement and evaluation of phenomena occurring in the environment, used for warning or control
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	monitoreo
Definición (ES)	Verificación, seguimiento y evaluación de acciones realizadas en una determinada zona o sitio de interés particular, buscando definir el impacto causado en este, bien sea positivo o negativo.

Fuente(s)	Cenicaña (2012). <i>Protocolo hidrológico, protocolo biodiversidad, protocolo socioeconómico. Protocolos elaborados para medir el impacto de las intervenciones del Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad</i> . Cali. Recuperado de: https://bit.ly/3zykXYq
------------------	--

29.

Término (IN)	participatory science
Definición (IN)	A form of public involvement in scientific research. Participatory science practices to ascertain the exact state of affairs are part of making environmental decision making more transparent, and can increase the trust of the community in the conclusions of experts.
Fuente (s)	Haklay, M. (2015). <i>Citizen science and policy: a European perspective</i> . The Woodrow Wilson Center, Commons Lab. Recuperado: https://bit.ly/31yP82L
Equivalente (ES)	ciencia participativa
Definición (ES)	Herramienta que desempeña un papel cada vez más importante en muchos campos, incluida la astronomía, la meteorología y la medicina. Se ha presentado como una herramienta para fortalecer a la comunidad, en acercar la ciencia y generar beneficios sociales e información científica que de otra forma no se podrían realizar. La información de la ciencia participativa permite contribuir a la toma de decisiones y obtener datos a gran escala espacio temporal.
Fuente(s)	Núñez- Farias, P., Cecci, F., Contreras, P., Cortez, J., Cuevas, F., Gallegos, A. y Ochoa, M. (2018). Ciencia ciudadana basada en el territorio de zonas áridas. Cocreación de proyectos para el estudio participativo del recurso hídrico y sus ecosistemas frágiles. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Chile. Recuperado de: https://bit.ly/2HoXVNU Cohero, J. (2018). AppEAR: Una aplicación móvil de ciencia ciudadana para mapear la calidad de los hábitats acuáticos continentales. <i>Revista Ecología Austral</i> , 28(2), 467-479. Recuperado de: https://bit.ly/35nqWBE

30.

Término (IN)	remote sensing
Definición (IN)	Measurement or acquisition of information on some property of an object or phenomenon by a recording device that is not in physical or direct contact with the object or phenomenon under study
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsij
Equivalente (ES)	teledetección
Definición (ES)	Adquisición de información o medición de alguna propiedad de un objeto o fenómeno mediante un mecanismo de medida que no está en contacto físico o directo con el objeto o fenómeno bajo estudio.
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsij

31.

Término (IN)	surface flow
Definición (IN)	That part of the precipitation which flows on the ground surface
Fuente (s)	World Meteorological Organization y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2012). <i>International Glossary of Hydrology</i> (385). Recuperado de: https://bit.ly/3jblsii
Equivalente (ES)	flujo superficial
Definición (ES)	Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo
Fuente(s)	Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). <i>Glosario Hidrológico Internacional</i> (385). Recuperado de https://bit.ly/3jblsii

32.

Término (IN)	unmanned aerial vehicle
Definición (IN)	An aircraft without a human pilot on board, whose flight is controlled either autonomously by computers in the vehicle, or under the remote control of a pilot on the ground or in another vehicle
Fuente (s)	Duan, H. y Li, Pei. (2014). <i>Bio-inspired Computation in Unmanned Aerial Vehicles</i> . Springer. Recuperado de: https://bit.ly/35vjR22
Equivalente (ES)	aeronave no tripulada
Definición (ES)	Aeronave destinada a volar sin piloto a bordo.
Fuente(s)	OACI. <i>Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)</i> . Cir 328. Recuperado de: https://bit.ly/3dMvbdM UNTERM – United Nations Multilingual Terminology Database(2012). Recuperado de: https://bit.ly/3joLUK1

33.

Término (IN)	volunteer geographic information (VGI)
Definición (IN)	The fusion of some enabling technologies, namely Web 2.0, geo-referencing, geo-tags, GPS, graphics and broadband communication, etc. which enables a large number of non-professional users to create, store, update and manage geographic information through an online collaborative manner.
Fuente (s)	Chen, H. (2017). Volunteered Geographic Information for Disaster Management with Application to Earthquake Disaster Databank & Sharing Platform. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 57 012015 Recuperado de: https://bit.ly/2ITnqXX
Equivalente (ES)	información geográfica voluntaria (IGV)
Definición (ES)	Información geográfica recopilada de forma organizada por voluntarios, con experiencia o sin ella, para usos colaborativos o proyectos con licencias libres.
Fuente(s)	Marín López-Pastor, J. J. (2019). La confianza de la Información Geográfica Voluntaria (IGV). <i>Revista Cartográfica</i> , (91), 123-131. Recuperado de: https://bit.ly/35nDDMF

34.

Término (IN)	water level gauge
Definición (IN)	An instrument to measure or find the depth or quantity of water or to indicate the height of its surface especially in a steam boiler
Fuente (s)	Merriam Webster dictionary. Recuperado de: https://bit.ly/37weCBC
Equivalente (ES)	limnómetro
Definición (ES)	Aparato usado en las instalaciones de aforo, para medir las oscilaciones del nivel de las aguas.
Fuente(s)	Antuña, J. (2009). <i>Léxico de la construcción</i> . Madrid. Recuperado de: https://bit.ly/3dME5YK
	Equivalente: Glosario de riego. Recuperado de: https://bit.ly/3dMD8j8