

**Categoría: Congreso Científico de la Fundación Salud, Ciencia y Tecnología 2023**

**ORIGINAL**

## **Remote sensing as a tool for natural disaster risk analysis: a bibliometric review**

### **Teledetección como herramienta para el análisis de riesgo de desastres naturales: una revisión bibliométrica**

Amarely Román-Mireles<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad de Carabobo, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología. Valencia, Venezuela.

**Citar como:** Román-Mireles A. Teledetección como herramienta para el análisis de riesgo de desastres naturales: una revisión bibliométrica. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2023; 2:390. <https://doi.org/10.56294/sctconf2023390>

Recibido: 29-05-2023

Revisado: 25-07-2023

Aceptado: 27-09-2023

Publicado: 28-09-2023

#### **ABSTRACT**

**Introduction:** remote sensing as a tool is a fundamental resource that helps to develop various applications for disaster risk management.

**Objective:** to conduct a bibliometric analysis of remote sensing as a tool for natural disaster risk analysis in Scopus between 2003 and 2023.

**Methods:** this was a bibliometric analysis that defined the metrics of scientific production. The indicators were obtained from 409 documents chosen from the Scopus database using keywords in English (Remote sensing, natural disaster).

**Results:** the data revealed a significant increase in the number of papers published on the topic (59,9 %) between 2019 and 2023. In addition, China (22,5 %; n=133) recorded the highest rate of scientific output, with the Chinese Academy of Sciences publishing the most (n=36). The journal Remote Sensing published 30 papers, while Natural Hazards received 720 citations, the most referenced author being Pradhan, B. (n=11 papers; 1587 citations).

**Conclusions:** studies on this topic have increased in number, subject variation and author cooperation, as remote sensing allows data to be collected from inaccessible or hazardous regions, enabling real-time monitoring and tracking of natural phenomena.

**Keywords:** Remote Sensing; Risk; Natural Disasters; Scientific Production.

#### **RESUMEN**

**Introducción:** la teledetección como herramienta, es un recurso fundamental que ayuda a desarrollar diversas aplicaciones para gestionar el riesgo de desastres.

**Objetivo:** realizar un análisis bibliométrico de la teledetección como herramienta de análisis del riesgo de desastres naturales en Scopus, entre los años 2003 y 2023.

**Métodos:** se trató de un análisis bibliométrico que definió las métricas de la producción científica. Los indicadores se obtuvieron a partir de 409 documentos elegidos de la base de datos Scopus utilizando palabras clave en inglés (Remote sensing, natural disaster).

**Resultados:** los datos revelaron un aumento significativo en el número de trabajos publicados sobre el tema (59,9 %) entre 2019 y 2023. Además, China (22,5 %; n=133) registró la mayor tasa de producción científica, y la Chinese Academy of Sciences fue la que más publicaciones realizó (n=36). La revista Remote Sensing publicó 30 documentos, mientras Natural Hazards recibió 720 citas, siendo el autor más referenciado Pradhan, B. (n=11 documentos; 1587 citas).

**Conclusiones:** los estudios sobre este tema han aumentado en cantidad, variación de la temática y cooperación de autoría, debido que la teledetección permite recoger datos de regiones inaccesibles o peligrosas, lo que posibilita la vigilancia y el seguimiento en tiempo real de los fenómenos naturales.

**Palabras clave:** Teledetección; Riesgo; Desastres Naturales; Producción Científica.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha crecido el interés por utilizar la teledetección para vigilar y comprender mejor los efectos de los desastres naturales.<sup>(1)</sup> Debido a que los fenómenos extremos, como fuertes tormentas, inundaciones, terremotos, sequías e incendios, son cada vez más frecuentes a medida que el mundo se enfrenta a las repercusiones del cambio climático.<sup>(2,3)</sup>

En ese orden de ideas, la teledetección puede ser una fuente de datos fiable para seguir la evolución de los peligros naturales.<sup>(4)</sup> De esta manera, los avances tecnológicos han permitido recopilar una gran cantidad de datos medioambientales, como la cubierta y el uso del suelo, la temperatura, la salud de la vegetación, salud de los cuerpos de agua y las precipitaciones.<sup>(5,6)</sup> Esta información puede ayudar a los científicos a detectar y controlar los cambios medioambientales que pueden desencadenar catástrofes naturales.<sup>(7)</sup> Consecuentemente, dado que las realidades de cada zona varían en función de su entorno y de la probabilidad de que se materialice un escenario de riesgo, éstos podrían reproducirse temporalmente para facilitar el diseño de acciones preventivas y correctivas para la disminución del riesgo de desastres.<sup>(8)</sup>

Por otra parte, los peligros naturales se definen como aquellos aspectos del entorno físico inmediato de una persona que son peligrosos debido a factores que escapan al control humano.<sup>(9)</sup> En concreto, el término peligro natural se refiere a todos y cada uno de los fenómenos hidrológicos, atmosféricos, geológicos (volcánicos y sísmicos) o provocados por incendios que, dependiendo de su localización, intensidad y frecuencia, pueden tener un impacto negativo sobre las personas, sus estructuras o sus rutinas diarias.<sup>(10,11)</sup>

Por consiguiente, ante la urgencia de localizar las amenazas potenciales para prevenir o atenuar la posible catástrofe que suponen, las tecnologías que permiten dimensionar las repercusiones y proporcionar datos oportunos para la toma de decisiones son el centro de estas iniciativas.<sup>(12)</sup> Los investigadores y expertos han respondido a esta demanda investigando cómo la teledetección y la tecnología conexas podrían mejorar el análisis del riesgo de desastres.<sup>(13)</sup> La planificación del uso del suelo, la prevención de catástrofes y la preparación ante las mismas son sólo algunas aplicaciones donde podrían lograrse estas mejoras.<sup>(14)</sup>

Debido al carácter repentino e imprevisible de muchas catástrofes naturales, es necesario disponer de un sistema de alerta fiable y oportuno.<sup>(15)</sup> Como resultado, la teledetección se utiliza ahora ampliamente como fuente eficaz para suministrar estos datos.<sup>(16)</sup> En ese orden de ideas, se ha demostrado que la teledetección tiene la capacidad para alertar a las autoridades en la gestión de catástrofes.<sup>(17)</sup> Sin embargo, se requieren estudios adicionales para perfeccionar los sensores, mejorar las técnicas de análisis de datos e identificar nuevos usos de la teledetección.<sup>(18)</sup> En consecuencia, los gobiernos e instituciones pueden salvar vidas invirtiendo en investigación y desarrollo para mejorar la eficacia de la teledetección para la alerta temprana.<sup>(19)</sup>

Por otra parte, la investigación demuestra que el desarrollo de la teledetección como herramienta para evaluar el riesgo de desastres naturales ha provocado cambios significativos en el ámbito de la información y el análisis territorial.<sup>(20,21)</sup> Por eso la bibliometría, el estudio de la cuantificación de la información sobre documentos y otros tipos de literatura, es tan útil para los investigadores: les permite seguir el crecimiento de las publicaciones académicas y extrapolar conclusiones significativas sobre la importancia de las obras examinadas.<sup>(22,23)</sup>

En ese orden de ideas, para las bases de datos que registran antecedentes de la ciencia y pretenden ofrecer información fidedigna sobre los descubrimientos y métodos de la investigación científica, esta característica está justificada.<sup>(24)</sup> En consecuencia, es necesario crear indicadores bibliométricos, para cuantificar los resultados de los análisis métricos de la producción científica en este ámbito o en campos de estudio estrechamente relacionados.<sup>(25,26)</sup>

Por lo tanto, la comprensión de la teledetección por parte de la comunidad académica puede explicarse y mostrarse mejor si la información se clasifica y analiza en función de una serie de indicadores bibliométricos, como el año de publicación, el país, área temática, tipo de documento, fuente y autoría. Partiendo de esta premisa, el estudio tiene como objetivo realizar un análisis bibliométrico de la teledetección como herramienta de análisis del riesgo de desastres naturales en Scopus, entre los años 2003 y 2023.

## **MÉTODOS**

La presente investigación es un estudio bibliométrico, descriptivo, transversal y retrospectivo, un método que utiliza estadísticas descriptivas para analizar objetivamente los datos publicados, lo que permite identificar temas y tendencias pertinentes en un determinado campo. En este contexto, Salinas y García<sup>(27)</sup> destacan la importancia de los artículos de revisión bibliométrica, argumentando que estos ofrecen una evaluación extensa y actualizada del estado del conocimiento en un tema particular, así como el beneficio de ser un procedimiento metódico, sistemático y reproducible que elimina la posibilidad de subjetividad.

Para recuperar los datos para el análisis bibliométrico se utilizó la colección primaria de la base de datos Scopus, reconocida en el mundo académico y utilizada habitualmente en la investigación de análisis bibliométricos.<sup>(28,29)</sup> La búsqueda se llevó a cabo con el uso de operadores booleanos como *remote AND sensing, natural AND disaster AND risk*. Además, el período de tiempo que se examinó fueron los últimos veinte años, precisamente entre 2003 a 2023, con el fin de disponer de un periodo de tiempo significativo para realizar el análisis.

El campo de búsqueda incluyó los títulos de los documentos, así como los resúmenes y las palabras clave asociadas a esas publicaciones. Para examinar la información que se recuperó de los documentos, se aplicaron filtros basados en una serie de descriptores, como el año de publicación (2003-2023) y el tipo de documento (artículo, libro, capítulo de libro). Como consecuencia de ello, se recopiló un total de 740 publicaciones y, tras la eliminación de duplicados y la normalización de metadatos, se extrajo de esas publicaciones una muestra de 409 documentos para su análisis.

Por otra parte, los registros extraídos de Scopus contienen información sobre los siguientes campos: autor, fuente, país, institución de afiliación, área temática y tipo de documento.<sup>(30)</sup> Para realizar el análisis bibliométrico, se utilizó Excel para codificar y analizar las estadísticas descriptivas, y el software VOSviewer V\_1.6.19 para generar y visualizar los datos del mapa de densidad de fuentes y palabras clave, el cual se ha aplicado en diversos campos de estudio e investigación y tiene la ventaja de concentrarse no sólo en la representación visual de los datos, sino también en su corrección e integridad estadística.<sup>(31)</sup>

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El estudio bibliométrico abarcó los trabajos publicados entre 2003 y 2023 sobre el uso de la teledetección para el análisis de riesgo de las catástrofes naturales. Como puede observarse en la figura

1, la producción académica sobre este tema ha ido en constante aumento durante todo el periodo de investigación, con un repunte significativo a partir de 2019. Como resultado, de las 409 publicaciones consideradas, 245 se han publicado sólo en los últimos cinco años, es decir, el 59,9 % del total. Además, 2022 fue el año con mayor producción (69 documentos publicados) en todo el mundo.

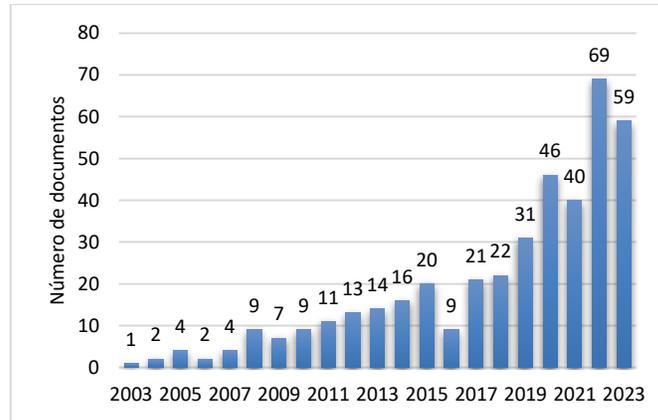


Figura 1. Evolución de publicación por año

Durante el periodo de estudio, se encontraron 132 revistas que publicaron trabajos sobre la teledetección como instrumento para el análisis de riesgo de desastres naturales. En la tabla 1 se observan las fuentes principales, reconociendo el mayor número de documentos publicados en la revista Remote Sensing (n=30; 10 %), seguida por Natural Hazards (n=22), Journal of Natural Disasters (n=10) y Science of the Total Environment (n=8). Por otra parte, la mayoría de las revistas están en los dos primeros cuartiles, con un factor de impacto superior a 5,5 en promedio.

Para organizar las diversas fuentes de literatura, se realizó un análisis de agrupación bibliográfica utilizando los datos de las fuentes elegidas. En la figura 2, se muestra que de este análisis surgen cuatro grandes grupos: el primero se centra en la fuente Natural Hazards (720 citas), el segundo en la revista Remote Sensing (502 citas), el tercero en la fuente Science of the Total Environment (194 citas) y el cuarto en Applied Sciences Switzerland (147 citas). En otras palabras, el análisis de las citas bibliográficas revela una estrecha relación entre las fuentes primarias y las publicaciones más citadas que aparecen en las mismas revistas.

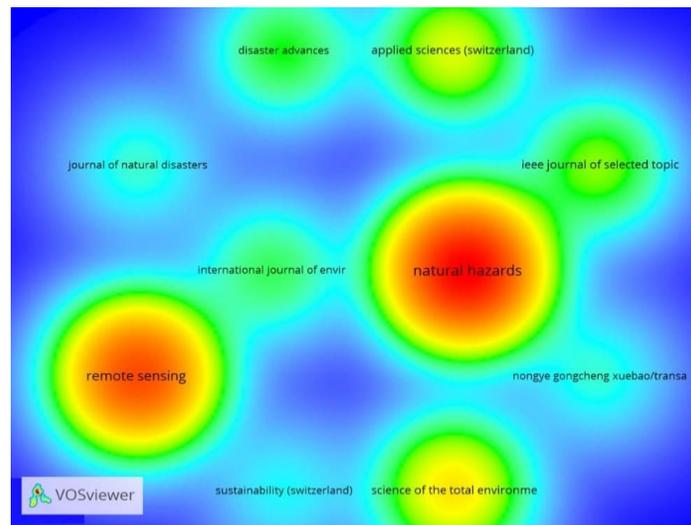


Figura 2. Mapa de densidad de agrupación de fuentes o revistas

**Tabla 1. Fuente o revista más productivas**

Fuente o Revista	Cantidad de documentos	Factor de impacto (2022)	Fuente o Revista	Cantidad de documentos	Factor de impacto (2022)
Remote Sensing	30	7,9	International Journal of Disaster Risk Reduction	4	7,4
Natural Hazards	22	5,5	International Journal of Remote Sensing	4	7,0
Journal of Natural Disasters	10	1,1	Land	4	3,7
Science of the Total Environment	8	16,8	Water Switzerland	4	5,5
International Journal of Environmental Research and Public Health	7	5,4	Wuhan Daxue Xuebao Xinxu Kexue Ban	4	2,1
Sustainability Switzerland	7	5,8	Geomatics and Information Science of Wuhan University	3	8,1
Applied Sciences Switzerland	6	4,5	Applied Geography	3	4,3
Disaster Advances	6	0,7	Applied Geomatics	3	4,3
IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	6	7,8	Cehui Xuebao Acta Geodaetica Et Cartographica Sinica	3	2,4
Nongye Gongcheng Xuebao Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering	5	3,4	Environmental Research	3	11,0
Arabian Journal of Geosciences	4	2,3	Geocarto International	3	4,3
Chinese Journal of Applied Ecology	4	2,2	Geomatics Natural Hazards and Risk	3	7,3
Environmental Earth Sciences	4	5,2	Indefinido	181	— -- —
			Total fuentes	132	

Fuente: datos de Scopus (2023)

Según la evaluación de la productividad por naciones basada en la afiliación de la institución del autor correspondiente, 86 países contribuyeron con al menos un artículo. La tabla 3 revela que, de todos los países, China es el que más documentos ha publicado (n=133; 22,5 %), seguido de Estados Unidos (n=56; 19,5 %) e India (n=48; 8,1 %). Asimismo, en cuanto al idioma de las publicaciones, el inglés representa el 88 % del total, mientras que el chino supone el 11 %. Combinadas, estas dos lenguas representan el 99 % de todas las publicaciones. El 1 % restante corresponde a material publicado en español.

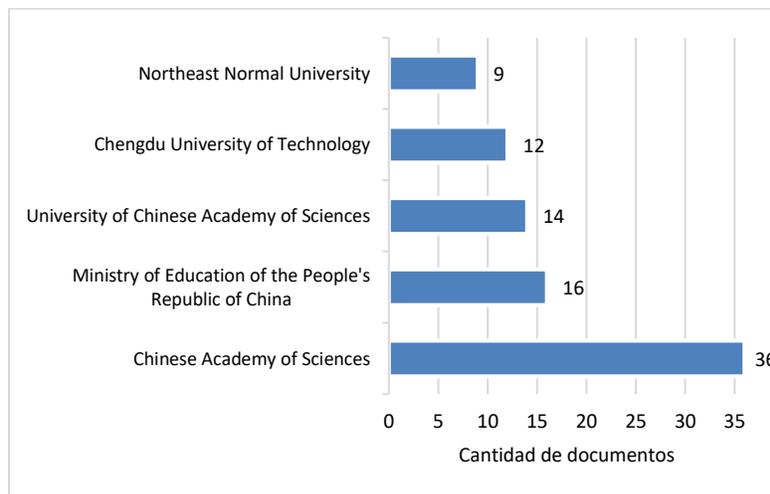
Los 409 trabajos académicos fueron un esfuerzo de grupo con investigadores de 152 instituciones diferentes. Según la figura 3, durante el periodo de estudio designado, la Chinese Academy of Sciences (China) fue la institución que publicó más trabajos (n=36) sobre la teledetección como herramienta para el análisis del riesgo de desastres naturales, seguida del Ministry of Education of the People's Republic of China (n=16). Mientras que University of Chinese Academy of Sciences (China), tuvo una producción de

catorce documentos, Chengdu University of Technology (China), publicó doce trabajos y Northeast Normal University (China), produjo 9 publicaciones científicas.

**Tabla 2. Productividad de publicación por país**

N°	País	Cantidad de documentos	%	N°	País	Cantidad de documentos	%
1	China	133	22,5	18	Bangladesh	6	1,0
2	Estados Unidos	56	9,5	19	Francia	6	1,0
3	India	48	8,1	20	Irán	6	1,0
4	Italia	23	3,9	21	Sudáfrica	6	1,0
5	Alemania	21	3,6	22	México	5	0,8
6	Australia	20	3,4	23	Taiwán	5	0,8
7	Egipto	13	2,2	24	Ucrania	5	0,8
8	Canadá	12	2,0	25	Etiopía	4	0,7
9	Países Bajos	11	1,9	26	Hungría	4	0,7
10	Brasil	10	1,7	27	Nueva Zelanda	4	0,7
11	Japón	10	1,7	28	Nigeria	4	0,7
12	Malasia	10	1,7	29	Pakistán	4	0,7
13	Arabia Saudí	10	1,7	30	Rumanía	4	0,7
14	Reino Unido	10	1,7	31	Federación de Rusia	4	0,7
15	España	9	1,5	32	Tailandia	4	0,7
16	Vietnam	9	1,5	33	Argelia	3	0,5
17	Grecia	8	1,4		Total países	86	

Fuente: datos de Scopus (2023)



**Figura 3.** Documentos publicados por institución

Durante el periodo de tiempo que abarca este estudio, un total de 159 autores de diversas instituciones contribuyeron en la elaboración de los trabajos que finalmente se publicaron. En términos de producción, Pradhan, B., de la Universidad Tecnológica de Sydney (Australia), destaca como el investigador más productivo, con 11 documentos registrados sobre el tema investigado y 1587 citas (véase la Tabla 3). Con 8 artículos a su nombre y 85 citas, destaca Zhang, J., del Instituto Changchun de Tecnología de China. Mientras tanto, otros dos investigadores de la misma universidad en China, Li, W. (n=5; 101 citas) y Xu, Q., (n=4; 98 citas), publicaron también trabajos relacionados con el estudio.

Tabla 3. Principales autores					
Por autor	Cantidad	Total citaciones	H-index	Institución	País
Pradhan, B.	11	1587	110	University of Technology Sydney	Australia
Zhang, J.	8	85	33	Changchun Institute of Technology	China
Li, W.	5	101	28	Chengdu University of Technology	China
Xu, Q.	4	98	61	Chengdu University of Technology	China
Dai, X.	3	7	9	Chengdu University of Technology	China
Dong, X.	3	89	20	Chengdu University of Technology	China
Liu, C.	3	22	28	Sichuan University	China
Liu, X.	3	69	18	Northeast Normal University	China
Lu, H.	3	22	9	State Key Lab. of Hydraulics and Mountain River Eng	China
Rustamov, R.B.	3	0	3	Azerbaijan National Academy of Sciences	Azerbaiyán
Yang, Z.	3	22	6	Sichuan University	China
Abdelkareem, M.	2	9	15	Faculty of Science	Egipto
Abdo, H.G.	2	0	12	University of Tartous	República Árabe Siria
Abdollahi, M.	2	50	4	University of Calgary	Canadá
Agapiou, A.	2	46	27	Cyprus University of Technology	Chipre
Ahmed, A.	2	1	7	United Arab Emirates University	Emiratos Árabes Unidos

Fuente: datos de Scopus (2023)

La tabla 4, categorizada por área y tipo de publicación, muestra todas las publicaciones editadas a lo largo del periodo de estudio (2003-2023) que tratan sobre la teledetección como método para analizar los riesgos asociados a los desastres naturales. Los resultados indican que, de un total de 23 categorías temáticas, las ciencias de la tierra y planetarias (28 %), las ciencias medioambientales (22 %), la ingeniería (11 %) y las ciencias sociales (10 %) representan la mayor parte de la producción científica. Por otra parte, analizando la producción por tipos de documentos, se observa que los artículos científicos representan la mayor parte de la producción (85,6 %), seguidos de los capítulos de libros (11,5 %) y los libros (2,9 %).

La información que se muestra en la figura 4 se obtuvo filtrando los términos que aparecen (más de tres veces) en los títulos, palabras clave y resúmenes de los documentos analizados. Asimismo, las palabras clave utilizadas para construir la red de co-ocurrencias, reveló cuatro grupos distintos denotados por colores, determinadas por el grado de conexión que VOSviewer predijo que existen entre ellas. De esta manera, las líneas que conectan las etiquetas ayudan a visualizar el grado de agrupación, y su tamaño refleja el número total de registros.

- Clúster rojo: “remote sensing” (n=309 ocurrencias), con las palabras clave están relacionadas con: imágenes de satélite, gis, evaluación de riesgos, corrimiento de tierras, peligro natural, método cartográfico, landsat, datos de satélite, evaluación de riesgos, vulnerabilidad, inundaciones, gestión de catástrofes, proceso de jerarquía analítica.

- Clúster verde: “disasters” (n=131 ocurrencias), se asocia con las siguientes palabras: riesgos, uso del suelo, radar de apertura sintética, gestión de riesgos, prevención de catástrofes, catástrofes naturales, cambio climático, control de inundaciones, cartografía, toma de decisiones, teledetección, estadísticas demográficas.
- Clúster azul: “natural disaster” (n=76 ocurrencias), las palabras clave se centran en: vigilancia medioambiental, seres humanos, lluvia, sequía, ríos, sistema de información geográfica, catástrofe, tecnología de teledetección, terremotos, desarrollo sostenible.
- Clúster amarillo: “risk perception” (n=28 ocurrencias), refiere a un grupo de palabras relacionadas que incluyen: previsión, incendios, deforestación, aprendizaje automático, vegetación. Los términos más utilizados se agruparon, lo que demuestra que existe una clara conexión entre esos términos y el tema de la investigación.

**Tabla 4. Publicación de documentos por área temática y tipo**

Por área	Cantidad	%
Ciencias de la Tierra y Planetarias	225	28
Ciencias Medioambientales	176	22
Ingeniería	86	11
Ciencias Sociales	78	10
Ciencias Agrícolas y Biológicas	51	6
Informática	49	6
Física y Astronomía	22	3
Medicina	17	2
Energía	16	2
Ciencia de los materiales	14	2
Otras áreas	65	8
<b>Total</b>	<b>799</b>	<b>100</b>
Por tipo	Cantidad	%
Artículo	350	85,6
Capítulo de libro	47	11,5
Libro	12	2,9
<b>Total</b>	<b>409</b>	<b>100</b>

Fuente: datos de Scopus (2023)

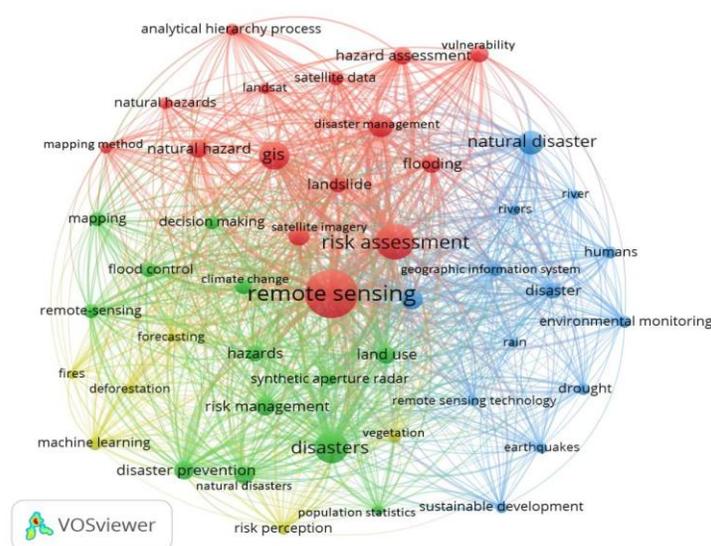


Figura 4. Mapa de co-ocurrencia de palabras clave

Los resultados de este estudio revelan que el número de publicaciones académicas que exploran la aplicación de la teledetección al estudio del riesgo de catástrofes naturales aumentó exponencialmente entre 2003 y 2023. Según Castillo et al.<sup>(32)</sup> señalan que la teledetección es un método útil, preciso y rentable para realizar el seguimiento a los ecosistemas a través del tiempo y el espacio. Por su parte, Havivi et al.<sup>(33)</sup> sostiene que las aplicaciones de la teledetección tienen una amplia gama de resultados en la gestión del riesgo de catástrofes. Aunado a ello, Avtar et al.<sup>(34)</sup> coincide en que la cantidad de documentos científicos publicados ha crecido en las últimas décadas, como resultado de la proliferación de herramientas para estudiar, detectar y analizar los desastres naturales en un mapa, en una base de datos o en un entorno virtual.

Asimismo, Chuvieco et al.<sup>(35)</sup> reconocen que la teledetección tiene la capacidad de suministrar un panorama completo y en tiempo real de los desastres naturales, incluyendo la localización y gravedad de incendios, inundaciones, sequías, deslizamientos y otros fenómenos extremos. De manera similar, Sui et al.<sup>(36)</sup> argumenta que la información puede ser utilizada en la detección y pronóstico rápido del inicio de un desastre, lo que permite alertar con antelación a los habitantes de la zona afectada.

Por otra parte, la teledetección también puede monitorear el desarrollo de las catástrofes naturales, ayudando a las autoridades a identificar las zonas de mayor riesgo y organizar su respuesta en consecuencia.<sup>(37)</sup> Según Marlier et al.<sup>(38)</sup>, afirman que las comunidades necesitan iniciativas de evaluación de daños y recuperación tras un desastre para recuperar la normalidad, por eso la tecnología de teledetección ha surgido como un recurso crucial y útil para esta causa.

Aunado a ello, Zheng et al.<sup>(39)</sup> sostiene que la teledetección y las imágenes satelitales pueden minimizar el tiempo y los costos relacionados con las estrategias de mitigación y reducción del riesgo, en particular ante desastres naturales como huracanes, inundaciones, sequías y terremotos. Por su parte, Ghaffarian et al.<sup>(40)</sup> reconocen que estos datos pueden utilizarse para determinar la mejor forma de actuar y clasificar las zonas que necesitan ayuda e identificar las infraestructuras críticas que requerirán mantenimiento, reparación o sustitución. En general, las imágenes por satélite son indispensables, cuando se trata de prepararse, planificar y responder a los desastres naturales.<sup>(41)</sup>

Finalmente, Mazzanti et al.<sup>(42)</sup>, señala que uso de la teledetección como método para analizar la probabilidad de que se produzcan desastres naturales causadas por diversos factores es bastante útil, ya que, el acceso a una serie de mapas informativos que abarcan diversas temáticas facilitará la evaluación tanto cualitativa como cuantitativa de ubicaciones precisas situadas en lugares peligrosos para habitar, además del reconocimiento de zonas inseguras y vulnerables, vías de acceso cercanas y zonas de evacuación o seguras.

## CONCLUSIONES

Partiendo de los indicadores bibliométricos examinados, puede deducirse el comportamiento de la producción científica medida por el número de publicaciones entre 2003 y 2023. En perspectiva diacrónica, de 2019 a 2023, se produjo un crecimiento medio anual del 59,9 %, o 245 nuevos documentos científicos, que analizan la teledetección como método para evaluar los riesgos que suponen los desastres naturales. Esto sugiere un creciente interés y concentración en esta área en particular, ya que los esfuerzos de investigación han aumentado significativamente en los últimos años.

En cuanto a los países, instituciones, autores y fuentes más productivos se resume lo siguiente: China es el país con más investigaciones publicadas (22,5 %; n=133) de los 86 países estudiados, seguido de Estados Unidos (9,5 %; n=56) e India (8,1 %; n=48). Asimismo, la Chinese Academy of Sciences fue la institución con más trabajos sobre este tema (n=36), mientras que Pradhan, B. fue el autor más distinguido (11 trabajos; 1587 citas). *Natural Hazards* (n=30) fue la fuente más citada, con 720 referencias. Además, el 88 % de los trabajos están escritos en inglés, mientras que sólo el 11 % están redactados en chino, lo que demuestra el alcance mundial y la preferencia del inglés en este ámbito de la comunicación científica.

Mediante un análisis de co-ocurrencia de palabras clave se identificaron cuatro grupos de interés distintos: remote sensing, disasters, natural disaster y risk perception. Estos grupos representan la variedad y profundidad de los estudios en la intersección de la teledetección y la evaluación del riesgo de desastres naturales, incluyendo subcampos de estudio tanto establecidos como en desarrollo en la disciplina científica.

Finalmente, se concluye que ha habido un repunte en la cantidad, variedad temática y cooperación de autoría de los estudios sobre este tema, debido que la teledetección permite recoger datos de regiones inaccesibles o peligrosas, lo que facilita el seguimiento y la vigilancia en tiempo real de los fenómenos naturales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ye P. Remote Sensing Approaches for Meteorological Disaster Monitoring: Recent Achievements and New Challenges. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2022 Marzo 20; 19(6):3701.
2. Paz-Alberto A, Camaso E, Alberto R, Juganas D, Mapanao K, Dionelle C, Genaro C. Climate Change Vulnerability and Disaster Risk Assessment Using Remote Sensing Technology and Adaptation Strategies for Resiliency and Disaster Risk Management in Selected Coastal Municipalities of Zambales, Philippines. *American Journal of Climate Change*. 2021 Marzo; 10(1):85-133.
3. Peralta Casani P. Crónica del desastre: el terremoto de 1868 en Moquegua. *Sincretismo*. 2020 Julio 10; 1(1):1-8.
4. Kettner A, Schumann G, Brakenridge G. Applying Remote Sensing to Support Flood Risk Assessment and Relief Agencies: A Global to Local Approach. *IEEE Xplore*. 2020 Febrero 17; 3239-3242.
5. Radočaj D, Obhodaš J, Jurišić M, Gašparović M. Global Open Data Remote Sensing Satellite Missions for Land Monitoring and Conservation: A Review. *Land*. 2020 Octubre 23; 9(11):402.
6. Incahuanaco Naveros J, Montalván Vásquez R, Dávila Lima Y. Contaminación por metales pesados (As, B, Cd, Cr, Cu, Fe, y Pb) en sedimentos superficiales del estuario Boca del Río, Ilo, Moquegua, Perú 2021. *Sincretismo*. 2021 Julio 13; 2(1):10-13.
7. Shafique A, Cao G, Khan Z, Asad M, Aslam M. Deep Learning-Based Change Detection in Remote Sensing Images: A Review. *Remote Sensing*. 2022 Febrero 11; 14(4):871.
8. Wang X. Application of Remote Sensing Technology in Different Natural Disasters. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023 Abril 13; 44:390-400.
9. Chaudhary M, Piracha A. Natural Disasters: Origins, Impacts, Management. *Encyclopedia*. 2021 Octubre 30; 1(4):1101-1131.
10. Skilodimou H, Bathrellos G. (2021). Natural and Technological Hazards in Urban Areas: Assessment, Planning and Solutions. *Sustainability*. 2021 Julio 25; 13(15):8301.
11. Vargas-Luque A, Del Carpio-Delgado F, Villa-Alagón C, Medina-Cacéres R, Vargas-Luque N. Aplicación de la vibración ambiental y la vulnerabilidad física de la ciudad de Moquegua. *Sincretismo*. 2020 diciembre 28; 1(2):41-47.

12. Guevara-Bonilla M, Meza-Leandro A, Esquivel-Segura E, Arias-Aguilar D, Tapia-Arenas A, Masías-Meléndez F. Uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT's) para el monitoreo y manejo de los recursos naturales: una síntesis. *Revista Tecnología en Marcha*. 2020 Octubre-Diciembre; 33(4): 77-88.

13. Calvo Rey M. Spatial information applied in disaster risk management. *Revista Geográfica De Chile Terra Australis*. 2023 Enero 09; 58(2):63-77.

14. Prantosh P, Aithal A, Bhimali A, Kalishankar T, Saavedra R, Bashiru A. Geo Information Systems and Remote Sensing: Applications in Environmental Systems and Management. *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences*. 2020 Diciembre 11; 5(2):11-18.

15. Wu B, Fu R, Chen J, Zhu J, Gao R. Research on Natural Disaster Early Warning System Based on UAV Technology. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021; 1-9.

16. Meechang K, Leelawat N, Tang J, Kodaka A, Chintanapakdee C. The Acceptance of Using Information Technology for Disaster Risk Management: A Systematic Review. *Engineering Journal*. 2020 Julio 31; 24(4):111-132.

17. Logroño-Naranjo S, López-Paredes C, Moyano-Jácome M, Oyague-Bajaña S. El alcance de la teledetección satelital utilizando modelos estadísticos y físicos y sus beneficios en áreas contables. *Dominio De Las Ciencias*. 2020 Abril 16; 6(2):25-40.

18. Li K, Wan G, Cheng G, Meng L, Han J. Object detection in optical remote sensing images: A survey and a new benchmark. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2020 Enero; 159:296-307.

19. Antonelli A, Dhanjal-Adams K, Silvestro D. Integrating machine learning, remote sensing and citizen science to create an early warning system for biodiversity. *Plants People Planet*. 2022 Noviembre 2; 5(3):307-316.

20. Vásquez Molocho C, Delgado Bardales D. Gestión del riesgo de desastres para mejorar el ordenamiento territorial en municipalidades. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2021 Enero 25; 5(1):165-186.

21. Kucharczyk M, Hugenholtz C. Remote sensing of natural hazard-related disasters with small drones: Global trends, biases, and research opportunities. *Remote Sensing of Environment*. 2021 Octubre; 264:1-13.

22. Caló L. Métricas de impacto y evaluación de la ciencia. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2022 Julio 30; 39(2):236-240.

23. Leyva I, Rodríguez E, Vázquez M, Ávila E. Indicadores bibliométricos y métricas alternativas en la evaluación de la producción científica. *REDINFOHOI*. 2023; 1-13.

24. Sanz J. Bibliometría: origen y evolución. *Hospital a Domicilio*. 2022 Julio-Septiembre; 6(3):105-107.

25. Li D, Jiao J, Wang S, Zhou G. Satellites in Emergency Management: A Bibliometric Analysis. *Research Square*. 2022 Abril.

26. Díez-Herrero A, Garrote J. Flood Risk Analysis and Assessment, Applications and Uncertainties: A Bibliometric Review. *Water*. 2020 Julio 18; 12(7):2050.
27. alinas K, García A. Bibliometrics, a useful tool within the field of research. *Journal of Basic and Applied Psychology Research*. 2022 Enero 5; 3(6):10-17.
28. Vitón A, Díaz-Samada R, Martínez Y. Indicadores bibliométricos aplicables a la producción científica individual. *Universidad Médica Pinareña*. 2019 Agosto 10; 15(2):279-285.
29. Peña Ramírez C, Concha L, Forcael E, Garcés G. Estudio del investigador más valioso: indicadores bibliométricos y redes de colaboración. *Ingeniería Industrial*. 2021 Diciembre 7; 41(41):117-136.
30. Díaz-Herrera C, Moyano E. Bibliometría y semántica en revistas de ciencias sociales del siglo XXI. *Revista de Filosofía*. 2023; 33(1):115-146.
31. Tomás-Gorríz V, Tomás-Castera V. (2018). La bibliometría en la evaluación de la actividad científica. *Hospital a Domicilio*. 2018 Octubre; 2(4):145.
32. Castillo H, Baldassini P. Teledetección aplicada al análisis de los impactos ecosistémicos generados por los incendios del año 2020 en la provincia de Córdoba, Argentina, e identificación de áreas prioritarias de restauración. *Investigaciones Geográficas*. 2023 Julio 19; (80):81-105.
33. Havivi S, Rotman S, Blumberg D, Maman S. Damage Assessment in Rural Environments Following Natural Disasters Using Multi-Sensor Remote Sensing Data. *Sensor*. 2020 Diciembre 19; 22(24):9998.
34. Avtar R, Komolafe A, Kouser A, Singh D, Yunus A, Dou J, Kumar P, Das R, Johnson B, Thu H, Kumar A, Kurniawan T. Assessing sustainable development prospects through remote sensing: A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2020 Octubre; (20).
35. Chuvieco E, Aguado I, Salas J, García M, Yebra M, Olivia P. Satellite remote sensing contributions to wildland fire science and management. *Current Forestry Reports*. 2020 Abril 30; (6):81-96.
36. Sui H, Liu C, Liu J, Zheng X, Li H, Yu S, Li Q. Reflection and Exploration of Rapid Remote Sensing Emergency Response for Typical Natural Disasters. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*. 2020; 45(8):1137-1145.
37. Liu Y, Zhang J. Index establishment and capability evaluation of space-air-ground remote sensing cooperation in geohazard emergency response. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2022 Enero 31; 22(1):227-244.
38. Marlier M, Resetar S, Lochman B, Anania K, Adams K. Remote sensing for natural disaster recovery: Lessons learned from Hurricanes Irma and Maria in Puerto Rico. *Environmental Science & Policy*. 2022 Junio; (132):153-159.
39. Zheng X, Wang F, Qi M, Meng O. Planning remote sensing emergency services: Bridging the gap between remote sensing science and emergency practice in China. *Safety Science*. 2021 Septiembre; (141):1-18.

40. Ghaffarian S, Emtehani S. Monitoring Urban Deprived Areas with Remote Sensing and Machine Learning in Case of Disaster Recovery. *Climate*; 2021 Abril 6; 9(4):58.

41. Rahnemoonfar M, Chowdhury T, Sarkar A, Varshney D, Yari M, Murph R. FloodNet: un conjunto de datos de imágenes aéreas de alta resolución para comprender la escena posterior a la inundación. *IEEE Xplore*. 2021 Junio 21; (9):89644-89654.

42. Mazzanti P, Romeo S. Introduction to a Thematic Set of Papers on Remote Sensing for Natural Hazards Assessment and Control. *Remote Sensing*. 2023 Febrero 15; 15(4):1048.

### **FINANCIACIÓN**

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Amarelys Román Mireles.

*Curación de datos:* Amarelys Román Mireles.

*Análisis formal:* Amarelys Román Mireles.

*Adquisición de fondos:* Amarelys Román Mireles.

*Investigación:* Amarelys Román Mireles.

*Metodología:* Amarelys Román Mireles.

*Administración del proyecto:* Amarelys Román Mireles.

*Recursos:* Amarelys Román Mireles.

*Software:* Amarelys Román Mireles.

*Supervisión:* Amarelys Román Mireles.

*Validación:* Amarelys Román Mireles.

*Visualización:* Amarelys Román Mireles.

*Redacción - borrador original:* Amarelys Román Mireles

*Redacción - revisión y edición:* Amarelys Román Mireles.