

DOI: <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2024.11.02>

Cómo citar:

Mesa Vazquez, J., Velázquez Labrada, Y.R., García Tejera, R., & Alarcón Borges, R.Y. (2024). Gestión de riesgos en cuencas hidrográficas ante eventos excepcionales de la biosfera en Cuba. *Orange Journal*, 6(11), 20-32. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2024.11.02>

Gestión de riesgos en cuencas hidrográficas ante eventos excepcionales de la biosfera en Cuba

Risk management in watersheds in the face of exceptional biospheric events in Cuba

Recibido: 2 de diciembre de 2023

Aceptado: 8 de marzo de 2024

Escrito por:

Jorge Mesa Vazquez¹ <https://orcid.org/0000-0001-7457-5323>**Yunior Ramón Velázquez Labrada²** <https://orcid.org/0000-0002-8088-6686>**Rogelio García Tejera³** <https://orcid.org/0000-0002-5929-1450>**Ramón Yordanis Alarcón Borges⁴** <https://orcid.org/0000-0001-8583-4490>

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo analizar la gestión de riesgos de las cuencas hidrográficas de interés nacional en Cuba, ante eventos excepcionales de la biosfera; tomando como referencia los acontecimientos generados por la pandemia COVID-19 en la cuenca hidrográfica San Juan, Cuba. La realización del estudio permitió la utilización de diversos instrumentos y métodos como la georreferenciación, el método de matriz de riesgo IPER y el criterio de expertos enfocado en los indicadores de evaluación de gestión ambiental en cuencas hidrográficas. Los resultados están enfocados en la propuesta de una matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos que incluye la variable tiempo para la gestión de riesgos ante eventos excepcionales en las cuencas hidrográficas. La metodología utilizada es rigurosa y bien definida, los resultados son relevantes y contribuyen a una gestión más efectiva y eficiente de los riesgos asociados a eventos excepcionales.

Palabras clave: gestión de riesgos, cuencas hidrográficas, eventos excepcionales, biosfera.

Abstract

The objective of this research is to analyze the risk management of watersheds of national interest in Cuba, in the face of exceptional events of the biosphere; taking as a reference the events generated by the COVID-19 pandemic in the San Juan watershed, Cuba. The realization of the study allowed the use of diverse instruments and methods such as georeferencing, the IPER risk matrix method and the experts' criteria

¹ Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor del CEMZOC. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Proyecto: Monitoreo y Manejo Integrado de Ecosistemas Costeros ante el Cambio Climático en la Región Oriental de Cuba (ECOS).

² Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor del CEMZOC. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Proyecto: Monitoreo y Manejo Integrado de Ecosistemas Costeros ante el Cambio Climático en la Región Oriental de Cuba (ECOS).

³ Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor del CEMZOC. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.

⁴ Doctor en Ciencias Jurídicas. Profesor del CEMZOC. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Proyecto: Monitoreo y Manejo Integrado de Ecosistemas Costeros ante el Cambio Climático en la Región Oriental de Cuba (ECOS).





ORANGE JOURNAL

focused on the environmental management evaluation indicators in hydrographic basins. The results are focused on the proposal of a hazard identification and risk assessment matrix that includes the time variable for risk management in the face of exceptional events in watersheds. The methodology used is rigorous and well defined, the results are relevant and contribute to a more effective and efficient management of risks associated with exceptional events.

Keywords: risk management, watersheds, exceptional events, biosphere.

Introducción

El alto impacto que han provocado los eventos excepcionales, desastres naturales y antrópicos en los últimos años han merecido mayor atención en las comunidades, ciudades, regiones y países al ser una de las causas del subdesarrollo y mayor vulnerabilidad al momento de enfrentar desastres (Vallejo Iijama et al., 2019). Una visión holística hacia una gestión integral del riesgo, aplicada a la gestión de las cuencas hidrográficas constituye un imperativo, para mitigar los impactos de los eventos de la biosfera en la actual situación mundial (Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017).

Desde la aparición del virus SARS-CoV-2 o “BetaCoV / Shenzhen / SZTH-003/2020”, en 2019 (Xu et al., 2020), el mundo se enfrenta a la primera crisis sanitaria mundial, provocando el cierre de fronteras y la paralización de un mundo, que en los postreros tiempos parecía no poder detenerse ante nada (Huang et al., 2020).

La pandemia de COVID-19 desencadenó una gran emergencia de Salud Pública a nivel global (Chan, 2020) (World Health Organization, 2020). Esta enfermedad ha mantenido a todos los países y gobiernos en una situación de riesgo (Agosto & Giudici, 2020) para la economía y la salud, emergiendo también errores en la gestión de política por la carencia de experiencia vinculadas con la vulnerabilidad de un accionar integral (Lein, 2020).

La propagación de la COVID-19 ha significado para las naciones un riesgo en la desaceleración desde todas las perspectivas, comprendidas en los posibles impactos potenciales de factores ambientales (Xu et al., 2020). En este sentido la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sugerido acciones basadas en la gravedad de los casos y factores de riesgo, en cualesquiera de los contextos de transmisión, donde se muestran estrategias y se perciben respuestas para espacios abiertos y de interacción de personas (World Health Organization, 2020).

En Cuba, la ciencia ha contribuido esencialmente al enfrentamiento de la COVID-19, posibilitando con algunas investigaciones la predicción, el diseño de los modos de enfrentamiento a la pandemia y el perfeccionamiento de los protocolos terapéuticos, la gestión y el desarrollo de los modelos de actuación para la reducción de riesgos y vulnerabilidades ante epidemias (León Álvarez et al., 2021).

En tal sentido, el riesgo en tiempos de pandemia de COVID-19 en las cuencas hidrográficas de Cuba es considerable, atendiendo a que es espacio territorial de planificación y gestión, donde se localizan y combinan los recursos naturales y el medio ambiente, con el desarrollo social. Atendiendo a lo anterior, la gestión de las cuencas hidrográficas en Cuba se fundamenta en los principios de integralidad y enfoque de sistema, complementariedad, coordinación y cooperación intra e interinstitucional entre sectores y entre municipios y provincias, sistematicidad, armonía y coherencia, descentralización, territorialidad y participación de los actores (García Tejera et al., 2021).

Esta observación permite apuntar que la gestión de cuencas en Cuba desde el 2012, se estima a través del Índice Simplificado de Gestión de Cuencas (IsGC), (Indicación No. 1/2012), es un algoritmo que expresa el resultado de las medidas de intervención positiva y transformadora en la cuenca hidrográfica y a su vez ofrece una información seleccionada sobre su evaluación y evolución en el tiempo, a partir de los indicadores seleccionados (Ticona & Castro, 2018).





ORANGE JOURNAL

En Santiago de Cuba, existe una cuenca de interés provincial denominada San Juan, donde las autoridades del Consejo Provincial de cuencas hidrográficas han evaluado la necesidad de gestionar adecuadamente los riesgos asociados a la pandemia de COVID-19, por los enormes desafíos y retos que ha representado para la evaluación de su índice simplificado de gestión como instrumento evaluativo de su calidad ambiental (García Tejera et al., 2021).

Marco teórico

Los eventos excepcionales de la biosfera son fenómenos naturales o antropogénicos que tienen un impacto significativo en los sistemas biológicos y ecológicos (Noy-Meir, 2003). Estos eventos pueden ser de naturaleza diversa, como incendios forestales, inundaciones, sequías, enfermedades, contaminación, entre otros (Scheffer et al., 2015).

Desde un punto de vista epistemológico, los eventos excepcionales de la biosfera plantean una serie de desafíos para la investigación científica; en primer lugar, estos eventos son, por definición, poco frecuentes, lo que dificulta su observación y estudio, en segundo lugar, los eventos excepcionales pueden tener un impacto muy variable en los sistemas biológicos, dependiendo de una serie de factores, como la magnitud del evento, la vulnerabilidad del sistema afectado, y la presencia de factores de resiliencia (Adger, 2000; Parmesan, 2006).

Para abordar los desafíos epistemológicos mencionados anteriormente, es necesario operacionalizar la categoría de eventos excepcionales de la biosfera. Esto implica definir los criterios que permitan identificar y clasificar estos eventos (Folke, 2006).

Una posible operacionalización científica de los eventos excepcionales de la biosfera se basa en los siguientes criterios:

Magnitud del evento: El evento debe tener un impacto significativo en los sistemas biológicos. Este impacto puede medirse en términos de pérdidas de biodiversidad, productividad, o funciones ecológicas.

Frecuencia del evento: El evento debe ser poco frecuente. Esto se define generalmente en términos de un periodo de retorno, que es el tiempo promedio que transcurre entre la ocurrencia de dos eventos similares.

Impacto del evento: El evento debe tener un impacto significativo en los sistemas humanos. Este impacto puede medirse en términos de pérdidas económicas, sociales, o ambientales.

El objetivo de esta investigación es analizar la gestión de riesgos ante eventos excepcionales en las cuencas hidrográficas de Cuba. Así como la propuesta de la matriz para estimar el riesgo vinculado a la gestión de cuencas, con los parámetros que caracterizan este riesgo, que son de utilidad para una mejor toma de decisiones en el marco de la vigilancia en escenarios excepcionales de las cuencas hidrográficas.

Área de estudio

La cuenca objeto de estudio San Juan, está ubicada en la ciudad de Santiago de Cuba, (19°58,0'N; 75°49,4'W) en el oriente del archipiélago cubano. Posee un área de 138.3 Km² con un caudal medio hiperanual superficial aproximado de 30.1 hm³ y 12.4 hm³ de agua subterránea. Es identificada como un ecosistema bajo protección de interés provincial. Tiene 23 asentamientos y una población de 170000 hab., de ella alrededor del 40% es urbana. Es una cuenca de corriente permanente, el principal tributario desemboca en el abra de Aguadores en el Mar Caribe y sus principales afluentes son los ríos: Seco, Zacateca, Maisí, Cocal y Soledad (Figura 1).

Limita al norte con las alturas de Boniato, al Sur con las mesetas litorales y el Mar Caribe, al Este con las alturas de Ochoa y las Guásimas, al Oeste con las alturas de Puerto Pelado y la Ciudad de Santiago de Cuba desembocando en la zona conocida como Aguadores (Alarcón Borges et al., 2023). En la cuenca inciden



parte de cuatro distritos político-administrativos mixtos (urbanos y rurales). Está conformada por una cuenca superficial y una subterránea, ésta última clasifica como acuífero libre, no consolidado.

Acorde a lo establecido en la institucionalidad jurídica del país, en la Resolución No. 52/2007 “Reglamento del Consejo Nacional, de los Consejos Territoriales y los Consejos Específicos de Cuencas Hidrográficas”, del presidente del Instituto de Recursos Hidráulicos y del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, se dispone que es una cuenca de interés provincial por su importancia socio económica y ambiental.

Tabla 1.
Datos geomorfológicos e hidrológicos de cuenca hidrográfica San Juan, Cuba.

Coordenadas		Ac	Hm	Yc	Yr	Dd	Lr	H1	H2	Clasif
N	E	Km ²	m	o/oo	o/oo	Km/km ²	Km	m	m	
146.5	605.6	138	144	184	9.9	1.06	27.0	220	0	P

A su gestión integrada se aplican los principios e instrumentos del desarrollo sostenible para su uso, aprovechamiento integral y racional, en función de satisfacer las demandas de la economía, la sociedad; así como de la conservación y protección del medio ambiente (Abad et al., 2023), considerando las relaciones y sinergias entre sus componentes, expresión de las medidas de adaptación ante el cambio climático (Montero & Batista, 2020).

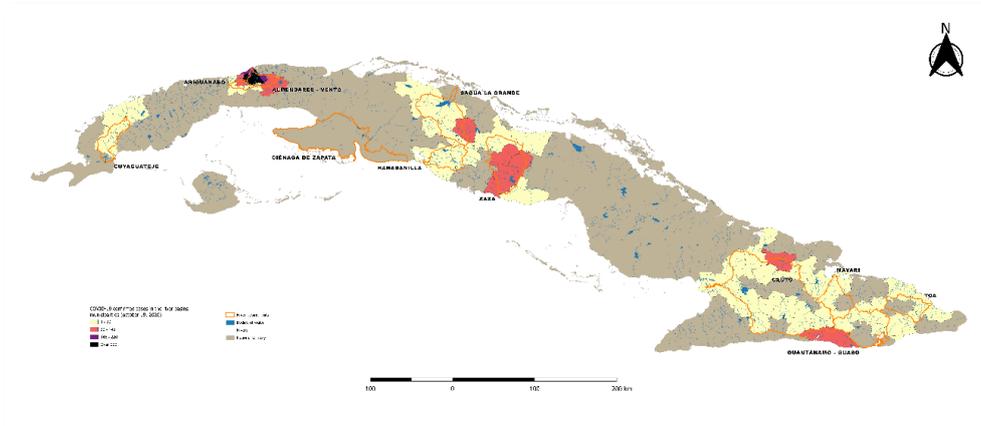


Figura 1. Localización del área de estudio.

Métodos

La investigación se realizó con el empleo de los siguientes métodos:

La Geo-referenciación: su utilización permitió la construcción de un mapa cartográfico, que sintetiza la estratificación de la superficie de la cuenca objeto de estudio, donde se reportaron pacientes enfermos de COVID-19. Todo esto se procesó con la aplicación del software QGIS. Se seleccionó el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), para la localización espacial de los archivos ráster (Aguirre Sala, 2016). (QGIS User Guide. Versión 3.4., 2020). La aplicación del método transitó por tres etapas: a) se orientó el estudio, a través de la representación cartográfica, de las personas infectadas por COVID-19. Se contó con la información oficial ofrecida por el Ministerio de Salud Pública; b) caracterización de las áreas con presencia de enfermos por COVID-19 en el espacio geográfico localizado en la cuenca; c) como resultado de las etapas anteriores (a, b) se obtuvo un mapa denominado Espacios geográficos de la cuenca de interés provincial San Juan, con presencia de enfermos por COVID-19.

La matriz de riesgo IPER (Impacto, Probabilidad, Exposición y Respuesta) es un método científico ampliamente utilizado en la gestión de riesgos y seguridad, que permite evaluar de manera sistemática los

riesgos asociados a un evento específico (Morales et al., 2018). Se utiliza para evaluar el impacto, la probabilidad, la exposición y la respuesta de diferentes riesgos y permite identificar los peligros más críticos y priorizar las medidas de control necesarias para reducir el riesgo a un nivel aceptable.

Criterio de expertos: permite obtener juicios de valor de situaciones concretas mediante la elaboración estadística de las opiniones de expertos sobre el tema que se indaga, el que debe estar libre de criterios e influencias de líderes y de dificultades para cuantificar los datos obtenidos (Cabero-Almenara et al., 2020) (Pedrosa et al., 2014), además de recoger sus opiniones sobre el comportamiento de la gestión de riesgos en tiempos de pandemia de COVID-19 en las cuencas hidrográficas de Cuba (Gamboa Frómata et al., 2022), a partir de la propuesta de la matriz para estimar el riesgo vinculado a la gestión de cuencas, con los parámetros que caracterizan este riesgo, que son de utilidad para una mejor toma de decisiones en el marco de la vigilancia en escenarios pandémicos de las cuencas hidrográficas.

Resultados y discusión

Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos bajo una escala cualitativa.

Se diseña una matriz de riesgo que integra: nivel de probabilidad de fallo de las medidas higiénicas sanitarias (NP) y nivel de magnitud de consecuencias (NC). Cada parámetro se caracteriza con una escala cualitativa.

$$\text{Riesgo} = T \times NP \times NC$$

La asignación a los parámetros sigue las siguientes consideraciones:

➤ Tiempo (T):

Indicadores sanitarios que permiten evaluar el desarrollo de la epidemia en cada territorio.

- Número de casos positivos con fuente de infección conocida en los últimos 15 días .
- Eventos de transmisión local.

Para nivel de probabilidad de fallo de las medidas higiénicas sanitarias (NP): ante la definición del suceso iniciador un aspecto clave son las medidas de seguridad que permitan evitar, prevenir, detectar, controlar, mitigar éste. En el caso que nos ocupa son las medidas higiénicas sanitarias establecidas por el Estado para tres fases de recuperación postcovid-19. Éstas actúan como barreras de seguridad que permiten prevenir, mitigar o detener la evolución del suceso iniciador; pero pueden fallar y lo harán con una probabilidad de fallo determinada, que atendiendo a su naturaleza determina la robustez de cada una de las barreras.

Para determinar NP se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

Donde ND es el nivel de deficiencia que expresa la correlación esperable entre los peligros detectados y su relación causal directa, con la eficacia de las medidas de intervención; y NE es el nivel de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado.

Tabla 2.

Determinación del nivel de deficiencia

ND	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	La eficacia de las medidas tomadas es nula
Alto (A)	6	La eficacia de las medidas tomadas es baja
Medio (M)	2	La eficacia de las medidas tomadas es moderada.
Bajo (B)	No se asigna valor	La eficacia de las medidas tomadas es alta. El riesgo está controlado.

Tabla 3.
Determinación del nivel de exposición

NE	Valor de NE	Significado
Permanente	5	La exposición se presenta sin interrupción
Frecuente	4	La exposición se presenta varias veces en el día
Casual	3	La exposición se presenta alguna vez en la semana
Eventual	2	La exposición se presenta de manera esporádica
Nulo	1	No hay exposición

Tabla 4.
Determinación del nivel de probabilidad

Nivel de probabilidad (NP)		Nivel de exposición (NE)				
		5	4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA - 50	MA - 40	MA - 30	A - 20	A - 10
	6	MA - 30	A - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	A - 10	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Tabla 5.
Significado de los niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 50 y 30	Materialización del riesgo ocurre con frecuencia. Situación deficiente con exposición continua.
Alto (A)	Entre 29 y 10	Materialización del riesgo es posible que suceda varias veces. Situación deficiente con exposición frecuente.
Medio (M)	Entre 9 y 6	Materialización del riesgo ocurre alguna vez. Situación deficiente con exposición esporádica.
Bajo (B)	Entre 5 y 1	No se materializa el riesgo, aunque puede ser concebible. Situación mejorable con exposición ocasional.
Nulo	Cero (0)	No existe riesgo. Situación normal.

Para nivel de magnitud de consecuencias (NC): las consecuencias son los daños causados y son, por tanto, objeto de análisis del riesgo. Su magnitud puede ser: Muy Alta (A), Media (M), Baja (B). Están definidas para los seres humanos y para la gestión de gobernanza en las tablas No. 2, 3.

Tabla 6.
Criterio para evaluar niveles de consecuencias sobre los seres humanos que inciden en las cuencas ante eventos excepcionales

Clasificación	Valor	Descripción
Muy Alta (MA)	100	Fallecimiento de seres humanos; pacientes críticos y; pacientes graves
Alta (A)	60	Transmisión o contagios entre seres humanos
Media (M)	25	Personas febriles y con síntomas respiratorios
Baja (B)	10	Personas sin sintomatologías respiratorias

Tabla 7.
Criterio para evaluar niveles de consecuencias en la gestión de gobernanza adaptativa ante eventos excepcionales

Clasificación	Valor	Descripción
Muy Alta (MA)	100	Incumplimiento de las medidas declaradas por el estado para la fase de transmisión autóctona
Alta (A)	60	Incumplimiento de las medidas declaradas por el estado para las fases I, II
Media (M)	25	Incumplimiento de las medidas declaradas por el estado para la fase III
Baja (B)	10	Se cumplen las medidas establecidas

Tabla 8.

Tiempo. Criterio para evaluar el tiempo como indicador sanitario en la gestión de gobernanza adaptativa ante eventos excepcionales

Clasificación	Valor	Descripción según el número de casos positivos con fuente de infección conocida en los últimos 15 días
Alta (A)	100	Si ha existido fuente de infección conocida en correspondencia con evento de transmisión local en el área geográfica de la cuenca en los últimos 5 días
Media (M)	60	Si ha existido fuente de infección conocida en correspondencia con evento de transmisión local en el área geográfica de la cuenca en los últimos 10 días
Baja (B)	25	Si ha existido fuente de infección conocida en correspondencia con evento de transmisión local en el área geográfica de la cuenca en los últimos 15 días

Tabla 9.

Significado del nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Valor	Significado
I	5000 - 600	Situación crítica. Pasar a fase de transmisión autóctona
II	599 - 150	Corregir y adoptar medidas de control inmediato
III	149 - 50	Mejorar las medidas
IV	49 - 10	Mantener, pero hacer comprobaciones periódicas

Realizado el análisis de riesgo se obtendrá una clasificación de este, sobre el que se deberá actuar para reducir su nivel en la gestión de gobernanza adaptativa. Se debe valorar por los sujetos implicados en la gobernanza qué esfuerzos están dispuestos a dedicar y qué nivel de riesgo consideran tolerables. Para ello se propone como referencia adaptada a esta investigación el criterio de reducción de riesgos tipo ALARP (Figura 2) (“As Low As Reasonably Practicable”, tan bajo como sea razonablemente factible), para definir los niveles de riesgo que son factibles a alcanzar en la gestión de la cuenca en un escenario pandémico.

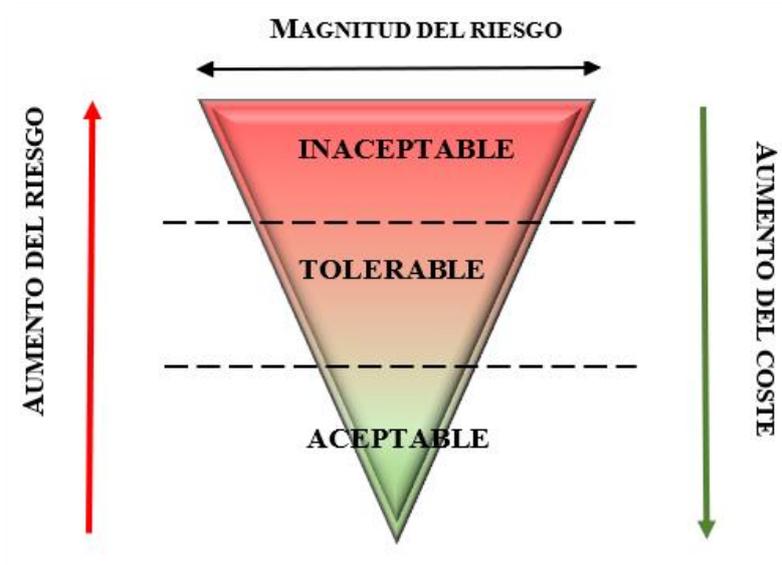


Figura 2. Triángulo ALARP.

Y en consecuencia la aceptabilidad del riesgo se completará con la valoración siguiente (Tabla No. 10):



Tabla 10.
Aceptabilidad del riesgo

Nivel de riesgo	Significado
I	Inaceptable
II	Inaceptable
III	Tolerable o aceptable con control específico
IV	Aceptable

El estudio se basa en el criterio de reducción de riesgos tipo ALARP, que significa (As Low As Reasonably Practicable) que es un enfoque ampliamente utilizado en la gestión de riesgos y seguridad. Este criterio se utiliza para evaluar la aceptabilidad del riesgo, lo que significa que se busca reducir el riesgo a un nivel lo más bajo posible, siempre que sea razonablemente práctico.

El estudio utiliza una metodología rigurosa y bien definida, que incluye la revisión bibliográfica, la recopilación de datos y la aplicación de herramientas analíticas para evaluar la gestión de riesgos en la cuenca hidrográfica San Juan. Se utilizan diversas herramientas analíticas, el análisis de impacto y probabilidad, y la matriz de riesgos IPER.

Los resultados del estudio muestran que la gestión de riesgos en la actualidad, presenta algunas debilidades y oportunidades de mejora, especialmente en lo que se refiere a la gestión de riesgos ante eventos excepcionales de la biosfera. Se identifican diferentes riesgos asociados a la pandemia COVID-19, como el riesgo de contaminación del agua, el riesgo de interrupción del suministro de agua potable y el riesgo de interrupción de los servicios de saneamiento.

El estudio también propone una tabla de aceptabilidad del riesgo, que permite evaluar el nivel de riesgo y su aceptabilidad en función del impacto y la probabilidad. Esta tabla se utiliza para evaluar la gestión de riesgos en la cuenca hidrográfica objeto de estudio y se concluye que algunos riesgos son inaceptables y requieren medidas específicas de control, mientras que otros son tolerables o aceptables con control específico.

Resultados de la aplicación del método criterio de experto

La utilización del método criterio de experto para valorar la propuesta de una matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos se presenta como una decisión acertada, ya que permite obtener una evaluación rigurosa y objetiva por parte de expertos en la materia. Además, el uso de una escala cualitativa facilita la interpretación y comprensión de los resultados, lo que resulta útil para la toma de decisiones en la gestión de riesgos ante eventos excepcionales en cuencas hidrográficas. La inclusión de la variable tiempo en la matriz también es un aspecto relevante, ya que permite considerar la evolución temporal de los riesgos y tomar medidas preventivas o correctivas en función de ello.

Para evaluar el coeficiente de competencia de los posibles expertos (K), se calcula a través de la fórmula $K = (Kc + Ka) / 2$, donde Kc es el coeficiente de conocimiento que posee el experto acerca del tema de investigación, calculado sobre la valoración del propio experto en una escala creciente del 1 al 10 y multiplicado por 0,1.

Para la valoración, (*Tabla 11*) del coeficiente de argumentación teórica de los expertos (Ka), se obtiene valorando el grado de influencia de cada uno de los expertos en las fuentes de argumentación, valorado en (Alto, Medio o Bajo).



Tabla 11.
Valoración de las fuentes de argumentación teórica de los expertos.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted sobre el tema en cuestión			
Experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su conocimiento sobre el estado del tema en el extranjero			
Su intuición			

Para calcular el coeficiente de argumentación o fundamentación teórica de cada uno de los expertos es necesario utilizar un patrón de factores para realizar el cálculo (*Tabla 12*), el cual se describe en la siguiente tabla:

Tabla 12.
Tabla con el patrón de factores para el cálculo de (Ka).

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de las fuentes de argumentación		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted sobre el tema en cuestión	0,3	0,2	0,1
Experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Trabajos de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su conocimiento sobre el estado del tema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05

El código de interpretación del coeficiente de competencias se aplica de la siguiente manera:

- Si $0,8 < K < 1$ coeficiente de competencia alto.
- Si $0,5 < K < 0,8$ coeficiente de competencia medio.
- Si $K < 0,5$ coeficiente de competencia bajo.

Tabla 13.
Coefficiente de competencia de los expertos escogidos (K).

Exp.	Kc	Análisis teóricos	Exp.	Aut. Nac.	Aut. Ext.	Conocimiento Tema Ext.	Intuición	Ka	K	Int.
1.	0,7	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,75	Medio
2.	1	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,95	Alto
3.	1	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	Alto
4.	1	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,95	Alto
5.	0,8	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,85	Alto
6.	0,8	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,75	Medio
7.	0,8	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	Alto
8.	0,7	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,7	Medio
9.	1	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	Alto
10.	0,9	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,95	Alto
11.	0,9	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,95	Alto
12.	0,9	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,85	Alto
13.	0,8	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,7	Medio
14.	0,9	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	Alto
15.	0,9	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,95	Alto
16.	1	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	Alto
17.	0,9	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,85	Alto
18.	0,7	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,65	Medio
19.	1	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,95	Alto
20.	1	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,95	Alto



ORANGE JOURNAL

A partir de los resultados obtenidos del coeficiente de conocimiento y de argumentación se pudo determinar el coeficiente de competencia (K) como promedio de los expertos seleccionados, el cual fue de (0, 86), evidenciando que el nivel de competencia como promedio es alto en los expertos escogidos.

En la presente investigación se proponen cuatro indicadores para la validación del resultado propuesto, por parte de los expertos seleccionados, de modo que permita valorar la capacidad de la matriz para cumplir con sus objetivos.

El primer indicador, la percepción de los expertos sobre la capacidad de la matriz para identificar adecuadamente los peligros y riesgos relevantes para la gestión de eventos excepcionales, es importante porque garantiza que la matriz sea capaz de identificar los peligros y riesgos que son realmente relevantes para la organización.

El segundo indicador, la percepción de los expertos sobre la capacidad de la matriz para evaluar correctamente la probabilidad y la gravedad de los peligros y riesgos, es importante porque garantiza que la matriz proporcione una estimación precisa de la magnitud del riesgo.

El tercer indicador, la percepción de los expertos sobre la facilidad de uso de la matriz, es importante porque garantiza que la matriz sea fácil de usar por parte de los responsables de la gestión de riesgos.

El cuarto indicador, la percepción de los expertos sobre la utilidad de la matriz para la gestión de eventos excepcionales, es importante porque garantiza que la matriz sea útil para los responsables de la gestión de riesgos a la hora de tomar decisiones sobre cómo gestionar los peligros y riesgos.

En conjunto, estos indicadores proporcionan una visión holística de la capacidad de la matriz para cumplir con sus objetivos. Al considerar la opinión de los expertos en riesgos, los indicadores ayudan a asegurar que la matriz sea una herramienta eficaz para la gestión de eventos excepcionales.

Resultados de la valoración de los expertos

Los resultados mostraron que la capacidad de la matriz para identificar adecuadamente los peligros y riesgos es aceptable. En particular, los expertos consideraron que la matriz es capaz de identificar una amplia gama de peligros y riesgos, incluidos aquellos que son poco probables, pero con consecuencias graves. Además, los expertos consideraron que la matriz es capaz de evaluar adecuadamente la probabilidad y la consecuencia de los riesgos, lo que permite priorizar las acciones de control.

Sin embargo, los expertos también identificaron algunas limitaciones de la matriz. En particular, los expertos consideraron que la matriz podría ser más específica en la identificación de los peligros y riesgos, y que podría proporcionar más orientación sobre cómo evaluar la probabilidad y la consecuencia de los riesgos.

La capacidad de la matriz para identificar adecuadamente los peligros y riesgos relevantes para la gestión de eventos excepcionales es aceptable, aunque podría ser más específica y proporcionar más orientación sobre cómo evaluar la probabilidad y la consecuencia de los riesgos.

Los resultados indicaron que la percepción general sobre la facilidad de uso fue aceptable, con una puntuación media de 4,5 sobre 5. Sin embargo, algunos participantes indicaron que se podría mejorar la facilidad de uso de la matriz incluyendo un manual de usabilidad.

Este resultado sugiere que la matriz es una herramienta útil para la gestión de riesgos, pero que se podrían realizar algunas mejoras para facilitar su uso. La inclusión de un manual de usabilidad proporcionaría a los usuarios información clara y concisa sobre cómo utilizar la matriz, lo que podría ayudar a mejorar su comprensión y utilización.





ORANGE JOURNAL

La inclusión de un manual de usabilidad sería un paso sencillo que podría mejorar significativamente la facilidad de uso de la matriz. Este manual podría incluir información sobre cómo utilizar la matriz para identificar, evaluar y gestionar los riesgos. También podría incluir ejemplos de cómo utilizar la matriz en diferentes contextos.

Conclusiones

El uso apropiado de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de facilitar a los tomadores de decisiones, la gestión de posibles riesgos en las cuencas hidrográficas, y las medidas a tomar ante eventos excepcionales constituyen herramientas de necesaria consulta en las investigaciones actuales (Sáenz Saavedra, 1992).

Ante la diversidad de herramientas (SIG), es importante dominar las ventajas que ofrece cada una para elegir el sistema adecuando en correspondencia con la investigación que se realiza; para ello, (Expósito, 2014) propone algunos parámetros a tener en cuenta para decidir la mejor opción. Entre ellos, propone, que el (SIG), cuente con una interfaz flexible, presente interoperabilidad, conexión a base de datos, diversidad de complementos e integración con Sistema de apoyo al análisis de recursos geográficos (GRASS). Mientras que, (Barrera-Narváez et al., 2020) evalúan parámetros específicos como, funcionalidad básica, análisis espacial, capacidad vectorial, capacidad ráster, interoperabilidad, rendimiento, generación de mapas además de documentación y soporte.

A partir de la utilización del método de identificación de peligros y evaluación de riesgos en la presente investigación, validado por el criterio favorable de los expertos consultados, se constata que la herramienta propuesta para estimar el riesgo a la gestión de gobernanza adaptativa, a través de los parámetros propuestos, constituye una metodología eficaz a tener en consideración para la toma de decisiones ante eventos excepcionales que permitan a su vez mitigar los efectos que se puedan ocasionar en las cuencas hidrográficas y el medio ambiente de manera general.

La metodología propuesta presenta, entre las ventajas más importantes la implementación de un grupo de indicadores y criterios de evaluación específicos que permiten optimizar tiempo y recursos, así como en conjunto, con el uso eficiente de los sistemas de información geográfica (SIG), facilitar la toma de decisiones alrededor de la gestión integral del riesgo de desastres en las cuencas hidrográficas ante situaciones excepcionales de la biosfera.

Los datos teóricos obtenidos, demuestran que la propuesta posibilita trascender la visión parcializada a las ciencias naturales como centro de estas investigaciones que han sido hegemónicas en la gestión de riesgos y desastres tradicionalmente. El presente estudio ofrece una nueva mirada, inter, multi y transdisciplinar, el cual permite llegar a una visión holística y entender determinados fenómenos y procesos desde otras perspectivas, elemento que pone a los tomadores de decisiones en sus manos, mejores herramientas sustentadas desde la ciencia.

Se constata, además que los indicadores de evaluación de gestión ambiental en cuencas hidrográficas en Cuba, calculados fundamentalmente, a través del Índice Simplificado de Gestión de Cuencas (IsGC), carecen de parámetros que puedan valorar el impacto del estado de intervención económica, social y ambiental que ocurre en las cuencas hidrográficas teniendo en cuenta los eventos excepcionales de la biosfera, específicamente en tiempos de pandemia como la COVID-19. Por lo que se hace es preciso ofrecer una mirada científica en este sentido, el cual permita investigar con más profundidad la pertinencia los indicadores de evaluación de gestión ambiental de cuencas hidrográficas empleados en nuestro país.

Referencias bibliográficas

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Sage Journals*, 24(3), 347-364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- Agosto, A., & Giudici, P. (2020). A poisson autoregressive model to understand covid-19 contagion dynamics. *Risks*, 8(3), 1-8. <https://doi.org/10.3390/risks8030077>





- Aguirre Sala, J. F. (2016). La aplicación de las tecnologías de información y comunicación en la prevención comunitaria del delito: los casos de georeferenciación en Monterrey, Mexico. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 11(2). <https://doi.org/10.18359/ries.1878>
- Alarcón Borges, R. Y., Pérez Montero, O., Tejera, R. G., Silveira, M. T. D., Montoya, J. C., Hernández Mestre, D., Vazquez, J. M., Mestanza-Ramon, C., Hernandez-Guzmán, D., & Milanes, C. B. (2023). Legal Risk in the Management of Forest Cover in a River Basin San Juan, Cuba. *Land*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/land12040842>
- Barrera-Narváez, C. F., González-Sanabria, J. S., & Cáceres-Castellanos, G. (2020). Toma de decisiones en el sector turismo mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica e inteligencia de negocios. *Revista Científica*, 38(2), 160-173. <https://doi.org/10.14483/23448350.15997>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Palacios-Rodríguez, A., & Llorente-Cejudo, C. (2020). Digital competency frames for university teachers: Evaluation through the expert competence coefficient. *Revista Electronica Interuniversitaria de Formacion Del Profesorado*, 23(2), 1-18. <https://doi.org/10.6018/reifop.413601>
- Chan, D. W.-K. (2020). A reflection on the anti-epidemic response of COVID-19 from the perspective of disaster management. *International Journal of Nursing Sciences*, 7(3), 382-385. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2020.06.004>
- Expósito, S. (18 de noviembre de 2023). *Ventajas de utilizar QGIS*. CursosGis. <https://www.cursosgis.com/ventajas-de-utilizar-qgis/>
- Ferrer Abad, L., Alarcón Borges, R. Y., Mesa Vazquez, J., & Velázquez Labrada, Y. R. (2023). Eficacia jurídica del derecho blando en la contaminación ambiental: Termoeléctrica Renté. *Orange Journal*, 5(9), 23-33. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2023.9.03>
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2006.04.002>
- Gamboa Frómata, Y., Mesa Vazquez, J., Velázquez Labrada, Y. R., & Alarcón Borges, R. Y. (2022). Estudio de la producción científica sobre zonificación de playas: un análisis. *Orange Journal*, 4(8), 55-64. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995x/2022.8.05>
- García Tejera, R., Pérez Montero, O., González Trujillo, M., Alarcón Borges, R. Y., & Mesa Vazquez, J. (2021). Sistematización de información científica sobre cuencas hidrográficas tributarias a la bahía de Santiago de Cuba. *Universidad y Sociedad*, 3(2), 6.
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., ... Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, 395(10223), 497-506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
- Lein, E. (2020). Las medidas inglesas relacionadas con la crisis del Covid-19 en el ámbito del derecho civil. *Revista de Derecho Civil*, 7(2), 103-108. <http://nreg.es/ojs/index.php/RDC>
- León Álvarez, J. L., Calderón Martínez, M., & Gutiérrez Rojas, A. R. (2021). Análisis de mortalidad y comorbilidad por Covid-19 en Cuba TT - Analysis of mortality and comorbidity due to covid-19 in Cuba. *Revista Cubana de Medicina*, 60(2).
- Minga Morales, P.V. (2018). Identificación de peligros y riesgos en la planta procesadora de balanceados Pronaca Quevedo, elaboración de una matriz IPER. *Revista INVPOS*, 1(1), 1-11.
- Montero, O. P., & Batista, C. M. (2020). Social perception of coastal risk in the face of hurricanes in the southeastern region of Cuba. *Ocean and Coastal Management*, 184, 105010. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105010>
- Noy-Meir, I. (2003). Desert Ecosystems: Environment and Producers. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 4(1), 25-51. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.EC.04.110173.000325>
- Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ECOLSYS.37.091305.110100>
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J., & García-Cueto, E. (2014). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación [Content Validity Evidences: Theoretical Advances and Estimation Methods]. *Acción Psicológica*, 10(2), 3. <https://doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>





- Scheffer, M., Carpenter, S. R., Dakos, V., & Van Nes, E. H. (2015). Generic Indicators of Ecological Resilience: Inferring the Chance of a Critical Transition. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46, 145-167. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ECOLSYS-112414-054242>
- Ticona, S., & Castro, D. (2018). *Matriz de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos y número de accidentes de trabajo en los obreros de la Municipalidad provincial de Arequipa 2018*. In Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa (Vol. 1).
- Vallejo Ilijama, M., Gavilanes Betancourt, E., Llumitaxi Peña, J., & Poma Pilamunga, A. (2019). Gestión integral de riesgos de desastres y manejo sostenible del agua. *Universidad Y Sociedad*, 11(4), 267-275. Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1302>
- Vera Rodríguez, J. M., & Albarracín Calderón, A. P. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109-136. <https://doi.org/10.18359/rcin.2309>
- World Health Organization. (2020). *WHO Health Emergency Dashboard*. <https://covid19.who.int/>
- Xu, H., Yan, C., Fu, Q., Xiao, K., Yu, Y., Han, D., Wang, W., & Cheng, J. (2020). Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China. *Science of the Total Environment*, 731, 139211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139211>

