Directivo al Día
Vol. XXIII, No. 1, enero-marzo 2024, pp. 1-20
ISSN 1813-3231

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Análisis de los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por inundaciones debido a intensas lluvias en el municipio Caibarién

Analysis of Danger, Vulnerability and Risk Studies for flooding due to intense rains in Caibarien municipality

Lic. Tamary Delgado Troya
https://orcid.org/0009-0004-1900-747X
Delegación Provincial del CITMA, Villa Clara, Cuba
tamarydt1976@nauta.cu

Drs. Yuniey Quiala Armenteros
https://orcid.org/0000-0002-1780-4226
Oficina Reguladora de Seguridad Ambiental, Villa Clara, Cuba
kiala1981@gmail.com

Recibido: 20/11/2023
Aceptado: 13/02/2024

Resumen

Las inundaciones por intensas lluvias constituyen un peligro de índole natural pudiéndose convertir en un desastre de gran repercusión negativa. Por esta razón se realizó un estudio descriptivo longitudinal prospectivo bajo un paradigma cuantitativo en el municipio Caibarién durante el año 2023 con el objetivo de analizar los resultados de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo por inundaciones como producto de marcadas precipitaciones en dicho territorio. Mediante un muestreo no probabilístico fueron seleccionados los consejos populares del territorio norteño. Los métodos empleados para obtener la información y desarrollar la investigación fueron la observación y el análisis Documental siendo la técnica empleada las fórmulas para cálculo de aproximación de riesgo, así como la sumatoria total de vulnerabilidades para calcular la vulnerabilidad total. Como resultados más relevantes se obtuvo que los consejos populares de Caibarién II (Van Troi-Cambaito), Reforma–Crucero y Refugio–La Perla fueron son los más susceptibles en relación a los estudios de peligro, en cuanto a la vulnerabilidad total

Refugio-La Perla presento mayor susceptibilidad y en relación a la variable riesgo los estudios relacionados al mismo se obtuvo que Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Dolores-Guajabana-Rojas presentaron el riesgo más alto ante inundaciones por intensas lluvias.

Palabras claves: peligro, vulnerabilidad, riesgo, estudios de peligros, caibarién.

Abstract

Floods due to intense rains constitute a natural danger and can become a disaster with great negative repercussions. For this reason, a prospective longitudinal descriptive study was carried out under a quantitative paradigm in Caibarien municipality during 2023 with the objective of analyzing the results of the studies of danger, vulnerability and risk due to flooding as a product of marked rainfall in said territory. Through non-probabilistic sampling, the popular councils of the northern territory were selected. The methods used to obtain the information and develop the research were observation and Documentary analysis, the technique used were the formulas for calculating risk approximation, as well as the total sum of vulnerabilities to calculate the total vulnerability. The most relevant results were that the popular councils of Caibarien II (Van Troi-Cambaito), Reforma-Crucero and Refugio-La Perla were the most susceptible in relation to the danger studies. In terms of total vulnerability, Refugio-La Perla presented greater susceptibility. And, in relation to the risk variable, the studies related to it showed that Caibarién II (Van Troi-Cambaito) and Dolores-Guajabana-Rojas presented the highest risk of flooding due to intense rains.

Keywords: danger, vulnerability, risk, hazard studies, caibarién.

Introducción

El termino Peligro proviene del latín periculum (“prueba”, “riesgo” o “tentativa”) y se define como el riesgo o la contingencia inminente de que suceda algún mal, esto es, la posibilidad real de que suframos algún daño físico, emocional o de otro tipo. (Editorial Etecé, 2021).

En lo referente a la vulnerabilidad, se define la misma como el riesgo a sufrir un peligro inminente que tiene algo o alguien. Dicha vulnerabilidad puede tratarse de fenómenos de todo

ISSN 1813-3231

tipo, desde desigualdades económicas y sociales hasta desastres naturales. El origen de la palabra vulnerabilidad radica en el término *vulnerabilis* del latín cuyo significado indica la posibilidad de ser herido. Sin embargo, el uso de la palabra vulnerabilidad puede adaptarse a distintas formas. Esto se debe a que la vulnerabilidad en cuestión puede tener diferentes orígenes, causas y consecuencias (Tilio, 2020).

Por otra parte, representantes de la Universidad Autónoma de México la definen como un estado de riesgo al que se encuentran sujetas algunas personas en determinado momento, representando un estado de debilidad provocado por la ruptura del equilibrio, que lleva a la persona o al grupo de personas a una espiral de efectos negativos (Foster, 2016). La vulnerabilidad se puede clasificar como:

- Vulnerabilidad estructural. Está asociada con los elementos que mantienen en pie un edificio, como los cimientos, columnas, vigas, paredes maestras, pisos.
- Vulnerabilidad no estructural. Se refiere a los componentes no estructurales que se apoyan en los componentes estructurales (paredes divisorias, cielos rasos, ventanas, componentes arquitectónicos); se incluye todo el equipamiento de sistemas eléctricos y mecánicos, sistemas protectores, etc.
- Vulnerabilidad funcional (social). Se refiere a los elementos externos, vías adyacentes, aspectos organizativos, preparación del personal, sistemas y vías de evacuación, y otros que se deban considerar (Navarro Machado, 2009).

En relación a la conceptualización de Riesgo, autores argentinos lo definen como la proximidad o posibilidad de que suceda un daño o perjuicio y sus posibles consecuencias siendo los mismos de acuerdo a su intensidad en alto, moderado y bajo. En cuanto a los tipos de riesgos estos autores plantean que los mismos se clasifican en:

- Riesgos naturales. Implican la probabilidad de que ocurra en un determinado espacio físico un hecho o evento natural, como nevadas fuertes, olas de calor o frío,

 ISSN 1813-3231

huracanes, tormentas eléctricas, aludes, sequías, inundaciones, incendios forestales, entre otros.

- Riesgos biológicos. Probabilidad de que la salud de las personas u otros animales se vea afectada por la presencia de organismos como endoparásitos, virus, bacterias, esporas, cultivos celulares, hongos, entre otros.
- Riesgos económicos. Representan la vulnerabilidad y la incertidumbre que se producen cuando se realizan grandes inversiones y las posibilidades de que la situación económica se altere o difiera de lo estipulado y afecte dichas inversiones.
- Riesgos financieros. Vulnerabilidad que presenta una determinada empresa al no poder cubrir sus responsabilidades financieras.
- Riesgos laborales. Implican la probabilidad de que los individuos sufran daños a causa del trabajo
- Riesgos químicos. Implican la probabilidad de un organismo o del medio ambiente de sufrir daño al estar expuesto a agentes químicos, como el arsénico, el cianuro, el etanol, el uranio, el cloruro de calcio, el monóxido de carbono, entre muchos otros.
- Riesgos sanitarios. Implican la probabilidad de que un determinado suceso afecte la salud de personas o grupos. Este suceso puede tener una causa natural, como es el caso de una pandemia, o ser provocado por el ser humano, como un escape de gas en una fábrica (Editorial Etecé, 2021).

Representante de la Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño (CIIFEN) plantean la siguiente formula que permite la aproximación del cálculo del riesgo, quedando de la siguiente manera:

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD

Donde Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la

propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales, determinándose la misma en función de la intensidad y la frecuencia.

De igual manera se puede estimar o determinar la vulnerabilidad mediante la siguiente formula:

VULNERABILIDAD = EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA

De esta manera se interpreta que los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia. Describiéndose estos factores de la manera siguiente:

Exposición: condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

Susceptibilidad: grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

Resiliencia: capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño, 2022).

Otro elemento a definir es el desastre, el cual no es más que un acontecimiento trágico, lamentable o desdichado, constituyendo una desgracia de gran magnitud que afecta enormemente a las víctimas o los perjudicados (Pérez Porto y Gardey, 2018). Miembros de la Red de respuesta a desastres en Carolina del Norte añaden que, aunque se realicen todas las preparaciones necesarias para mitigar y responder a estos eventos por definición los desastres nunca pueden ser completamente anticipados y clasifican los desastres en naturales, y los provocados por hombre o tecnológicos (Departamento de Salud Ocupacional, 2018).

En relación a la actualidad, plantea Cardona que, debido a la confianza en los desarrollos de la ciencia y la tecnología, la sociedad cada vez más expresa su preferencia por la planificación, el pronóstico, las alertas y la prevención-mitigación (reducción de riesgos), en contraste con las respuestas tradicionales a las crisis. Este experto europeo concluye planteando que el uso de

análisis cuantitativos, altamente técnicos, de evaluación de riesgos benefician la gestión de los mismos. (Cardona Arboleda, 2001)

El término desastre natural hace referencia a las enormes pérdidas materiales y vidas humanas ocasionadas por eventos o fenómenos naturales (Centro Nacional de Apoyo para Contingencias Epidemiológicas y Desastres, 2022). Las únicas medidas que las sociedades pueden tomar frente a estos desastres es el monitoreo y la prevención, produciéndose los mismos por la irrupción de un fenómeno natural extremo que afecta de forma negativa a la población de un determinado lugar. Los desastres naturales se clasifican como:

- Geológicos, dentro de los mismos se encuentran los terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis.
- Meteorológicos, de manera específica se encuentran los huracanes, tornados, incendios forestales, inundaciones y las sequías (Portillo, 2023).

Los desastres naturales traen consigo una negativa repercusión económica, tal es así que en el 2018 según el informe "Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998-2017", publicado por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, advirtió sobre el nexo entre el cambio climático y la mayor asiduidad de desastres naturales, el impacto de estos fenómenos en la economía de los países y cómo perjudica principalmente a las naciones más pobres, argumentando que el país más afectado por las pérdidas económicas totales durante los últimos veinte años fue Estados Unidos, seguido por China y Japón, el informe destaco que los fenómenos meteorológicos extremos representaron el 77% del total de las pérdidas económicas, o 2,24 billones de dólares. Esta cifra represento un "aumento espectacular" del 151% en comparación con las pérdidas registradas entre 1978 y 1997, que ascendieron a 895.000 millones de dólares.

En relación a las pérdidas humanas durante este período fallecieron por desastres 1,3 millones de personas y unos 4400 millones fueron heridas, perdieron su hogar, tuvieron que desplazarse o necesitaron ayuda de emergencia. El tipo de desastres que se cobró un mayor

número de víctimas fueron los fenómenos sísmicos, con más de 747.000 víctimas, pero los desastres naturales que ocurrieron con mayor frecuencia fueron las inundaciones y las tormentas.

Los países pobres fueron los que más sufrieron así, entre los diez países que registraron un mayor promedio anual de pérdidas con relación al PIB solo hay uno de altos ingresos, Puerto Rico. Entre los cinco primeros con ingresos medios o bajos todos pertenecen a la región de América Latina y el Caribe: Haití -17,5%-, Honduras -7%-, Cuba -4,6%-, El Salvador -4,2%- y Nicaragua -3,6%. (Noticias ONU, 2018).

Los desastres de índole tecnológico son aquellos eventos que se generan como consecuencia de una falla o el mal funcionamiento de una estructura tecnológica, aunque también pueden ser generados por un error humano a la hora de hacer alguna manipulación de la tecnología en cuestión. A diferencia de los desastres naturales, los desastres tecnológicos no son tan predecibles y suelen ocurrir de forma inesperada. Esto supone que cuando se ocasionan las consecuencias puedan ser fatales porque no estamos preparados para afrontarlos (Lifeder, 2021). La Cruz Roja y la Media Luna los clasifican en:

- Químicos: son la liberación inesperada de una sustancia que es potencialmente dañina para los seres humanos, los animales o el medio ambiente. Pueden ocurrir debido a accidentes tecnológicos, el impacto de amenazas naturales, conflictos y terrorismo.
- Biológicos: son sustancias biológicas que amenazan la salud de los seres humanos y otros seres vivos. Incluyen brotes de enfermedades infecciosas, epidemias, plagas e infestaciones de animales. La contaminación puede ocurrir por exposición natural al agente, liberación accidental de microorganismos, por ejemplo, de una instalación de investigación, o por actos deliberados.
- Nucleares: implican la liberación accidental o intencional de materiales radiactivos potencialmente dañinos, por ejemplo, de centrales nucleares, reactores de investigación

 ISSN 1813-3231

o armas nucleares. Radiológicos: son peligros que involucran todas las demás fuentes de radiación, por ejemplo, máquinas de radiografía, material radiactivo utilizado en la industria y fuentes radiactivas extraviadas o robadas. (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2022)

En relación a los desastres sanitarios, se definen cuando una enfermedad o plaga, nueva o previamente existente, aumenta su incidencia, o sea, se observa un elevado e inusual número de enfermos en tiempo y lugar. Pudiendo manifestarse los mismos como:

- Epidemia: si se trata de personas.
- Epizootia: si los que se ven afectados son los animales.
- Epifitias: cuando las plantas o cultivos son afectados. (Presidente del Consejo de Defensa Nacional, 2022)

A nivel mundial existen programas de reducción de riesgos regidos por Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR), fundada el 22 de diciembre de 1999, constituye el punto focal designado en el sistema de las Naciones Unidas para la coordinación y asegurar sinergias entre las actividades de reducción de desastres de las Naciones Unidas y las organizaciones regionales y de las actividades en los campos socioeconómicos y humanitarios. En particular, la UNISDR coordina los esfuerzos internacionales en la reducción del riesgo de desastres; guiando, monitoreando e informando sobre el progreso en la implementación del Marco de Acción de Hyogo. (Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre, 2018)

En el caso de nuestro país los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos (EPVR) de alcance territorial se comenzaron a realizar en Cuba atendiendo a lo establecido en la Directiva 1 del 2010 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional, dichos estudios se pueden definir como el proceso de investigación, identificación, caracterización, estimación del peligro, de la vulnerabilidad de los elementos expuestos y el riesgo. (Poder Popular Provincial, 2019).

De manera específica especialistas del CITMA en Artemisa los definen de la siguiente manera:

- Estudio de Peligro (P): Proceso para estimar la probabilidad de que se produzcan en un tiempo y un lugar determinados, eventos potencialmente destructivos, con un grado de severidad capaz de crear una situación de posible desastre, debido al grado de afectaciones a la población, economía, infraestructura y otros factores socioeconómicos.
- Estudio de Vulnerabilidad (V): Proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición o susceptibilidad de las personas, lugares, bienes materiales o actividades socioeconómicas de cualquier tipo a ser afectadas por un peligro especifico de parámetros definidos.
- Estudio de Riesgos (R): Constituye el proceso científicamente fundamentado para calcular (estimar) el nivel de afectaciones, mediante el empleo de métodos y técnicas apropiadas, basadas en análisis probabilísticos y estadística confiable que garanticen un resultado cuantificado eficazmente (Portal del ciudadano de Artemisa, 2020).

El municipio Caibarién de la Provincia de Villa Clara se encuentra situado en la región norte central de Cuba entre los vértices de coordenadas X: 636900 y Y: 316000 hacia el oeste y X: 666600 y Y: 292000 hacia el este. Con una extensión territorial de 38576. 28 ha y un total de 37 902 habitantes constituye una de las principales villas costeras de la Isla de Cuba. Es el municipio más pequeño de la provincia. Limita al sur con el Municipio Remedios, al este con el Municipio de Yaguajay, al oeste con los municipios de Camajuaní y Remedios y al norte con la Bahía de San Juan de los Remedios. territorios. la cayería es un territorio eminentemente llano (más del 97% de su extensión), sus mayores alturas no sobrepasan los 20m sobre el nivel medio del mar en pocas zonas del territorio, destacándose pocas elevaciones como: Cerro de Guajabana que con sus 142m de altitud constituye el punto culminante de nuestra geografía,

ISSN 1813-3231

otras de menor elevación como El Cundiamor tiene 75,3m, La Amalia 56,8m; San Felipe 45,1m y Sierrezuela 39,2m.

Geológicamente, este territorio constituye una llanura fluvio marina deltaica, plana, parcialmente cenagosa y acumulativa con suelos de mal drenaje, algunos con alto contenido de salinidad. El basamento de la misma lo constituye en su mayoría sedimentos arcillosos cuaternarios. También podemos observar un grupo de elevaciones constituidas por rocas del cretácico pertenecientes al grupo Remedios y con composición litológica de calizas, margas, brechas calcáreas, dolomitas y en ocasiones intercalaciones de silicitas. En las zonas más bajas de manglares los sedimentos superficiales son de origen biogénico– lacuno – palustres. Los suelos son hidromórficos- pantanosos - turbosos, distribuidos en regiones llanas donde predominan las condiciones hidromórficas debido a la presencia de un manto freático oscilante y en ocasiones por presentar una capa arcillosa pesada, situada en profundidad. Los suelos medianamente productivos y de alta disponibilidad de aguas subterráneas.

Posee un clima tropical donde las brisas del mar suavizan el mismo en la ciudad, esto se ve reflejado en los elevados valores de humedad del aire, así como la atenuación de las oscilaciones térmicas diarias en la zona costera. La variación de la temperatura a través del año constituye una particularidad del clima. A partir del invierno, la temperatura comienza a descender regularmente hasta la primavera y el verano. Luego va ascendiendo gradualmente en el otoño hasta el próximo invierno.

La hidrográfica de Caibarién está compuesta por cuatro ríos principales con sus afluentes, estos son: Guani, Managuimba, Manacas y Yagüey, este último límite del Municipio con la provincia de Sancti Spíritus. Otras corrientes fluviales del municipio son: Canal de Aguas Lindas, Jiquibú y el Río Reforma (también denominado Río Caibarién).

En el marco Político – Administrativo, el municipio cuenta con 6 Consejos Populares, cuya delimitación territorial coincide con las Zonas de Defensa. El gobierno, dirigido por la Asamblea Municipal del Poder Popular (máximo órgano de poder municipal) integrada por miembros

elegidos por la ciudadanía desde la base, en la Circunscripción, cuenta con un órgano administrativo, el Consejo de la Administración Municipal, cuya gestión garantiza gobernabilidad con representación popular.

Ante el peligro de sufrir inundaciones a consecuencias de intensas lluvias, se realizó la siguiente investigación teniendo como objetivo:

- Analizar los resultados de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo por inundaciones como producto de marcadas precipitaciones en el municipio objeto de estudio.

Material Y Métodos

Se realizó un estudio descriptivo longitudinal prospectivo bajo un paradigma cuantitativo en todos los consejos populares que componen el municipio Caibarién durante el año 2023. La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico. Los métodos empleados para obtener la información fueron la observación y el análisis Documental y la técnica empleada fue las fórmulas para cálculo de aproximación de riesgo, así como la sumatoria total de vulnerabilidades para calcular la vulnerabilidad total.

Discusión Y Resultados

La Tabla 1 representa la distribución geográfica del municipio Caibarién según los consejos populares que conforman el mismo

Tabla 1.

Distribución de consejos populares del municipio Caibarién

Consejo Popular/Zona de Defensa	Población (Hab)	Categoría
Caibarién III (Van Troi-Cambaito)	**13412**	Urbano
Reforma-Crucero	**8437**	Urbano
Refugio-La Perla	**9451**	Rural
Dolores-Guajabana-Rojas	**2555**	Rural
Caibarién I (Punta Brava)	**1975**	Urbano
Caibarién II (Centro)	**1412**	Urbano

Nota. Fuente: elaboración propia

 ISSN 1813-3231

Al relacionar las variables población y categoría se obtiene que el consejo popular Caibarién III (van Troi-Cambaito) es el de mayor densidad poblacional con un total de 13412 habitantes en la categoría de territorio urbano, en tanto que Refugio-La Perla es la zona rural con más densidad poblacional representada por 9451 habitantes.

Al detallar en la Tabla 2 representa la variable Peligro de los estudios PVR para la ocurrencia de inundaciones por intensas lluvias.

Tabla 2.

Estudio de Peligro de las diferentes zonas de defensa en Caibarién para la ocurrencia de inundaciones por intensas lluvias.

No.	Consejo Popular/Zona de Defensa	Escenario de Peligro		Peligro/ período de retorno					
		Valor	Susceptibilidad	P_1(5 años)		P_2(10 años)		P_3(50 años)	
				Valor	Clasíf.	Valor	Clasíf.	Valor	Clasíf.
1	Caibarién II (Van Troi-Cambait	7	Susceptibilidad Alta	14	Peligro Medio	21	Peligro Medio	21	Peligro Medio
2	Reforma-Crucero	7	Susceptibilidad Alta	14	Peligro Medio	21	Peligro Medio	21	Peligro Medio
3	Refugio-La Perla	6.6	Susceptibilidad Media	13.2	Con Peligro	19.8	Peligro Medio	19.8	Peligro Medio
4	Dolores-Guajabana-Rojas	6.6	Susceptibilidad Media	13.2	Con Peligro	19.8	Peligro Medio	19.8	Peligro Medio
5	Caibarién I (Punta Brava)	3.6	Susceptibilidad Media	7.2	Con Peligro	7.2	Con Peligro	10.8	Con Peligro
6	Caibarién III (Centro)	3	Con Susceptibilidad	6	Con Peligro	6	Con Peligro	9	Con Peligro

Nota. Fuente: (Poder Popular Provincial, 2019)

Al analizar el escenario de peligro teniendo en cuenta la relación entre valor de puntuación del peligro y la susceptibilidad se obtiene que para un valor de 7 los consejos populares de Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Reforma –Crucero Refugio presentan una alta susceptibilidad ante las inundaciones causadas por intensas lluvias, en tanto Caibarién III(Centro) presenta susceptibilidad en su menor grado (3 puntos).

 ISSN 1813-3231

Al analizar al peligro con relación al período de retorno tanto para un tiempo de 5, 10 y 50 años las zonas de defensas Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Reforma-Crucero se dispensarizan como de peligro medio con un valor de 14 puntos para los 5 años y un puntaje de 21 tanto para los períodos de retorno de 10 y 50 años. En tanto que Caibarién III (Centro) mantiene un peligro mínimo con una puntuación de 6 para 5 y 10 años, Así como un puntaje de 9 para un período de retorno de 50 años.

La Tabla 3 muestra el comportamiento de las vulnerabilidades físicas, estructurales y no estructurales, así como el valor funcional de dicha variable en relación con el grado de peligro ante intensas lluvias.

Tabla 3.

Comportamiento de las vulnerabilidades física, estructural y no estructural y valor funcional en relación con grado de peligro por inundaciones por intensas lluvias.

No.	Consejo Popular/Zona de Defensa	Valor Vuln. Fisica			Valor Vuln. Estructural			Valor Vuln. No Estructural			Valor Vul. Func.
		VFp_1	VFp_2	VFp_3	Vep_1	Vep_2	Vep_3	$Vnep_1$	$Vnep_2$	$Vnep_3$	
1	Caibarién II (Van Troi-Cambait	8.39	10.79	13.74	1.89	2.29	2.74	6.50	8.50	11.00	0.00
2	Reforma-Crucero	7.88	8.72	15.39	4.38	5.22	6.39	3.50	3.50	9.00	0.00
3	Refugio-La Perla	13.19	17.53	17.98	5.69	7.53	7.98	3.50	6.00	6.00	4.00
4	Dolores-Guajabana-Rojas	7.94	9.50	15.08	4.44	5.00	5.08	3.50	4.50	10.00	0.00
5	Caibarién I (Punta Brava)	4.26	8.51	9.27	3.26	5.01	5.77	1.00	3.50	3.50	0.00
6	Caibarién III (Centro)	10.39	11.26	11.64	4.39	5.26	5.64	6.00	6.00	6.00	0.00

Nota. Siglas de la tabla: VF- valor de la Vulnerabilidad física**;** Vep_1-Vep_2-Vep_3-valor de la Vulnerabilidad estructural en los eventos de peligro alto (p_1), medio(p_2) y bajo(p_3)

ISSN 1813-3231

respectivamente**;** $Vnep_1$-$Vnep_2$-$Vnep_3$-valor de la Vulnerabilidad no estructural en los eventos de peligro alto(p_1), medio(p_2) y bajo(p_3) respectivamente. Fuente: (Poder Popular Provincial, 2019)

La zona de defensa con mayor vulnerabilidad Física (VF) es Refugio-La Perla con una puntuación de 13.19 ante un peligro alto,17.53 para peligro medio y 17.98 en un rango de bajo peligro, En relación a vulnerabilidad estructural el consejo popular antes mencionado es la más susceptible con valores de 5.69 para un rango de peligro mayor, 7.53 para peligro medio y 7.98 ante la probabilidad de menor peligro por intensas lluvias. Al realizar un análisis cualitativo en lo referente a la variable vulnerabilidad estructural todas las zonas de defensa presentan los mayores grados de susceptibilidad, en las tres intensidades del peligro de precipitaciones, motivado en lo fundamental a que el fondo edificado (viviendas) sufre daños considerables (a veces irreparables) cuando ocurren inundaciones, dado por la tipología constructiva y el estado técnico de estas, aunque también incide su ubicación en planos inundables de baja permeabilidad y escurrimiento.

Al analizar el comportamiento de vulnerabilidad no estructural por intensas lluvias se obtiene que la zona de defensa Caibarién II (Van Troi-Cambaito) es la más susceptible ante los tres grados de peligro teniendo un valor de 6.50 (máximo peligro), 8.50 (peligro medio) y 11.00 (menor grado de peligro). De manera general y desde un enfoque cualitativo todas las zonas de defensas son más susceptibles a sufrir daños en su infraestructura vial y redes, existiendo además la influencia negativa del déficit de sistemas de alcantarillado, de aguas pluviales y una baja funcionalidad del drenaje en los asentamientos.

La Vulnerabilidad funcional sólo adquiere valor significativo en la ZD La Refugio-La Perla, (4.00) todo esto dado la posibilidad de que queden zonas aisladas de difícil acceso al ocurrir inundaciones, las que usualmente se producen con intensidad en áreas del asentamiento y sus alrededores, al combinarse acumulación de escorrentías desde las zonas altas y la penetración del mar al paso de ciclones tropicales.

 ISSN 1813-3231

La Tabla 4 representa el comportamiento de la Vulnerabilidad Social (Vs), la Vulnerabilidad Ecológica (Vc), y la Vulnerabilidad Económica (Vec) ante intensas lluvias.

Tabla 4.

Comportamiento de la Vulnerabilidad Social (Vs), la Vulnerabilidad Ecológica (Vc), y la Vulnerabilidad Económica (Vec) ante intensas lluvias.

No.	Consejo Popular/Zona de Defensa	Valores de Vulnerabilidad		
		Vs	Vc	Vec
1	Caibarién II (Van Troi-Cambaito)	5	0	12
2	Reforma-Crucero	2	0	10
3	Refugio-La Perla	8	0	10
4	Dolores-Guajabana-Rojas	6	0	10
5	Caibarién I (Punta Brava)	3	0	10
6	Caibarién III (Centro)	4	0	13

Nota. Fuente: (Poder Popular Provincial, 2019)

En cuanto a Vulnerabilidad Social (Vs) Refugio-La Perla tiene un mayor valor (8) por la densidad de población existente en áreas inundables y la presencia de desechos sólidos en las calles, patios y cauces de escurrimiento.

La Vulnerabilidad Ecológica (Vc) a pesar de los valores que adquiere Caibarién I (Punta Brava) es a considerar como susceptible, por la cercanía con el litoral. Aunque considerando las afectaciones potenciales a las Áreas Protegidas y a ecosistemas frágiles a causa de la inundación por intensas lluvias es el área más vulnerable la ZD Refugio – La Perla en el municipio.

En relación a la vulnerabilidad económica el valor mayor lo adquiere Caibarién III (Centro) con un valor de 13 al tener en cuenta el componente zonas industriales en riesgo en áreas de inundación por intensas lluvias como elemento de dicha vulnerabilidad.

La Tabla 5 representa de manera general la vulnerabilidad total ante intensas lluvias.

Tabla 5.

Vulnerabilidad total de inundaciones por intensas lluvias.

 ISSN 1813-3231

No.	Consejo Popular/Zona de Defensa	Rango Intensidad del Peligro	Valor de la Vulnerabilidad Total	Clasificación de la vulnerabilidad	
1	Caibarién II (Van Troi-Cambait	p_1	17.69	0.18	Con vulnerabilidad
		p_2	24.56	0.25	Con vulnerabilidad
		p_3	31.05	0.31	Vulnerabilidad media
2	Reforma-Crucero	p_1	16.13	0.16	Con vulnerabilidad
		p_2	18.52	0.19	Con vulnerabilidad
		p_3	27.67	0.28	Con vulnerabilidad
3	Refugio-La Perla	p_1	21.52	0.22	Vulnerabilidad alta
		p_2	29.39	0.29	Vulnerabilidad alta
		p_3	36.34	0.36	Vulnerabilidad alta
4	Dolores-Guajabana-Rojas	p_1	14.25	0.14	Vulnerabilidad media
		p_2	18.81	0.19	Vulnerabilidad media
		p_3	31.39	0.31	Vulnerabilidad alta
5	Caibarién I (Punta Brava)	p_1	9.46	0.09	Con vulnerabilidad
		p_2	15.73	0.16	Con vulnerabilidad
		p_3	22.49	0.22	Con vulnerabilidad
6	Caibarién III (Centro)	p_1	20.66	0.21	Con vulnerabilidad
		p_2	21.54	0.22	Con vulnerabilidad
		p_3	28.92	0.29	Con vulnerabilidad

Nota. Fuente: (Poder Popular Provincial, 2019)

De manera general Refugio-La Perla presenta mayor vulnerabilidad total ante los tres grados de peligros ante intensas lluvias, p1 (21.52 puntos con un valor de significancia de 0.22), p2 (29.39, valor de 0.29) y p3 (36.34 con significancia de 0.36).

La Tabla 6 manifiesta el cálculo de riesgo de inundaciones ante intensas lluvias.

Tabla 6.

Calculo de riesgo por inundaciones ante intensas lluvias

No.	Consejo Popular/Zona de Defensa	Rango Intensidad del Peligro	Valor neto (base 10) de la Vulnerabilidad Total	Probabilidad del Peligro (P_i)	Valor del Riesgo (P_i x V)	Clasificación del Riesgo

ISSN 1813-3231

1	Caibarién II (Van Troi-Cambaito).	p_1	0,18	0,20	0,36	Riesgo Medio
		p_2	0,25	0,10	0,25	Riesgo Alto
		p_3	0,31	0,05	0,155	Riesgo Alto
2	Reforma-Crucero	p_1	0,16	0,20	0,32	Riesgo Medio
		p_2	0,19	0,10	0,19	Riesgo Medio
		p_3	0,28	0,05	0,14	Riesgo Alto
3	Refugio-La Perla	p_1	0,22	0,20	0,44	Riesgo Alto
		p_2	0,29	0,10	0,29	Riesgo Alto
		p_3	0,36	0,05	0,18	Riesgo Alto
4	Dolores-Guajabana-Rojas	p_1	0,14	0,05	0,07	Riesgo Medio
		p_2	0,19	0,1	0,19	Riesgo Medio
		p_3	0,31	0,05	0,155	Riesgo Alto
5	Caibarién I (Punta Brava)	p_1	0,09	0,2	0,18	Riesgo medio
		p_2	0,22	0,1	0,22	Riesgo Medio
		p_3	0,22	0,05	0,11	Riesgo Alto
6	Caibarién III (Centro)	p_1	0,21	0,2	0,42	Riesgo Medio
		p_2	0,22	0,1	0,22	Riesgo Medio
		p_3	0,29	0,05	0,145	Riesgo Alto

Nota. Fuente: (Poder Popular Provincial, 2019)

Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Dolores-Guajabana-Rojas presentan el riesgo más alto para peligros mínimos con un valor del riesgo calculado de 0,155.

Conclusiones

En relación al estudio de peligro por inundaciones por intensas lluvias los consejos populares de Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Reforma–Crucero presentan la más alta susceptibilidad ante las inundaciones causadas por intensas lluvias. Las zonas de defensas

Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Reforma-Crucero se dispensarizaron como de peligro medio para el período de retorno para los 5 años,10 y 50 años, no existiendo alto peligro.

Los estudios de vulnerabilidad arrojaron que la zona de defensa con mayor vulnerabilidad física, estructural, social y funcional es Refugio-La Perla, en relación a vulnerabilidad no estructural la zona de defensa Caibarién II (Van Troi-Cambaito) es la más susceptible. En tanto que Caibarién III es la zona más vulnerable desde el punto vista económico. De manera general Refugio-La Perla presenta mayor vulnerabilidad total ante los tres grados de peligros de inundación ante intensas lluvias. Según los cálculos de riesgo por inundaciones por intensas lluvias Caibarién II (Van Troi-Cambaito) y Dolores-Guajabana-Rojas presentan el riesgo más alto para peligros mínimos.

Referencias bibliográficas

Cardona Arboleda, O. D. (2001). Estimulación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. [tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]. https://www.researchgate.net/publication/277163871_Estimacion_holistica_del_riesgo_sismico_utilizando_sistemas_dinamicos_complejos

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño (CIIFEN). (2022). *Aproximación para el cálculo de riesgo.* http://wwwciifen.org/definicion-de-riesgo/

Centro Nacional de Apoyo para Contingencias Epidemiológicas y Desastres (CENACED). (2022, 8 de enero). *Desastres naturales: que son, definición, tipos, características y prevención.* www.responsabilidadsocial.net/desastres-naturales-que-son-definicion-tipos-caracteristicas-y-prevencion/

Departamento de Salud Ocupacional. (2018). Tipos y fases de desastres. *Tab Ballis, LCSW, LCAS de la Red de Respuesta a Desastres de North Carolina*. https://www.ispch.cl/sites/default/files/1.-%20Tipos%20y%20Fases%20de%20Desastres.pdf

Editorial Etecé. (2021). *¿Qué es el Peligro?* Concepto. https://concepto.de/peligro/

Foster, J. (2016). Invertir la espiral de la vulnerabilidad. En Aproximación al concepto de vulnerabilidad. Colección de textos sobre Derechos Humanos. Biblioteca jurídica virtual del instituto de investigaciones jurídicas de la UNAM, p. 24. http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (IFRC). (2022). Riesgos tecnológicos y biológicos. https://www.ifrc.org/es/quienes-somos/sobre-ifrc

Lifeder. (2021). Desastres tecnológicos. https://www.lifeder.com/desastres-tecnologicos/

Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNSRD). (2018). Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. UNISDR. http://www.unsrd.org/eng

Navarro Machado, V. R. (2009). Situaciones de desastres. Manual para la preparación comunitaria. Editorial Ciencias Médicas. https://www.researchgate.net/profile/Victor-Navarro-Machado/publication/293652622_Situaciones_de_desastres_Manual_para_la_preparacion_comunitaria/links/56ba3baf08ae0a6bc955506d/Situaciones-de-desastres-Manual-para-la-preparacion-comunitaria.pdf

Noticias ONU. (2018). Las pérdidas económicas por los desastres climáticos crecieron un 151% en veinte años. Mirada global de historias humanas. https://news.un.org/es/story/2018/10/1443432

Pérez Porto, J. y Gardey, A. (2018). *Desastre Qué es, definición y concepto*. Definiciones. www.definiciondedesastre

Poder Popular Provincial. (2019, 10 de junio). *Qué son los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo.* Redpinar. www.redpinar.gob.cu/en/ciencia-y-tecnica/4734-que-son-los-estudios-de-peligro-vulnerabilidad-y-riesgo

Portal del ciudadano de Artemisa. (2020). Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos para la reducción de desastres. https://www.artemisa.gob.cu/es/estudios-de-peligro-vulnerabilidad-y-riesgo-pvr

ISSN 1813-3231

Portillo, G. (2023). Desastres naturales en el mundo. Ecología verde. https://www.ecologiaverde.com/desastres-naturales-en-el-mundo-4406.html

Presidente del Consejo de Defensa Nacional. (2022). Directiva 1. Para la gestión de reducción del riesgo de desastre en la República de Cuba. http://www.instituciones.sld.cu/ucmc/files/2023/05/DIRECTIVA-1-PARA-LA-GESTION-DE-LA-REDUCCION-DEL-RIESGO-RECTIFICADO.pdf

Tilio, A. (2020). *Vulnerabilidad.* De Significados. https://designificados.com/vulnerabilidad/