

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE UN TERRITORIO

AUTORES: Luis Fernando Lucio Villacreses¹
Iskra Alexandra Figueroa Balladares²
Alexander Isidro Muñoz Pisco³
Jandry Robinson Baldeon Guaranda⁴



DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: luis.lucio@unesum.edu.ec

Fecha de recepción: 22/08/2020

Fecha de aceptación: 10/01/2020

RESUMEN

Desde el año 2015 muchos países del mundo se acogieron a la implementación de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, que entre otros aspectos busca: poner fin a la pobreza y reducir los índices de vulnerabilidad social, económica, ambiental. En este contexto, se planteó estimar la vulnerabilidad de un territorio, con el propósito de hacer trascendente, conceptos como susceptibilidad, capacidad adaptativa, y orientar el cálculo requerido para estandarizar y normalizar datos, mediante el método descriptivo y cuantitativo respectivamente. Fue también necesario el uso del método exploratorio, para obtener datos oficiales del último censo realizado en Perú, obteniendo información específica del Departamento de Pasco. El resultado principal que se muestra en este artículo, es el mapa de vulnerabilidad que se obtiene del área de estudio, sin dejar de mencionar la relevancia que tienen los datos que lo generan. Se concluye que el uso de la información sobre la vulnerabilidad de un territorio, permite a los planificadores de cualquier país, orientar inversiones para reducir desigualdades e inequidades en sectores vulnerables, y por ende contribuir al logro particular de los siguientes objetivos: Ods 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; Ods 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos; Ods 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; entre otros, que forman parte de la Agenda 2030.

¹ Ing. Forestal, Magister en Educación y Desarrollo Social, Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. E-mail: luis.lucio@unesum.edu.ec ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3757-7183>

² Estudiante de Sexto Nivel de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. E-mail: figueroa-iskra4189@unesum.edu.ec ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1119-4678>

³ Estudiante de Sexto Nivel de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. E-mail: munoz-alexander5648@unesum.edu.ec ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5985-2572>

⁴ Estudiante de Sexto Nivel de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador. E-mail: baldeon-jandry3342@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3871-7923>

PALABRAS CLAVE: susceptibilidad; capacidad adaptativa; agenda 2030; normalización.

ESTIMATING THE VULNERABILITY OF A TERRITORY

ABSTRACT

Since 2015, many countries around the world have adopted the implementation of the 2030 Schedule for Sustainable Development, which, among other things, seeks to: end poverty and reduce rates of social, economic and environmental vulnerability. In this context, it was proposed to estimate the vulnerability of a territory, in order to create transcendent concepts such as susceptibility, adaptability and guide the calculation required to standardize and normalize data, using the descriptive and quantitative method, respectively. It was also necessary to use the exploratory method to obtain official data from the last census carried out in Peru, obtaining specific information from the Department of Pasco. The main result shown in this article is the vulnerability map obtained from the study area, not to mention the relevance of the data that generates it. It is concluded that the use of information on the vulnerability of a territory allows planners from any country to direct investments to reduce inequalities and inequities in vulnerable sectors and, therefore, contribute to the particular achievement of the following objectives: SDG 1: set end poverty in all its forms throughout the world; SDG 6: Guarantee the availability of water and its sustainable management and sanitation for all; SDG 11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable; among others, which are part of the 2030 Schedule.

KEYWORDS: susceptibility; adaptive capacity; 2030 schedule; standardization.

INTRODUCCIÓN

En el mundo el desarrollo económico, social, y ambiental está atado a las políticas públicas que se promulgan y se ejecutan con la finalidad de reducir la pobreza, generar garantías de derechos y acceso a los servicios básicos que necesita todo ser humano, y no menos relevante, promover espacios vivibles en armonía con la naturaleza, procurando su conservación para las presente y futuras generaciones. En este escenario, es importante mencionar un tema de actualidad, los procesos de adaptación al cambio climático y las medidas que aplican los países como aporte a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para evitar el incremento de la temperatura del planeta, por encima de 2 grados centígrados en relación a la temperatura de la era pre industrial. A la presente fecha, los objetivos y metas globales están consagrados en la Agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030.

Pero ¿qué son exactamente los Objetivos de Desarrollo Sostenible?, para (Undp, 2020) los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030. Por otra parte, se debe señalar que la agenda tiene 17 objetivos, indicando la Undp (2020) que estos, están integrados, ya que reconocen que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social. Finalmente, en esta parte se presentarán dos metas inherentes a la temática del presente artículo,

la vulnerabilidad desde los objetivos de la agenda 2030, datos que son tomados de la publicación realizada por la (Undp) en el año 2020:

De aquí a 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras perturbaciones y desastres económicos, sociales y ambientales.

De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

Se apreciará en demasía que todos los países que se han acogido a cumplir con la agenda 2030, deberían conocer de forma periódica los indicadores de vulnerabilidad presentes en su territorio, por esta razón, se trata de ejemplarizar el cálculo de este dato a través de la metodología aprendida durante el diplomado denominado “Fortalecimiento de capacidades: gestionando el territorio para la resiliencia climática” dictado por la Universidad Autónoma de Manizales - UAM, en coordinación con Vivo Cuenca, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional-USAID, El Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño-CIIFEN, entre otras instituciones. Es importante indicar que los ejemplos que se mostrarán fueron desarrollados durante el proceso de aprendizaje y la información toma datos de 5 municipios del vecino país de Perú, sin embargo, su procedimiento es similar y aplicable para cualquier país cuyos datos estén disponibles para su respectivo tratamiento.

Finalmente es esta parte se debe mencionar lo expuesto por (Giz, 2019) quien en su libro “El libro de la vulnerabilidad” expresa los siguientes temas de interés:

En los últimos años, las evaluaciones de vulnerabilidad (EV) se han utilizado cada vez más para identificar puntos críticos del impacto del cambio climático y para generar aportes para la adaptación y la planificación del desarrollo a nivel local, nacional y regional.

El cambio climático es uno de los principales retos a futuro para los países desarrollados y en desarrollo. Con una población mundial en crecimiento, el aumento de la demanda de alimentos, agua y energía y una base de recursos naturales menguantes, el cambio climático actuará como un “multiplicador de amenazas”, agravando la escasez de recursos y generando más presión en los sistemas socio-ecológicos.

En la discusión de adaptación al cambio climático, el concepto de “vulnerabilidad” puede ayudarnos a entender lo que hay detrás de los impactos adversos del cambio climático y también para identificar puntos críticos que son más susceptibles al cambio climático. Y una manera muy eficaz de identificar y priorizar las intervenciones de adaptación es llevar a cabo una evaluación de la vulnerabilidad.

DESARROLLO

Exposición

De todos los componentes que contribuyen a la vulnerabilidad, la exposición es el único directamente vinculada a los parámetros del clima, es decir, al carácter, la magnitud, la rapidez del cambio y la variación en el clima. Los factores típicos de exposición incluyen la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración y el balance hídrico climático, así como los eventos extremos, como fuertes lluvias y la sequía meteorológica. Los cambios en estos parámetros pueden ejercer mayor presión adicional sobre los sistemas (por ejemplo, eventos de lluvia intensa, aumento de la temperatura, cambio del pico de lluvia de junio a mayo) (Giz, 2019).

Vulnerabilidad

Para Giz (2020) la vulnerabilidad no es una característica medible de un sistema, como la temperatura, la precipitación o la producción agrícola. Es un concepto que expresa la compleja interacción de diferentes factores que determinan la susceptibilidad de un sistema a los impactos del cambio climático. Sin embargo, no hay una regla fija que defina qué factores considerar, ni los métodos utilizados para cuantificarlos. Esta es la razón por la que se habla de "evaluar" en lugar de "medir" la vulnerabilidad, sus componentes son:

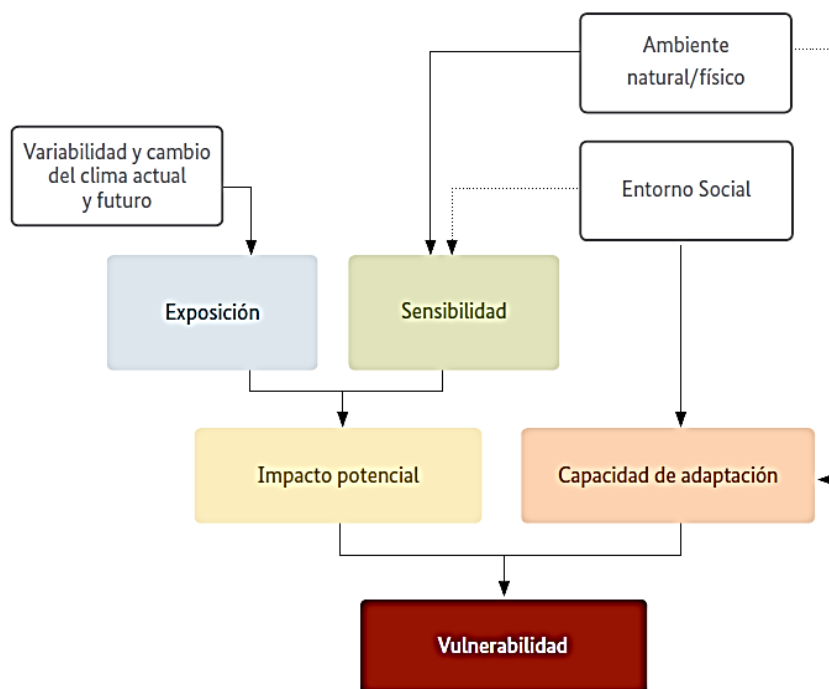


Figura 1. Componentes de la vulnerabilidad

Fuente: Libro de la vulnerabilidad

Si bien los desastres magnifican las desigualdades sociales existentes y perjudican aún más a quienes ya son vulnerables, la vulnerabilidad no es solo una función de la pobreza. No todas las personas tienen la misma oportunidad de tomar decisiones positivas. La ubicación, la edad, el género, el grupo de ingresos, la discapacidad y el acceso a los esquemas de protección social y las

redes de seguridad afectan, enormemente, las opciones que tienen las personas para anticipar, prevenir y mitigar los riesgos. Las vulnerabilidades se acumulan y caen en cascada, por lo que las intervenciones que protegen a los grupos cuyos perfiles de vulnerabilidad los hacen más susceptibles al desastre, son imperativos (UNISDR, 2019).

Indicadores de susceptibilidad.

En el desarrollo del Diplomado “Fortalecimiento de capacidades: gestionando el territorio para la resiliencia climática” (UAM, 2019) expuso los siguientes indicadores de susceptibilidad:

Vulnerabilidad socioeconómica

La vulnerabilidad socioeconómica hace referencia a los niveles fragilidad que presenta la población y sus medios de vida frente a las amenazas de su territorio. Por tanto, se relaciona con las características de la población y sus actividades económicas, entre las que se cuentan: el acceso a servicios básicos en viviendas, la infraestructura con que cuenta la población y los tipos de actividades que desarrolla la población. Se debe hacer hincapié en las actividades que modifican las características del territorio en análisis y afectan, directamente, su capacidad de recuperación. A continuación, se muestra algunos de los indicadores que pueden verse relacionados con el aspecto socioeconómico en un análisis de vulnerabilidad:

Tabla 1. Indicadores básicos para la estimación de la vulnerabilidad socioeconómica.

Indicadores de susceptibilidad socioeconómicos	Medición
Pobreza por NBI	Porcentaje de personas consideradas como pobres por NBI respecto a la población de la unidad de análisis (por ejemplo, distrito, municipio, parroquia, etc.)
Principal actividad económica que desempeña la población	Porcentaje de habitantes dedicados a actividades agropecuarias (cuando el objetivo del estudio involucra la actividad agropecuaria)
Analfabetismo	Porcentaje de analfabetos en cada unidad de análisis (por ejemplo, distrito, municipio, parroquia, etc.)
Dependencia por edad	Índice de la población dependiente por edad (población menor de 15 años y mayor de 65 respecto a la población que se encuentra entre estas edades)
Discapacidad	Porcentaje de personas con discapacidad respecto a la población total
Desnutrición	Porcentaje de niños de 0 a 5 años con desnutrición
Material de la vivienda	Porcentaje de viviendas con materiales no adecuados frente a eventos climáticos en cada unidad de análisis (por ejemplo, distrito, municipio, parroquia, etc.)
Eliminación de excretas (tipo de servicio higiénico)	Porcentaje de viviendas sin acceso a alcantarillado
Eliminación de basura	Porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema público de recolección de basura
procedencia de agua recibida (redes)	Porcentaje de viviendas que no reciben el agua de la red pública de agua potable

Procedencia de agua para tomar	Porcentaje de hogares que consumen agua sin ningún tratamiento
Aislamiento vial	Índice obtenido en base a las vías de acceso a los diferentes centros poblados considerando también su orden

Fuente: Diplomado “Fortalecimiento de capacidades: gestionando el territorio para la resiliencia climática”

Vulnerabilidad biofísica

Para la evaluación de la vulnerabilidad por aspectos biofísicos, se analizan las diferentes características que posee el medio natural, asociadas a los ecosistemas y diversidad biológica, sus recursos hídricos, recursos naturales y aspectos territoriales. Algunos ejemplos de indicadores biofísicos son los siguientes:

Tabla 2. Indicadores básicos para la estimación de la vulnerabilidad biofísica.

Indicadores biofísicos	Definición del indicador	Medición
Déficit hídrico	Balance hídrico negativo: diferencia acumulada entre los valores de ingreso (precipitaciones) y egreso (evapotranspiración) de agua en una cuenca, cuando el egreso supera al ingreso	Diferentes categorías de déficit hídrico
Vegetación (uso y cobertura del suelo)	Cobertura: cubierta de la superficie de la tierra Uso: Ocupación que da el hombre a un territorio dado)	Zonas con vegetación para calcular el coeficiente de infiltración de una cuenca
Textura del suelo	Contenido relativo de partículas de diferente tamaño como arena, limo y arcilla presentes en el suelo de un territorio de interés	Diferentes categorías de textura del suelo para calcular el coeficiente de infiltración de una cuenca
Pendientes (suelo)	Diferencia de altura por unidad de distancia horizontal en un territorio dado	Diferentes categorías de pendientes para calcular el coeficiente de infiltración de la cuenca
Erosión del suelo	Desgaste y transporte de suelos y rocas por el paso de corrientes de agua	Diferentes categorías de erosión y su comportamiento frente a amenazas climáticas que se presenten en la cuenca
Dotación hídrica	Índice que considera tanto la longitud como los órdenes de los cauces o drenajes de una cuenca	Densidad de la red hídrica con la consideración de sus órdenes
Cambio de uso del suelo	Cambios que se dan en el uso del suelo durante un período determinado en un territorio dado	Se puede considerar el retroceso de cobertura vegetal por actividades antropogénicas (expansión urbana, expansión de territorios agrícolas, etc.) en el territorio de una cuenca
Aptitud agrícola	Capacidad del suelo para producir un cultivo determinado en base a condiciones agroclimáticas y de suelos vigentes en el territorio	Valoración de las diferentes categorías de aptitud agrícola en la cuenca respecto a los servicios que brinda a los cultivos ante eventos climáticos
Áreas protegidas	Territorio protegido mediante medios legales o de otros tipos, eficaces para conservar, a largo plazo, la naturaleza y los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados que presta dicho	Distribución de áreas en condición de protección de acuerdo a las normativas nacionales

	territorio	
Ecosistemas	Sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven	Distribución espacial de ecosistemas en un territorio

Fuente: Diplomado “Fortalecimiento de capacidades: gestionando el territorio para la resiliencia climática”

Fuentes de información

Para realizar cálculos de vulnerabilidad es necesario acudir a las fuentes oficiales de información, a fin de extraer datos censales relacionados con la población y vivienda, historial de eventos adversos de origen natural, y demás indicadores que permiten el cálculo de índices de susceptibilidad y vulnerabilidad respectivamente. En el siguiente cuadro se denotan las instituciones de varios países de la región sudamericana:

Tabla 3. Instituciones oficiales de información estadística en países sudamericanos.

País	Institución	URL	Datos actualizados
Ecuador	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC	https://www.ecuadorencifras.gob.ec	Censo de Población y Vivienda – año 2010
			Censo Nacional Económico – año 2010
			Ambiente y Agropecuario – año 2019
			Violencia y Género – año 2019
Perú	Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI	http://censo2017.inei.gob.pe/ https://agua.inei.gob.pe/	Censo de Población y Vivienda – año 2017
			Abastecimiento de agua por manzana por red pública a nivel nacional – año 2017
Argentina	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INDEC	https://www.indec.gob.ar	En proceso de pruebas pilotos para el concretar Censo Nacional 2020, última información vigente año 2010
Colombia	Sistema Estadístico Nacional, SEN	https://www.dane.gov.co	Economía, sociedad y territorio – año 2019
Brasil	Instituto Brasileiro de Geografía e Estadística, IBGE	https://www.ibge.gov.br/	Condiciones de vida, desigualdad y pobreza – año 2010
Bolivia	Instituto Nacional de Estadística (INE)	https://www.ine.gob.bo/	Censo de Población y Vivienda año 2012

Fuente: Páginas oficiales de las instituciones públicas por país

Una vez seleccionados los indicadores básicos se realiza un proceso de revisión donde se analiza la factibilidad de acceso a la información necesaria y la forma de medición del indicador, recordando que la información debería tener un alcance de su unidad de análisis. La disponibilidad de información varía en cada país, de acuerdo a las políticas de acceso a información vigente, por lo cual se puede tener acceso a bases de datos cartográficos y estadísticos oficiales (UAM, 2019).

Materiales y métodos

Materiales

En el desarrollo de la presente investigación se utilizaron materiales de consulta tanto físicos y digitales que contenían información relevante a la temática abordada.

Método

Los métodos utilizados en el presente estudio fueron:

- **Método Exploratorio:** Este tipo de investigación se centra en analizar e investigar aspectos concretos de la realidad que aún no han sido analizados en profundidad. Básicamente se trata de una exploración o primer acercamiento que permite que investigaciones posteriores puedan dirigirse a un análisis de la temática tratada. Por sus características, este tipo de investigación no parte de teorías muy detalladas, sino que trata de encontrar patrones significativos en los datos que deben ser analizados para, a partir de estos resultados, crear las primeras explicaciones completas sobre lo que ocurre (Castillero Mimenza, 2020).
- **Método Descriptivo:** El objetivo de este tipo de investigación es únicamente establecer una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de éste. Mide las características y observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos, sin pararse a valorarlos. Así pues, en muchas ocasiones este tipo de investigación ni siquiera se pregunta por la causalidad de los fenómenos (es decir, por el "por qué ocurre lo que se observa"). Simplemente, se trata de obtener una imagen esclarecedora del estado de la situación (Castillero Mimenza, 2020).
- **Método cuantitativo:** Los métodos cuantitativos, metodologías cuantitativas o investigaciones cuantitativas son el conjunto de estrategias de obtención y procesamiento de información que emplean magnitudes numéricas y técnicas formales y/o estadísticas para llevar a cabo su análisis, siempre enmarcados en una relación de causa y efecto. En otras palabras, un método cuantitativo es todo aquel que utiliza valores numéricos para estudiar un fenómeno. Como consecuencia, obtiene conclusiones que pueden ser expresadas de forma matemática. Los métodos cuantitativos de investigación son útiles cuando existe en el problema a estudiar un conjunto de datos representables mediante distintos modelos matemáticos. Así, los elementos de la investigación son claros, definidos y limitados. Los resultados obtenidos son de índole numérica, descriptiva y, en algunos casos, predictiva (Concepto, 2020).

Con la finalidad de aplicar los métodos propuestos, y tomando en cuenta los trabajos escolares realizados en el Diplomado "Fortalecimiento de capacidades: gestionando el territorio para la

resiliencia climática”, se procedió a considerar los siguientes conceptos y procedimientos (UAM, 2019):

Selección y adecuación de indicadores

Unidad de análisis: La unidad de análisis constituye la unidad mínima o célula territorial, a la cual hacen referencia todos los datos empleados en el análisis, y la que se constituirá como base para la representación de los resultados de vulnerabilidad obtenidos.

Selección de la información: Es imposible analizar la vulnerabilidad de todos los elementos de un territorio por la complejidad que esto encerraría, por ello, se pueden seleccionar elementos relevantes en dependencia de las características del territorio o del objetivo del estudio. Esto ayuda al especialista encargado del análisis a centrarse sobre estos elementos, exclusivamente. Por ejemplo:

- ✓ Si se desea que la información generada sirva como apoyo a un tomador de decisión, es recomendable que esté referida a los límites político administrativos. Por otro lado, si se requiere para desarrollar un plan de manejo de cuencas, entonces podría considerarse las divisiones hidrográficas.
- ✓ Si el objetivo del estudio sobre un territorio fuere la determinación del riesgo agrícola, el sujeto de análisis serían los cultivos; si el objetivo fuere la determinación del riesgo social sobre ese mismo territorio, el sujeto de análisis sería, esta vez, la población dedicada a esta actividad;
- ✓ Si el objetivo del estudio fuere la determinación del riesgo en un área protegida, el sujeto de análisis serían los elementos centrales de dicha zona, es decir: un bosque seco, un bosque húmedo o un bosque de manglar, según el caso.

Resultados que se obtienen: En base a la unidad de análisis que se fije, se atribuirán los valores de los indicadores de vulnerabilidad referidos a la misma. Generalmente los indicadores socioeconómicos se representan a través del nivel político-administrativo más pequeño con competencia de planificación; por ejemplo, en Perú se puede optar por distritos, en Bolivia y Colombia se puede escoger municipios, y en Ecuador se puede seleccionar parroquias. En el caso de los indicadores biofísicos, la unidad de análisis puede estar referida a límites naturales, como cuencas, subcuencas o subdivisiones hidrográficas en general.

Proceso de normalización de datos: En muchos casos los indicadores que se pueden seleccionar para el análisis de vulnerabilidad tienen diferente naturaleza, ya sean de carácter social o económico, por ejemplo, la tasa de analfabetismo, porcentaje de personas dedicadas a la agricultura, o porcentaje de viviendas con acceso a agua potable; o de carácter biofísico donde se puede tener hectáreas de cobertura de vegetación o niveles de pendiente del terreno. Es por esto que se deben estandarizar en una misma escala para que puedan ingresar en la fórmula de vulnerabilidad, y se puedan representar correctamente. Para poder estandarizar los indicadores a evaluarse, así como los resultados, se podrá realizar un proceso de normalización, empleando la siguiente fórmula:

$$Val_{Est} = \frac{(Val_{Ini} - Val_{Min})}{(Val_{Max} - Val_{Min})}$$

Donde:

Val_{Est}	→	Nuevo valor estandarizado
Val_{Ini}	→	Valor inicial de la variable
Val_{Min}	→	Valor mínimo de la serie
Val_{Max}	→	Valor máximo de la serie

La fórmula anterior da como resultado valores entre 0 y 1. Si se quisiera que todos los indicadores se estandarizaran a valores entre 0 y 100, la fórmula anterior debe multiplicarse por 100, como se observa en la

$$Val_{Est} = \frac{(Val_{Ini} - Val_{Min})}{(Val_{Max} - Val_{Min})} \times 100$$

Este proceso da la oportunidad de que todas las variables sean sometidas a los mismos umbrales, indistintamente de la amplitud de sus valores y del tipo de indicador que se esté trabajando.

Selección de indicadores: Un indicador es una característica susceptible de medición que distingue al sujeto de análisis y representa su intensidad o categoría dentro de un rango de medición, por lo que puede ser expresado en forma cuantitativa o cualitativa (CIIFEN, 2018).

La selección de los indicadores debe considerar tres aspectos: a) las amenazas identificadas para el análisis; b) las características del territorio; y c) las características del sujeto de estudio, observando, principalmente, que el comportamiento del indicador tenga una estrecha relación (o reacciones) con cada uno de estos aspectos. “Elegir los parámetros adecuados y construir dichas relaciones es parte del trabajo necesario en la cuantificación de la vulnerabilidad. Para ello se requiere establecer de manera sencilla y objetiva los factores que generan vulnerabilidad, como son las características del entorno o las condiciones físicas, socioeconómicas y ambientales del sistema bajo análisis que hacen referencia a su nivel de exposición, su sensibilidad y su capacidad de respuesta” (UAM, 2019).

Capacidad adaptativa: En el documento emitido por UAM (2019) también se destaca que la capacidad de adaptación se conceptúa como la “Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias”.

Riesgo: El riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad, tendiéndose como puente entre ellas, la exposición. Si el elemento expuesto es afectado (es decir si se encuentra dentro del área de cobertura de la amenaza) entonces habrá un riesgo que dependerá tanto de la magnitud de la amenaza diferenciada, según su intensidad para las diferentes partes del territorio expuesto, como de las características internas (vulnerabilidad) de dicho elemento para soportar los embates del evento adverso (amenaza) (CIIFEN, 2018).

Formulación para la evaluación de la vulnerabilidad: Para la estimación de la vulnerabilidad se emplean indicadores que representan la propensión que tiene el sistema de verse afectado, como de moderar los impactos a causa de la amenaza, de acuerdo a la siguiente fórmula:

V = Vulnerabilidad

S = Susceptibilidad

V = S - CA

CA = Capacidad adaptativa

Desarrollo de caso práctico “Estimación de la vulnerabilidad Departamento de Pasco en Perú”

Cumpliendo con la aplicación de conocimientos y procesos a seguir, se buscó información de la página oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI de Perú, según se muestra a continuación:

Tabla 4. Porcentaje de susceptibilidad por tipo de vivienda y materiales de la misma, en el Departamento de Pasco, Perú

Datos tomados del INEI, Perú

Distrito	Casa Independiente	Departament o en edificio	Vivienda en quinta	Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)	Choza o cabaña	Vivienda improvisada	Local no destinado para habitación humana	Viviendas colectivas	Total	% Choza o cabaña	% Vivienda improvisada	% Local no destinado para habitación humana	Índice de susceptibilidad	Susceptibilidad por tipo de vivienda
Chaupimarca	9762	19	248	392	16	13	7	38	10495	0,15	0,12	0,07	0,34	4,92
Huayllay	2354	0	18	25	173	2	1	143	2716	6,37	0,07	0,04	6,48	92,97
Ninacaca	2087	0	0	2	157	0	0	6	2252	6,97	0,00	0,00	6,97	100,0
Simon Bolívar	5100	3	104	34	21	0	2	19	5283	0,40	0,00	0,04	0,44	6,25
Tinyahuarco	2720	0	3	2	0	3	1	8	2737	0,00	0,11	0,04	0,15	2,10
Vicco	1766	0	0	0	17	1	0	8	1792	0,95	0,06	0,00	1,00	14,41
Yanahuanca	4920	3	37	35	19	0	0	14	5028	0,38	0,00	0,00	0,38	5,42
Chacayan	1308	0	2	9	11	1	0	0	1331	0,83	0,08	0,00	0,90	12,94
Santa Ana de Tusi	3571	0	5	0	9	0	2	3	3590	0,25	0,00	0,06	0,31	4,40
Vilcabamba	785	0	0	0	0	0	0	0	785	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

En la tabla 4 se muestra el tipo de vivienda, su cantidad individual y el total por distrito. Así mismo se observará que sólo se han tomado para el análisis de susceptibilidad los tipos de vivienda: Choza o cabaña, vivienda improvisada, y locales no destinados para habitación humana. El dato porcentual resulta de la división entre el valor individual y el total de viviendas en el distrito. Acto seguido, la sumatoria de los tres tipos de vivienda permite determinar el índice de susceptibilidad, para luego normalizar los datos con la fórmula indicada anteriormente. A continuación, se muestra el cálculo del dato obtenido para el Distrito de Huayllay:

Datos tomados de la columna “Índice de susceptibilidad”

Valor máximo = 6,97

Valor mínimo = 0,00

Valor del Distrito Huayllay = 6,48

$$V \text{ susceptibilidad Huayllay} = \frac{(6,48 - 0,00)}{(6,97 - 0,00)} \times 100\% = 92,97$$

En la siguiente tabla están incluidos los cálculos que se obtuvieron anteriormente, y se repite el

proceso para hallar la susceptibilidad por el tipo de paredes de la vivienda, así como el piso de la misma. En esta tabla se vuelve a realizar la suma de las susceptibilidades, se calculó la tasa por distrito, y finalmente se aplica la fórmula anterior para obtener los datos normalizados.

Tabla 5. Porcentaje de susceptibilidad normalizada por tipo de vivienda y tipos de materiales.

Distrito	Susceptibilidad por tipo de vivienda	Susceptibilidad por material de paredes de la vivienda	Susceptibilidad por material de piso de la vivienda	Suma de susceptibilidades	%	Susceptibilidad normalizada
Chaupimarca	4,92	0,00	51,45	56,37	5,60	15,70
Huayllay	92,97	24,33	44,70	162,00	16,11	97,11
Ninacaca	100,02	59,67	6,05	165,74	16,48	99,99
Simón Bolívar	6,25	22,11	34,99	63,34	6,30	21,07
Tinyahuarco	2,10	16,83	99,99	118,92	11,82	63,91
Vicco	14,41	5,89	15,69	35,99	3,58	0,00
Yanahuanca	5,42	80,61	11,99	98,02	9,75	47,80
Chacayan	12,94	93,49	1,36	107,78	10,72	55,32
Santa Ana de Tusi	4,40	100,00	1,77	106,17	10,56	54,08
Vilcabamba	0,00	91,45	-0,02	91,43	9,09	42,72
Total				1005,76		

Fuente. Elaboración propia.

Una vez que se tienen listos los datos de susceptibilidad, es necesario realizar el cálculo de capacidad adaptativa que existe en cada uno de los distritos en estudio, para ello, se tomó de la base de datos del INEI, la tipología y cantidades alusivas a la forma de eliminación de excretas, y sólo se tomará en cuenta los datos de aquellas viviendas que poseen acceso a la red pública y tienen desagüe dentro de sus viviendas, ya que esta única condición positiva cumple con la adecuada dotación de un servicio público, y la posibilidad económica que tiene la familia para poderla implementar esta comodidad. En relación a lo expuesto, se presenta la información en referencia:

Tabla 6. Capacidad Adaptativa por desagüe dentro de la vivienda.

Distrito	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Letrina (con tratamiento)	Pozo ciego o negro	Río, acequia, canal o similar	Campo abierto o al aire libre	Otro	Total	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Índice de Capacidad adaptativa Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Capacidad adaptativa Red pública de desagüe dentro de la vivienda
Chaupimarca	4295,00	1613,00	89,00	83,00	93,00	21,00	299,00	137,00	6630,00	64,78	64,78	85,39
Huayllay	643,00	612,00	72,00	111,00	47,00	42,00	133,00	48,00	1708,00	37,65	37,65	46,92
Ninacaca	152,00	464,00	43,00	117,00	131,00	1,00	214,00	29,00	1151,00	13,21	13,21	12,27
Simón Bolívar	1295,00	808,00	95,00	171,00	213,00	38,00	322,00	114,00	3056,00	42,38	42,38	53,62
Tinyahuarco	1085,00	240,00	29,00	29,00	10,00	1,00	37,00	14,00	1445,00	75,09	75,09	100,00
Vicco	40,00	72,00	50,00	93,00	518,00	1,00	59,00	28,00	861,00	4,65	4,65	0,14
Yanahuanca	1059,00	748,00	123,00	297,00	322,00	36,00	389,00	38,00	3012,00	35,16	35,16	43,39
Chacayan	133,00	182,00	11,00	53,00	115,00	2,00	357,00	14,00	867,00	15,34	15,34	15,30
Santa Ana de Tusi	159,00	270,00	171,00	633,00	1654,00	22,00	466,00	122,00	3497,00	4,55	4,55	0,00
Vilcabamba	75,00	142,00	2,00	213,00	26,00	3,00	118,00	20,00	599,00	12,52	12,52	11,30

El cálculo desarrollado para encontrar la capacidad adaptativa es similar al desarrollado anteriormente para obtener los datos de susceptibilidad. A continuación, se demuestra el dato obtenido para el mismo Distrito de Ninacaca:

Valor máximo = 75,09

Valor mínimo = 4,55

Valor del Distrito Huayllay = 37,65

$$CA \text{ Huayllay} = \frac{(37,65 - 4,55)}{(75,09 - 4,55)} \times 100\% = 46,92$$

Tabla 6. Sumatoria de la capacidad adaptativa considerada en el presente estudio.

Distrito	Capacidad adaptativa por acceso a agua potable	Capacidad adaptativa por desagüe dentro de la vivienda	Suma de capacidad adaptativa	Índice de capacidad adaptativa	Capacidad adaptativa normalizada
Chaupimarca	76,70	85,39	162,08	21,99	81,05
Huayllay	50,64	46,92	97,56	13,24	48,78
Ninacaca	10,16	12,27	22,43	3,04	11,22
Simón Bolívar	43,44	53,62	97,06	13,17	48,54
Tinyahuarco	100,00	100,00	200,00	27,13	100,00
Vicco	7,12	0,14	7,26	0,98	3,63
Yanahuanca	43,07	43,39	86,46	11,73	43,24
Chacayan	22,50	15,30	37,80	5,13	18,90
Santa Ana de Tusi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vilcabamba	15,18	11,30	26,48	3,59	13,24
			737,13	100,00	

Fuente: Elaboración propia

Resultados obtenidos

El tratamiento de los datos obtenidos tanto a nivel de susceptibilidad y capacidad adaptativa, permiten el hallazgo de la vulnerabilidad de cada Distrito. En esta parte, es necesario normalizar los datos mencionados en primera instancia con el procedimiento aprendido. Después se procede a encontrar el índice de vulnerabilidad que resulta de la resta de la susceptibilidad normalizada (S) entre la capacidad adaptativa normalizada (CA). Y para establecer el porcentaje de vulnerabilidad por última vez que se realiza el cálculo de estandarización. Y se precisa ordenar los datos de mayor a menor, como se aprecia en la tabla siguiente.

Tabla 7. Niveles de vulnerabilidad en los distritos del Departamento de Pasco, Perú.

Distrito	Suma de susceptibilidades	%	Susceptibilidad normalizada (S)	Suma de capacidad adaptativa	%	Capacidad adaptativa normalizada (CA)	Índice (S - CA)	vulnerabilidad
Ninacaca	165,74	16,48	99,99	22,43	3,04	11,2	88,78	100,00
Santa Ana de Tusi	106,17	10,56	54,08	0,00	0,00	0,0	54,08	77,49
Huayllay	162,00	16,11	97,11	97,56	13,24	48,8	48,33	73,75
Chacayan	107,78	10,72	55,32	37,80	5,13	18,9	36,42	66,03

Vilcabamba	91,43	9,09	42,72	26,48	3,59	13,2	29,47	61,52
Yanahuanca	98,02	9,75	47,80	86,46	11,73	43,2	4,56	45,36
Vicco	35,99	3,58	-0,01	7,26	0,98	3,6	-3,64	40,04
Simón Bolívar	63,34	6,30	21,07	97,06	13,17	48,5	-27,46	24,58
Tinyahuarco	118,92	11,82	63,91	200,00	27,13	100,0	-36,10	18,98
Chaupimarca	56,37	5,60	15,70	162,08	21,99	81,0	-65,35	0,00
Total	1005,76	100,00		737,13	100,00			

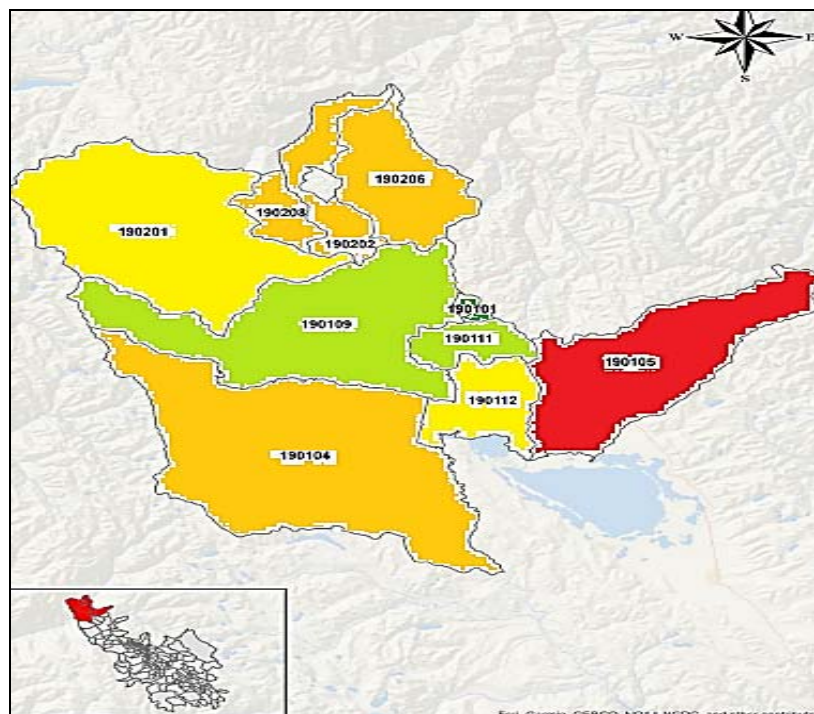
Fuente: Elaboración propia

Para finalizar el trabajo realizado es necesario crear intervalos o categorizaciones, en este caso como se tiene valores entre cero y cien, se agruparon los datos vulnerabilidad según se indica a continuación:

Tabla 8. Mapa de Vulnerabilidad del Departamento de Pasco.

Código censal	Distrito	Vulnerabilidad	Descripción de la susceptibilidad
190105	Ninacaca	100,00	MUY ALTA
190206	Santa Ana de Tusi	77,49	ALTA
190104	Huayllay	73,75	
190202	Chacayan	66,03	
190208	Vilcabamba	61,52	
190201	Yanahuanca	45,36	MODERADA
190112	Vicco	40,04	
190109	Simón Bolívar	24,58	BAJA
190111	Tinyahuarco	18,98	
190101	Chaupimarca	0,00	MUY BAJA

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Mapa de vulnerabilidad del Departamento de Pasco, Perú.

Realizado por: Ing. Luis Fernando Lucio Villacreses

CONCLUSIONES

La implementación de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, es una invitación a buscar el bienestar común, pero particularmente promueve fomentar la resiliencia de los pobres y personas que se encuentran en situación de vulnerabilidad, e invita a todos los países, a reducir la exposición y vulnerabilidad de las personas a fenómenos extremos relacionados con el clima, desastres económicos, sociales y ambientales. En este contexto, es de suma importancia manejar los conceptos referidos en el presente documento, así como tener elementos para realizar análisis y cálculos de susceptibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad, que deben tomarse en cuenta a la hora de planificar el desarrollo de un territorio, distribuir recursos de forma equitativa e igualitaria, y generar un aporte significativo al cumplimiento de los objetivos de la agenda 2030, entre ellos: Ods 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo; Ods 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos; Ods 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

La aplicación del conocimiento permite realizar estudios de casos, la generación de datos y argumentos que pueden ser expuestos para respaldar inequidades en un territorio particular, así como la búsqueda de inclusión económica y social, ante organismos del ramo que son corresponsables de cambiar los indicadores socio económicos de un país, esto sin dejar de mencionar otros indicadores vinculados a temas educativos, políticos, entre otros. Finalmente se

debe señalar que, para generar información confiable, es importante acudir a las fuentes oficiales que cada gobierno instaure para mostrar los resultados e indicadores obtenidos en censos nacionales de carácter demográfico, vivienda, económicos, ambientales.

La capacidad adaptativa que asumen las familias en situaciones de vulnerabilidad es capaz de generar resiliencia frente a situaciones no deseadas por la población en estudio, siendo relevante lo emitido por UAM (2019) quien destaca, que la capacidad de adaptación se conceptúa como la “Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias”.

El manejo responsable de los datos y mapas de vulnerabilidad que se generan de un territorio, también proveen información para la determinación de riesgos existentes, si se evidencia presencia de amenazas en el mismo espacio, en este enfoque es clara la orientación emitida por (CIIFEN, 2018) que indica que “Si el elemento expuesto es afectado (es decir si se encuentra dentro del área de cobertura de la amenaza) entonces habrá un riesgo que dependerá tanto de la magnitud de la amenaza diferenciada, según su intensidad para las diferentes partes del territorio expuesto, como de las características internas (vulnerabilidad) de dicho elemento para soportar los embates del evento adverso (amenaza).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CIIFEN. (2018). *Comprendiendo la vulnerabilidad, el riesgo, y los impactos para la resiliencia climática. Guía metodológica basada en la experiencia*. Guayaquil.
- Concepto. (12 de Febrero de 2020). <https://concepto.de/metodos-de-investigacion>. Obtenido de <https://concepto.de/metodos-de-investigacion/#ixzz6PdCcJpIp>
- Giz. (2019). <https://www.adaptationcommunity.net>. Obtenido de https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=269
- UAM. (2019). Entendiendo la vulnerabilidad para la planificación del territorio. En *Fortalecimiento de capacidades: gestionando el territorio para la resiliencia climática*. Colombia .
- UNAM. (2016). *Universidad Nacional Autónoma de México* . Obtenido de <http://www.posgrado.unam.mx/filosofiadelaciencia/programa/campos/estudios-filosoficos-sociales-ciencia-tecnologia.html>
- Undp. (2020). <https://www.ec.undp.org>. Obtenido de <https://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/sustainable-development-goals/>
- UNISDR. (Mayo de 2019). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas*. Suiza.