

---

**LAS RESERVAS DE BIOSFERA  
ANTE EL IMPACTO DE EVENTOS  
NATURALES Y SOCIALES  
LA GESTIÓN DEL RIESGO  
EN IBEROAMÉRICA Y EL CARIBE  
(IBEROMaB)**

---

Seminario IberoMaB 2018

---

Edita: Secretaría de la Red IberoMaB

---

Este volumen constituye el recopilatorio de ponencias del Seminario de la Red de Reservas de la Biosfera de Iberoamérica y El Caribe (Red IberoMaB), celebrado en Akumal (México), en noviembre de 2018

Editor: Organismo Autónomo Parques Nacionales. España, Secretaría de la Red de Comités MaB y Reservas de Biosfera de Iberoamérica y El Caribe, IberoMaB.  
Coordinación técnica: Natalia Beltrán Díaz (OAPN).

Forma de citarlo:

Secretaría IberoMaB (ed.). 2019. Las Reservas de Biosfera ante el Impacto de Eventos Naturales y Sociales 134 pp.

ISBN: 978-84-8014-953-2

NIPO 678-22-004-7

## LAS RESERVAS DE BIOSFERA ANTE EL IMPACTO DE EVENTOS NATURALES Y SOCIALES LA GESTIÓN DEL RIESGO EN IBEROAMÉRICA Y EL CARIBE (IBEROMaB)

<b>1</b>	<b><u>PRÓLOGO</u></b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b><u>PRIMERA PARTE: IMPORTANCIA Y ASPECTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO</u></b>	<b>9</b>
3.1	PERTURBACIONES NATURALES, DIVERSIDAD CULTURAL Y ECOSISTÉMICA	9
3.2	EL IMPACTO CHICXULUB Y LA EXTINCIÓN DE LOS DINOSAURIOS	18
3.3	LA GESTIÓN DEL RIESGO COMO OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS Y BIENESTAR HUMANO	24
<b>4</b>	<b><u>SEGUNDA PARTE: ¿QUÉ ES LA GESTIÓN DEL RIESGO?</u></b>	<b>28</b>
4.1	DEFINICIONES Y CONCEPTOS NECESARIOS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO. LA INFLUENCIA DE IMPULSORES DE CAMBIOS GLOBALES	28
4.2	ANÁLISIS, DEFINICIÓN Y PERCEPCIÓN DEL RIESGO Y DE SUS IMPLICACIONES	34
4.3	INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR Y REPRESENTAR EL RIESGO	40
4.4	PROCESOS Y AMENAZAS DE LA GEODINÁMICA EXTERNA EN REGIONES TROPICALES Y SUBTROPICALES EXPUESTAS A LA SISMICIDAD, EL VOLCANISMO Y LAS LLUVIAS INTENSAS	52
4.5	RESPONSABILIDAD EN LA COMUNICACIÓN SOCIAL DEL RIESGO: LECCIONES PARA APRENDER ACERCA DE LOS PRONÓSTICOS Y PREDICIONES DE LAS AMENAZAS NATURALES	63
<b>5</b>	<b><u>TERCERA PARTE: EXPERIENCIAS DE GESTIÓN DEL RIESGO EN RESERVAS DE BIOSFERA</u></b>	<b>68</b>
5.1	GESTIÓN DEL RIESGO FRENTE A HURACANES EN LA RESERVA DE BIOSFERA PENÍNSULA DE GUANAHACABIBES, CUBA: EXPERIENCIAS Y LECCIONES APRENDIDAS	68
5.2	OCURRENCIA DE EVENTOS CLIMÁTICOS SEVEROS EN EL ÁREA ATLÁNTICA DE LA RESERVA DE BIOSFERA BAÑADOS DEL ESTE, URUGUAY	77
5.3	LA FIEBRE AMARILLA EN PARQUES URBANOS DE BELO HORIZONTE. RESERVA DE BIOSFERA SERRA DO ESPINHAÇO, BRASIL	83
5.4	CAMBIOS NATURALES Y ANTRÓPICOS SOBRE EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LA RESERVA DE BIOSFERA PANTANAL: BASES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL CORREDOR ECOLÓGICO, ECONÓMICO Y CULTURAL DEL RÍO PARAGUAY, BRASIL	90
5.5	LAS INUNDACIONES, LA SOCIEDAD Y LOS HUMEDALES: ALTERNATIVAS PARA REDUCIR SU IMPACTO. RESERVA DE BIOSFERA DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO, MÉXICO	99

<b>5.6</b>	<b>PATRIMONIO Y REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA RESERVA DE BIOSFERA LA SELLE, HAITÍ: PROBLEMAS, DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS</b>	<b>106</b>
<b>5.7</b>	<b>ARRECIFES CORALINOS Y SU PAPEL EN LA PROTECCIÓN DE LOS LITORALES COSTEROS</b>	<b>115</b>
<b>5.8</b>	<b>DESPOBLACIÓN, PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD Y AFECCIONES AMBIENTALES EN LAS RESERVAS DE BIOSFERA DE LA REGIÓN BIOGEOGRÁFICA ATLÁNTICA ESPAÑOLA</b>	<b>122</b>
<b>6</b>	<b><u>CUARTA PARTE</u></b>	<b><u>128</u></b>
<b>6.1</b>	<b>PLANEANDO LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LAS RESERVAS DE BIOSFERA DE IBEROAMÉRICA Y EL CARIBE</b>	<b>128</b>
<b>6.2</b>	<b>RESULTADOS DEL SEMINARIO</b>	<b>130</b>

## 1 Prólogo

Las Reservas de Biosfera de la UNESCO son espacios donde los instrumentos de ordenación del territorio tienen en consideración tanto la conservación de la biodiversidad y del paisaje, como la promoción de actividades económicas ambientalmente respetuosas. Esto se traduce en territorios gobernados según modelos de desarrollo cuya principal característica es la "gestión sostenible y participada". Así, en cada una de ellas, naturaleza, actividad económica, paisaje, sociedad y cultura mantienen un equilibrio que permite alcanzar los objetivos del Programa sobre El Hombre y La Biosfera (MaB) de la UNESCO.

Estos espacios constituyen también un ejemplo destacado de trabajo en Red, cuya finalidad es promover la transferencia de información y la cooperación entre ellos. Son, en esencia, lugares donde poder observar, comparar e intercambiar experiencias e información sobre las relaciones mutuas entre las sociedades humanas y su entorno natural. A escala global, este trabajo en Red se consolida mediante la Red Mundial de Reservas de Biosfera y el posterior desarrollo y consolidación de otras redes continentales, nacionales y regionales.

Un buen ejemplo es la Red IberoMaB que reúne, integra y consolida las Reservas de la Biosfera de Iberoamérica y El Caribe, compuesta en 2019 por 193 Reservas que reúnen una variedad de territorios, paisajes y culturas de

prácticamente todos los países de América Latina y El Caribe, España y Portugal.

España, a través del Organismo Autónomo Parques Nacionales del Ministerio para la Transición Ecológica, ostenta actualmente la Secretaría de la Red IberoMaB y es impulsora de muchas de las iniciativas de esta Red, que han servido para compartir su experiencia, y su riqueza patrimonial y cultural.

Tras la celebración del 4º Congreso Mundial de Reservas de la Biosfera, en la ciudad de Lima (Perú, marzo de 2016), el Programa MaB cuenta con la nueva Estrategia del Programa MaB 2016-2025 y el Plan de Acción de Lima. Como consecuencia, y para adaptarse a este nuevo marco de trabajo, la Red IberoMaB llevó a cabo la adaptación al PAL, aprobándose el nuevo Plan de Acción (2018-2025) durante la XVIII Reunión de la Red IberoMaB realizada en Santa Marta (Colombia) en mayo de 2018.

La Red IberoMaB debe continuar trabajando con dinamismo y eficacia para conseguir que los gobiernos de Iberoamérica y El Caribe, consoliden y refuercen su apoyo a las Reservas de la Biosfera, como lugares preferentes para conseguir el cumplimiento del PAL, de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por Naciones Unidas en 2015.

Es evidente que los servicios ofrecidos por los ecosistemas son esenciales para la

población mundial y se ha puesto de manifiesto, que la dependencia de las comunidades rurales, de estos servicios ambientales, es mayor cuanto menores son sus índices de desarrollo. Por tanto, el mantenimiento de ecosistemas bien conservados es uno de los desafíos más importantes de la humanidad, para lograr un desarrollo social y económico sostenibles, y justo para todos.

Además, los ecosistemas bien conservados: bosques; humedales, manglares, etc. evitan o mitigan los efectos perniciosos del cambio global, especialmente: el calentamiento de la tierra, la desertificación, la erosión, la pérdida de biodiversidad. También son muy eficaces en la defensa contra algunos desastres naturales como: inundaciones, deslizamientos, maremotos, erosión, etc. En todos estos casos los bosques y ecosistemas bien conservados pueden prevenir y evitar grandes daños y pérdidas de vías humanas.

Desde el convencimiento de la importancia del trabajo en Red y su difusión, esta publicación pretende ser el instrumento de divulgación de las conclusiones técnicas del Seminario IberoMaB "Gestión del Riesgo frente a las amenazas naturales de la Región Iberoamericana y de El Caribe: los espacios naturales protegidos como áreas de acción", celebrado en Akumal, México, en noviembre de 2018.

Juan José Areces Maqueda  
Director del Organismo Autónomo  
Parques Nacionales

Vicepresidente del Comité Español del  
Programa MaB, Secretaría de IberoMaB

Madrid, España, mayo 2019

## 2 Introducción

Este seminario dedicado a la gestión del riesgo de eventos naturales, mostró la amplia visión que tiene la Red de Comités y Reservas de Biosfera de Iberoamérica y El Caribe IBEROMaB, del panorama ambiental de nuestra región y del planeta en general, y de los temas más acuciantes para los espacios naturales protegidos. Es sin duda, también un testimonio más de la gran sensibilidad, el sentido de oportunidad y la capacidad de innovación de la Secretaría General de la red; y del apoyo generoso del Organismo Autónomo Parques Nacionales del Gobierno de España y del Proyecto BRESEP del Gobierno de Flandes.

Probablemente una de las mayores preocupaciones ambientales en la actualidad son los desastres naturales. Se trata de eventos que han incrementado su impacto ambiental debido al crecimiento desmedido y desordenado de los asentamientos humanos, a la extracción de recursos naturales y al aumento de su frecuencia e intensidad causado por el cambio climático global, entre las causas más destacadas.

Este simposio fue pensado para describir y mirar el proceso que transforma a un evento natural en una amenaza y finalmente en un desastre y las posibilidades y perspectivas que tienen los espacios naturales protegidos, con énfasis en las Reservas de Biosfera, para contribuir a la adaptación y eventual mitigación de las amenazas naturales.

Durante las participaciones y discusiones que estuvieron a cargo de expertos en desastres naturales provenientes de diversos países y de los ejemplos mostrados en distintas Reservas de Biosfera, quedó en claro la trascendencia que los desastres naturales tienen para el crecimiento económico, para el bienestar de la sociedad y para el menoscabo de la

capacidad de desarrollo sustentable. Se puso de manifiesto que el rango del impacto que tienen los eventos de origen natural y humano depende directamente de la vulnerabilidad natural y social local y regional; que ese rango va desde facilitar la renovación de los ciclos naturales y una sólida estructura social, hasta convertirse en un desastre que ocasiona pérdidas naturales o sociales en ocasiones de carácter irreversible.

La región de Iberoamérica y El Caribe es un amplio territorio que se extiende de manera continuada desde el hemisferio norte hasta el hemisferio sur. Un extenso litoral con infinidad de islas, influenciado por el clima oceánico del Pacífico y del Atlántico y por el Cinturón de Fuego de Pacífico que lo recorre a todo lo largo. Un territorio sometido a un régimen peculiar de eventos atmosféricos y geofísicos. A lo cual se añade la ocupación humana muy antigua, la cuna de grandes civilizaciones. La región se integra con la península Ibérica, por su mestizaje de lenguas, de cultivos y de saberes para el manejo de la naturaleza iniciado hace más de 500 años.

No cabe duda, que el entendimiento y la planeación actual y futura de la relación entre los eventos naturales, la naturaleza y la sociedad, requieren que se enfoque desde distintos puntos de vista, como por ejemplo la inclusión del ordenamiento territorial y ecológico en las políticas públicas relacionadas con el desarrollo, en la incorporación de la población a través de la información y educación formal e informal y con el conocimiento de la historia de la relación entre la cultura y el medio ambiente; el conocimiento, que en nuestra región no solo les permitió sobrevivir, sino convertirse en culturas y civilizaciones señeras del planeta y de la historia.

En este contexto se insertan las Reservas de Biosfera diseñadas para salvaguardar la diversidad natural y cultural de los ecosistemas y paisajes claves, el binomio hombre y naturaleza para explicar la situación actual y proyectarla hacia un futuro desarrollo sustentable. Actualmente, son 190 Reservas de Biosfera en 23 países, que a lo largo de 50 años de esfuerzos han contribuido a proteger una buena parte de los paisajes y ecosistemas de esta gran diversidad biológica y cultural.

Las Reservas de Biosfera en efecto tienen un gran potencial para enfrentar y gestionar los riesgos naturales y sociales que amenazan la biodiversidad y la diversidad cultural local y regional, debido a varias razones entre las que se destacan:

Sus tres zonas diseñadas para mantener los procesos sociales y ecológicos del paisaje, coadyuvando a que la relación entre la sociedad y la naturaleza sea cada vez más estrecha y promoviendo que la población sea cada día más participativa.

Su estructura y funcionamiento basados en el paisaje donde se mueve la diversidad y en la búsqueda de alternativas para mejorar ese desplazamiento como motor principal de la diversidad.

Su intercambio de saberes entre el conocimiento tradicional y científico, entre las propuestas de los jóvenes y el conocimiento y experiencia de los viejos, entre los hombres y las mujeres.

La adaptabilidad de los Planes de Manejo de las Reservas de Biosfera, que permiten

armonizar la gestión del riesgo natural y la vulnerabilidad natural y social.

Por último, habría que destacar que las Reservas de Biosfera no solo cumplen con los puntos anteriores. En infinidad de ocasiones son también sitios umbral del pensamiento humano acerca de naturaleza, la biodiversidad, la domesticación del paisaje y de las especies, sitios donde surgió una cultura, una civilización, como en el caso de la Reserva de Biosfera Tehuacán Cuicatlán en México, en otras se originó nuestro concepto de la naturaleza, determinante de la historia ambiental y la filosofía, una idiosincrasia que ha sido el origen de cambios en el pensamiento humano, el orden natural y social, sitios de alto valor para nuestra civilización, como ocurre con la Reserva de Biosfera Archipiélago de Colón en las Galápagos, en Ecuador.

Como resultado del seminario los participantes visualizaron nuevas perspectivas de análisis y acción, se pusieron a disposición diversos documentos para las personas interesadas y se identificaron en las Reservas de Biosfera fortalezas y nuevas posibilidades que revaloran sus condiciones y características, recuperando algunos de sus principios fundacionales.

Sergio Guevara Sada

Presidente de IberoMaB

Xalapa, Veracruz, México, abril de 2019



### 3 PRIMERA PARTE: IMPORTANCIA Y ASPECTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

#### 3.1 Perturbaciones naturales, diversidad cultural y ecosistémica

**Sergio Guevara Sada**

*Presidente de la Red IberoMaB*

*Instituto de Investigaciones Ecológicas de Xalapa, México*

#### Introducción

Antes de la aparición de la especie humana en nuestro planeta prevalecía el paisaje natural. Los terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra, inundaciones y cambios de clima influían directamente en la distribución y en la diversidad de la flora y la fauna (Alcántara-Ayala, 2002).

El continente americano resulta especialmente interesante en este aspecto, por su gran diversidad biológica y cultural. Hay dos circunstancias, que contribuyen a explicar su diversidad natural. Por una parte, su territorio está sujeto al impacto de frecuentes e intensos eventos naturales (actividad volcánica y sísmica y formación de huracanes y ciclones) cuyo efecto ha creado una gran heterogeneidad ecológica, al modificar las condiciones geológicas, edáficas y climáticas (Fig. 1 y 2).

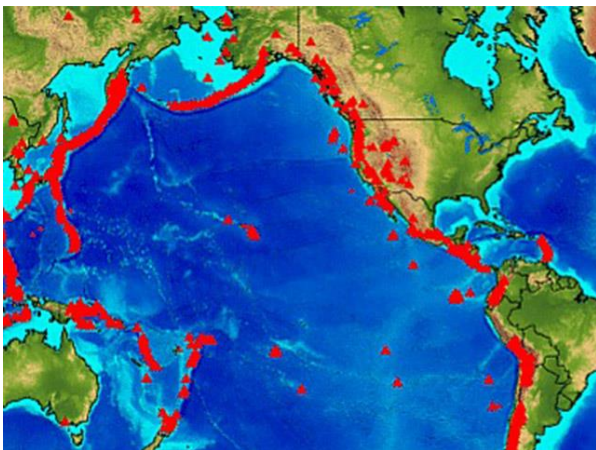


Figura 1. El Cinturón de Fuego del Pacífico recorre el continente americano desde norte a sur

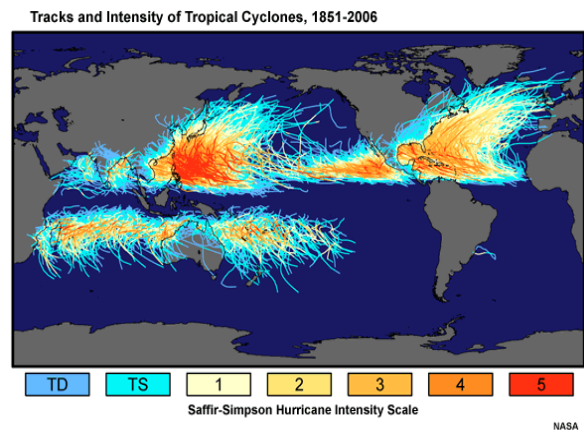


Figura 2. Norteamérica, Centroamérica y El Caribe están sometidos al impacto frecuente de huracanes y tormentas tropicales como muestra este resumen (1851-2006)

Por otra parte, el continente, se extiende ininterrumpidamente desde las altas latitudes del hemisferio sur y hasta el círculo polar ártico, a través de un continuo de tierras bajas y de montañas, por donde se desplazan constantemente las especies de plantas y animales provenientes del hemisferio norte y del sur variando incesantemente la distribución de las especies y por lo tanto la estructura y la composición de los ecosistemas y los paisajes.

A estas dos circunstancias, habría que añadir la influencia que ha tenido la población humana en la diversidad natural. Desde hace aproximadamente 10,000 años, se asentaron en esta región, numerosos grupos humanos que tuvieron un gran desarrollo cultural y que mantuvieron una alta densidad poblacional (Figura 3).



Figura 3. Paisaje de la Sierra de Los Tuxtlas. Muestra el mosaico formado por ecosistemas naturales, transformados y agrícolas

Para ampliar estos puntos de vista me enfocaré en Norteamérica, en particular en la región conocida como Mesoamérica, debido a que ahí concurren tanto eventos naturales de gran envergadura como numerosos asentamientos humanos. La región mesoamericana se extiende desde el centro de México y parte de América Central.

Mesoamérica es una de las regiones biológica y culturalmente más diversas del planeta, posee una gran riqueza de especies y endemismos y ahí se desarrolló la civilización mesoamericana. Esta región es considerada como el segundo lugar entre los 25 Hotspots reconocidos en el mundo. Aún, cuando tiene menos del 0,5 por ciento de la extensión terrestre del planeta; posee entre el 7 y el 10 por ciento de las formas de vida conocidas, que representan el 17 por ciento de todas las especies terrestres (Mittermeier et al., 1998; Myers et al., 2000).

En esta región, por centurias y milenios, los agricultores han cultivado, transformado, domesticado, diversificado y dispersado las especies, de plantas, manejando la heterogeneidad ambiental producida por los eventos naturales. Su intensa actividad enriqueció los paisajes al añadir al mosaico ya existente los ecosistemas seminaturales y transformados, contribuyendo de esta

manera a incrementar la extraordinaria riqueza biológica y cultural actual (Guevara 2019).

Cada día más investigaciones demuestran que los patrones espaciales y temporales de la biodiversidad son el resultado de la interacción de los procesos humanos y ecológicos históricos y contemporáneos (Gardner et al., 2009). Esos procesos alteran cotidianamente la composición de especies y la estructura de los ecosistemas y paisajes provocando cambios y desplazamientos de la diversidad en el tiempo y en el espacio construyendo de esta manera el escenario donde se dirime la diversidad biológica y cultural (Keeley & Zedler, 1978).

Resulta paradójico constatar que las culturas mesoamericanas, hayan prosperado en los sitios que ahora son considerados de alto riesgo por la frecuencia e intensidad con que eventos naturales tanto geomorfológicos como climáticos los impactan.

Esto lleva a proponer algunas preguntas que son cruciales en el contexto del análisis del papel que tienen los desastres naturales, como ahora se designa al efecto que tienen los eventos naturales en el medioambiente y en el manejo de los recursos naturales:

- ¿los pueblos mesoamericanos han escogido asentarse en ecosistemas y paisajes sujetos al impacto de eventos geofísicos naturales de gran escala debido a la capacidad que tienen para recobrase de sus efectos?
- ¿identificaron la creciente capacidad del ambiente para recobrase de manera espontánea como un principio para su relación con la naturaleza?
- ¿manipularon los procesos y mecanismos de la recuperación natural de ecosistemas y paisajes para llevar a cabo sus actividades?

- ¿es posible que la intervención humana haya contribuido a hacer que el paisaje sea más resiliente?

No cabe duda que hay una relación positiva entre los asentamientos de las culturas mesoamericanas y la actividad sísmica y volcánica. Reconocieron que la perturbación hizo más resiliente al paisaje.

Identificaron algunos procesos claves de la capacidad del ambiente para recobrase de la perturbación a mediana y pequeña escala, y los utilizaron para emplear la diversidad biofísica para mantener la productividad agrícola: se trata del diseño del paisaje y la agricultura trashumante respectivamente (Guevara, 2016).

La agricultura trashumante, de tumba-roza-quema, consiste en el uso temporal del suelo y la vegetación con fines de cultivo. Este sistema agrícola mimetiza lo que ocurre de manera natural en la selva cuando se abre un claro o hueco en la cubierta forestal por la caída o muerte de uno o más árboles, que se le conoce en ecología como el sistema de rejuvenecimiento de la selva. Es un sistema de uso y abandono del suelo que permite recuperar su fertilidad y la estructura de la selva (Fig. 4).



Figura 4. Esquema del uso y regeneración del ecosistema mediante el sistema de tumba-roza y quema, empleado por las culturas mesoamericanas, para mimetizar la perturbación natural

Cuando se trata de diseñar o construir el paisaje a una mayor escala y se trata de mantener el mosaico de especies y de ecosistemas que forman el paisaje, integrando los espacios naturales, transformados y agrícolas creando mayores posibilidades de transformar la biodiversidad en recursos naturales, entonces se basaron en el movimiento de las especies. La certeza de que la diversidad dependía de que las especies se movieran libremente en el espacio y el tiempo los llevó a promover y mantener los mecanismos y procesos que facilitan su desplazamiento. A este concepto en ecología lo conocemos como conectividad (Guevara, 2016).

En adelante llamaré perturbación al efecto que los eventos naturales y las actividades humanas tienen para alterar el medio biofísico. Aunque reconozco que la relación entre la perturbación natural, aire, agua y tierra y el uso de los recursos naturales es compleja.

En este ensayo propongo que el manejo que los pueblos originarios hacían del medioambiente está estrechamente vinculado al concepto de perturbación. Este concepto permitía manipular la distribución, dinámica y funcionamiento de los ecosistemas y los paisajes. La perturbación está directamente relacionada con la adaptación de las especies y con la resiliencia de los paisajes, dos componentes esenciales para el proceso de domesticación y aclimatación de plantas y de los que dependía el rendimiento de sus actividades agrícolas.

Si esta suposición es verdadera, se deduce que la perturbación es el motor del cambio ambiental. Analizar y entender esta visión nos debe ayudar a enfrentar el efecto de los eventos naturales y el manejo actual del suelo, con el afán de evitar que se conviertan en desastres naturales que

provoquen la pérdida de la diversidad y los recursos naturales y que afecten a la población humana (Mori, 2011).

Esto supone una agenda de trabajo, de experimentación e investigación acerca de la perturbación y la adaptación espacial y temporal de las especies en los paisajes y los ecosistemas, con el fin de identificar los procesos que intervienen en su regeneración o recuperación natural. Una iniciativa que requiere conjuntar el conocimiento científico y los saberes tradicionales.

Para ello es indispensable contar con sitios donde concentrar los esfuerzos, a largo plazo bajo distintas condiciones naturales, de diversidad biológica y cultural y de historias ambientales contrastantes.

Una de las mejores alternativas para llevarlo a cabo son las Reservas de Biosfera en particular las de la región Iberoamericana y de El Caribe, que conjuntan la diversidad biológica y cultural, la participación de poblaciones tradicionales, el reconocimiento nacional e internacional y un considerable acervo de conocimiento técnico acerca de la conservación y el desarrollo sustentable regional.

### **La perturbación**

La perturbación se puede definir como un evento relativamente discreto en el tiempo y el territorio que altera la estructura y el funcionamiento de los paisajes, ecosistemas, las comunidades o la estructura de las poblaciones de especies y cambia la disponibilidad de recursos, sustratos o el entorno físico (White y Pickett, 1985). La perturbación puede por ejemplo, renovar los recursos, como el espacio, a una velocidad suficiente para permitir la incorporación y la permanencia de los individuos y de las especies que de otra forma desaparecerían localmente.

La intensidad y frecuencia con que se perturba el medio físico, biológico y social ha influido en la diversidad cultural y biológica de los ecosistemas y los paisajes en Iberoamérica y El Caribe. La perturbación puede desempeñar un papel tan importante en la dinámica de la comunidad que la interacción entre la perturbación y la incorporación, crecimiento, supervivencia y reproducción de los organismos, explica una gran parte de la organización y el patrón espacial de las comunidades naturales (Sousa, 1984).

Las perturbaciones no deben ocurrir con tanta frecuencia o con tanta intensidad que eliminen especies. Se requiere que sea un régimen de perturbación intermedia que favorezca la diversidad y la resiliencia de los sistemas naturales y sociales. Las alteraciones físicas que no causan mortalidad de especies pueden contribuir a mantener la diversidad, de ahí el término perturbación intermedia propuesto por Connel (1978, 1979) y Shea et al. (2004).

La frecuencia e intensidad de la perturbación explica los cambios que ocurren en la estructura y la dinámica de las comunidades naturales, actuando como un agente de selección natural de las historias de vida de las especies. Las perturbaciones han formado parte de la dinámica de los ecosistemas y del ambiente en el cual han evolucionado las diferentes formas de vida (Sousa 1984; Pickett y White 1985; Pickett et al. 1997; Turner et al. 1997).

La expresión diferencial de los atributos de la historia de vida bajo diferentes regímenes de perturbación explica la heterogeneidad espacial y temporal que se observa en los ensamblajes naturales, los procesos a nivel del ecosistema (producción primaria y secundaria, la acumulación de biomasa, la energía y el ciclo de nutrientes) Sousa (1984).

La asincronía en la incidencia de las perturbaciones, explica que los conjuntos de especies en áreas cercanas difieran. Las especies pueden dividir este componente temporal de la heterogeneidad colonizando y / o madurando solo durante una etapa particular del proceso de regeneración natural o solo en parches creados en una época particular del año (Pickett, 1976).

### Reservas de Biosfera

Los espacios o áreas naturales protegidos han sido el reducto para la conservación de la naturaleza. Fueron diseñados para proteger la diversidad biofísica principalmente ante el impacto que significa el uso intensivo y extensivo del suelo con fines productivos (Guevara, 2019). Sin embargo, de unos años para acá, se aduce también que esos espacios pueden contribuir a mitigar el impacto de los eventos naturales de gran escala reduciendo la posibilidad de que se transformen en desastres naturales.

No todas las categorías de áreas naturales protegidas poseen las características y condiciones para enfrentar ese reto. La categoría más adecuada es la Reserva de Biosfera, debido a que posee una estructura territorial -zonificación- muy flexible, a la presencia de población humana, a su esquema de gobernanza y a sus posibilidades de intercambiar experiencias con otras Reservas de la red mundial y regional de Reservas de Biosfera de la UNESCO.

La Reserva de Biosfera es básicamente un modelo de ordenamiento territorial, ambiental, social y económico basado en la participación de los actores y los sectores involucrados en la planeación del desarrollo, con el fin de asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y garantizar la disponibilidad de los recursos naturales que requieren las actividades productivas de la población, manejando los procesos culturales y

ecológicos que soportan la diversidad en los ecosistemas y los paisajes (Guevara, 2018).

Cuando se creó el modelo de Reserva en la década de 1970 el principal desastre que se enfrentaba era la pérdida de la diversidad a través de dos vertientes: la pérdida del hábitat y la pérdida de la relación con la sociedad tradicional debida al uso del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales de forma indiscriminada. Y aunque no se ignoraba el impacto de eventos naturales estos no fueron explícitamente incluidos en su diseño. Ahora que los cambios globales climáticos y ecológicos preocupan tanto como las actividades humanas se acude a este modelo para establecer las medidas de adaptación a sus efectos y de la mitigación de sus causas.

Las Reservas de Biosfera, sí pueden convertirse en los bastiones para estudiar su efecto y recuperación de perturbaciones de gran y pequeña escala a largo plazo. Sin embargo para adecuarlas se deben revalorar algunas de sus características y condiciones.

La distribución de la Reserva de Biosfera en el terreno se basa en tres zonas: núcleo, amortiguamiento y transición. Cada zona tiene una finalidad definida. Tal vez la que está más clara es la zona núcleo, donde se concentra la mayor diversidad biológica, en la zona de amortiguamiento se identifica la mayor diversidad cultural, sea de pueblos indígenas o campesinos tradicionales y en la zona de transición está ubicado el territorio que requiere de una labor de restauración de la cubierta vegetal y de la recuperación de prácticas productivas más adecuadas para el medioambiente.

Esta zonificación le da al modelo una gran flexibilidad. Sin embargo la forma en que se interpreta ahora la relación que tienen las tres zonas entre sí, es imprecisa. En la realidad se trata de proteger a todo trance a la zona

núcleo con su gran diversidad, esto explica que muchos consideren a la Reserva como un área natural protegida. Cada zona núcleo está circundada sucesivamente por una zona de amortiguamiento y una de transición, es una relación envolvente que da al modelo un carácter centrípeto. La zonificación concebida de esta manera no considera el movimiento de las plantas y animales a través de las tres zonas.

Para dar a las Reservas y a su diversidad una funcionalidad adecuada que mantenga la diversidad y que aumente su influencia regional se debe tomar en cuenta que la especies se mueven continuamente y que este movimiento es fundamental para mantener la diversidad del paisaje y la estabilidad entre la conservación y el uso, esto significa que es necesario darle un carácter centrífugo, es decir que la biodiversidad y la diversidad cultural cuenten con los mecanismos y las facilidades para que las especies exploren nuevos hábitats y sitios creando nuevas asociaciones entre ellos que faciliten la adaptación ante los cambios provocados por eventos naturales o la explotación de recursos naturales (Guevara & Laborde, 2009).

De esta forma se capacita a las Reservas para convertirse no solo en laboratorios para el desarrollo sustentable sino en modelos de respuesta natural y cultural ante los eventos naturales, los provocados por el uso del suelo y los cambios globales de origen climático y ecológico y la disseminación de técnicas tradicionales para enfrentar el cambio a pequeña o gran escala.

### **Para terminar**

El cambio es una condición del ambiente biofísico y social. La diversidad biológica y cultural se renueva como efecto de las perturbaciones naturales y humanas. No se puede entender la estructura y el funcionamiento actual del ecosistema ni del

paisaje sin tomar en cuenta la relación de causa efecto entre la perturbación y el cambio.

El efecto de las perturbaciones y la recuperación de los paisajes varían radicalmente en su importancia relativa dentro y entre regiones, y tienen efectos que pueden tardar años en manifestarse por completo. La interpretación de los resultados de la investigación sobre la diversidad biológica a menudo se ve dificultada por los diseños de estudios limitados, la baja congruencia en las respuestas de las especies a las perturbaciones, el cambio de las líneas de base y una dependencia excesiva de inferencias comparativas entre un pequeño número de localidades bien estudiadas (Gardner et al., 1997).

En los últimos años, los ecólogos han aprendido mucho sobre la dinámica y los efectos de las perturbaciones de gran escala. Aunque aún sigue siendo un problema no resuelto en ecología la comparación entre grandes y pequeñas escalas de perturbación; no se puede decir que las grandes perturbaciones sean cualitativamente diferentes del efecto producido por numerosas perturbaciones pequeñas, en parte debido a la escasez de datos a largo plazo sobre los efectos de las perturbaciones a gran escala y la imposibilidad de replicar tales eventos.

A pesar de la importancia que tiene el concepto de perturbación para aprender a manejar el efecto de los desastres y del manejo humano, todavía quedan por responder varias preguntas antes de puntualizar acerca de la relación entre la perturbación y la recuperación de los paisajes (Turner et al., 2009).

Son preguntas tales como:

- ¿las grandes perturbaciones crean tipos similares de heterogeneidad en el paisaje afectado?
- ¿los patrones espaciales de perturbación son predecibles en función de la localización del paisaje?
- ¿los mecanismos de recuperación son similares en todos los casos?

Las diferencias regionales de la vulnerabilidad biótica y los legados antropogénicos, el acoplamiento cada vez más estrecho de los sistemas humano-ecológicos y la influencia del cambio ambiental global proporcionan tanto desafíos como oportunidades para identificar nuevas alternativas para la conservación de la biodiversidad (Gardner et al., 1997) y para diseñar estrategias para la planeación y el manejo del medioambiente.

Hemos bosquejado dos aspectos para relacionar la perturbación con la regeneración natural de ecosistemas y paisajes. El primero aunque actual tiene un origen histórico. Se trata del manejo agrícola mesoamericano, que acumuló un conocimiento para el manejo del ambiente, que aún existe entre las poblaciones de campesinos tradicionales. Ese conocimiento tradicional de la perturbación que subyacía en el manejo del paisaje es un saber que habría que desentrañar (Middleton, 2013).

El otro aspecto se refiere al conocimiento científico acerca del carácter de la perturbación, los mecanismos que explican la regeneración natural de ecosistemas y paisajes y las causas de la heterogeneidad ambiental temporal y espacial. Las preguntas que aún tenemos que responder son una buena proposición para impulsar estudios e investigaciones de largo plazo (Martínez-Ramos et al., 2016).

La relación de causa efecto entre la perturbación y la recuperación de

ecosistemas debía incorporarse al ordenamiento territorial y ecológico, para ello el enfoque del paisaje, contribuirá al conocimiento y sensibilización de la población rural y –especialmente– la urbana, respecto al manejo del medioambiente y a la innovación de los conceptos, las técnicas y los protocolos basados en un desarrollo vigoroso soportado por la disponibilidad de recursos naturales a largo plazo (Guevara, 2018) (Fig. 5).

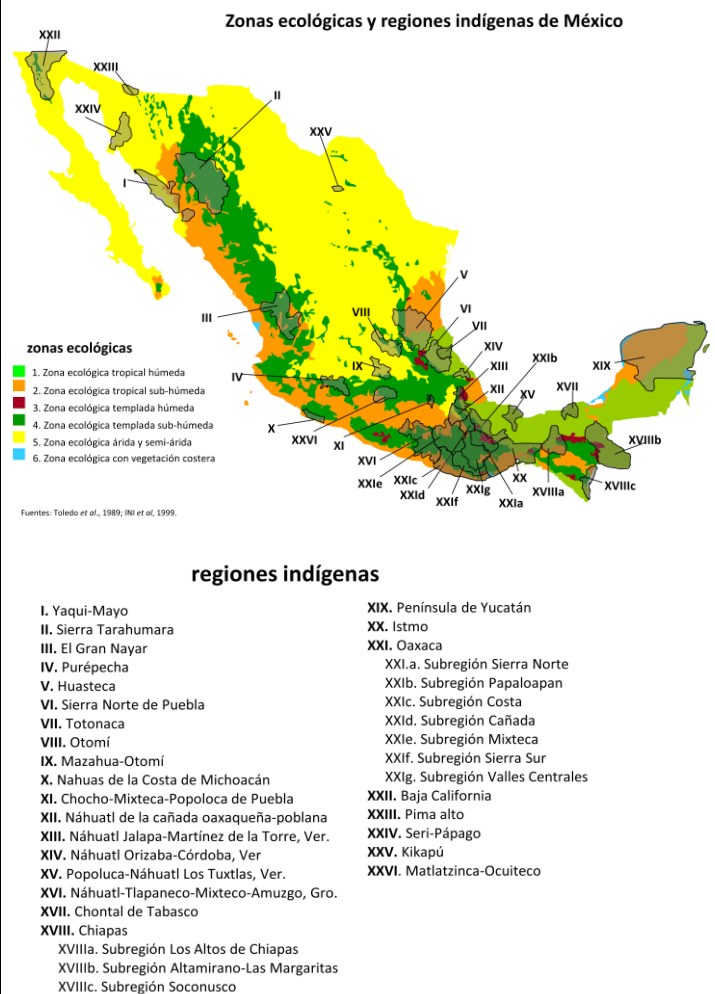


Figura 5. Las regiones indígenas en México actual coinciden todavía con las áreas de mayor perturbación por eventos naturales y con las zonas de mayor biodiversidad

Las respuestas a las preguntas planteadas en este ensayo no son simples, ni existe ahora suficiente información para hacerlo. Sin embargo son muy sugerentes para futuras investigaciones acerca del manejo del

ambiente con base en la adaptación de las especies al cambio y la estructura y funcionamiento de los paisajes, y para la ruptura del paradigma del estatismo de los sistemas socioecológicos (Calderón-Aguilera et al., 2012).

## Referencias

Alcántara-Ayala, I. 2002. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology* 47: 107-124.

Calderon-Aguilera, L. E., V. H. Rivera-Monroy, L. Porter-Bolland, A. Martínez-Yrizar, L. B. Ladah, M. Martínez-Ramos, J. Alcocer, A. L. Santiago-Pérez, H. A. Hernández-Arana, V. M. Reyes-Gómez, D. R. Pérez-Salicrup, V. Díaz-Núñez, J. Sosa-Ramírez, J. Herrera-Silveira, and A. Búrquez. 2012. An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation* 21:589-617.

Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-10.

Connell, J. H. 1979. Tropical rain forests and coral reefs as open non-equilibrium systems. In *Population Dynamics*, ed. R. M. Anderson, B. D. Turner, L. R. Taylor, pp. 141-63. Oxford: Blackwell. 434 pp.

Gardner, T. A., J. Barlow, R. Chazdon, R. M. Ewers, C. A. Harvey, C. A. Peres, and N. S. Sodhi. 2009. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters* 12:561-582.

Guevara, S. & J. Laborde. 2009. El Enfoque Paisajístico en la Conservación: Rediseñando las Reservas para la Protección de la Diversidad Biológica y Cultural en América Latina. *Environmental Ethics*, 30: 33-44.

Guevara, S. 2016. Biodiversidad y resiliencia de la selva húmeda en Mesoamérica. In Saenz, N., Lewis, R. (eds). *Tropical Forest*

*Conservation: long term processes of human evolution, cultural adaptation and consumption patterns*. UNESCO, Paris. pp. 186-203.

Guevara, S. 2018. La educación ambiental en el paisaje de las Reservas de Biosfera. *Aula Verde*: 4-5.

Guevara, S. 2020. The Mexican Biosphere Reserves: landscape and sustainability. In Reed, G.M. and M. Price (eds) 2020. *UNESCO Biosphere Reserves. Supporting Biocultural Diversity, Sustainability and Society*. Earthscan, Routledge. London. 342 pp.

Keeley, J. E., Zedler, P. H. 1978. Reproduction of chaparral shrubs after fire: A comparison of sprouting and seeding strategies. *Am. Midl. Nat.* 99: 142-61.

Martínez-Ramos, M., A. Pingarroni, J. Rodríguez-Velázquez, L. Toledo-Chelala, I. Zermeno-Hernández, and F. Bongers. 2016. Natural forest regeneration and ecological restoration in human-modified tropical landscapes. *Biotropica* 48:745-757.

Middleton, B. A. 2013. Rediscovering traditional vegetation management in preserves: Trading experiences between cultures and continents. *Biological Conservation* 158: 271-279.

Mittermeir, A., A. Myers, J.B., Thomsen, G. A. B. da Fonseca & S. Olivieri. 1998. Biodiversity hotspots and tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, 12: 516-520.

Myers, N., Russell A. Mittermeier, Cristina G. Mittermeier, Gustavo A. B. da Fonseca & Jennifer Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priority. *Nature*, 403: 853-858.

Mori, A. S. 2011. Ecosystem management based on natural disturbances: hierarchical context and non-equilibrium paradigm. *Journal of Applied Ecology* 48:280-292.



Pickett, S. T. A. 1976. Succession: An evolutionary interpretation. *Am. Nat.* 110: 107-19.

Pickett, S. T. A., y P. S. White (ed.). 1985. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando.

Pickett, S. T. A., R. S. Ostfeld, M. Shachack y G. E. Likens (eds.). 1997. The ecological basis of conservation: Heterogeneity, ecosystems and biodiversity. Chapman & Hall, Nueva York.

Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 353-391.

Shea, K., S. H. Roxburgh, and E. S. J. Rauschert. 2004. Moving from pattern to process: coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. *Ecology Letters* 7:491-508.

Turner, M. G., V. H. Dale y E. H. Everham. 1997. Fires, hurricanes, and volcanoes: Comparing large disturbances. *BioScience* 47: 758-768.

## 3.2 El Impacto Chicxulub y la extinción de los dinosaurios

**Jaime Urrutia Fucugauchi y Ligia Pérez Cruz**

*Programa Universitario de Perforaciones en Océanos y Continentes, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacan 04510, Ciudad de México, México*

### Introducción

Con el crecimiento de la población, cambios demográficos, incremento en la demanda y uso de recursos minerales y energéticos, contaminación, deforestación, ..., se han provocado afectaciones ambientales y cambio climático a diferentes escalas espacio-temporales que afectan la biosfera. Las tasas de extinción de especies han aumentado, con efectos a corto y largo plazo (Barnosky et al., 2011). El interés en entender estos cambios y afectaciones, las relaciones entre los diferentes sistemas de soporte de vida del planeta, interconexiones y efectos no lineales se ha reflejado en los diferentes programas y estudios. Entre ellos, aquellos dirigidos a investigar los eventos de extinción en el pasado geológico, incluyendo los eventos de extinción masivas. La más reciente es de fines del Cretácico, que marca el límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg), con la transición de las eras del Mesozoico al Cenozoico (Álvarez et al., 1980; Emiliani et al., 1981; Schulte et al., 2010).

La extinción K/Pg afectó alrededor del 76 % de las especies, incluyendo grupos como los dinosaurios y las amonitas. El evento de extinción ha sido investigado por varios años, lo que ha permitido documentar la magnitud de la extinción y posibles mecanismos y procesos involucrados. Sin embargo, aún se tienen un amplio rango de incógnitas por investigar, incluyendo aspectos centrales a la extinción, grados de afectación, sobrevivientes, extinciones secundarias,

efectos en diversificación, efectos en ecosistemas, relaciones, interconexiones y procesos (Robertson et al., 2004; Schulte et al., 2010; Longrich et al., 2011, 2012, 2016; Urrutia & Perez-Cruz, 2016). El registro fósil se caracteriza por no ser completo, contener hiatos y sesgos, con organismos pobremente o no representados, además de las limitantes relacionadas a los métodos de muestreo y análisis. Recientemente, los estudios han incorporado técnicas de biología molecular, que amplían los alcances y resolución.

### Impacto Chicxulub

El cráter Chicxulub está localizado en el sector noroeste de la península de Yucatán, en el sur del golfo de México; tiene un diámetro de ~200 km, con centro aproximado en Chicxulub Puerto en la línea de costa. El cráter está cubierto por sedimentos, y no está expuesto en superficie. El cráter fue identificado en las exploraciones de Petróleos Mexicanos, los cuales documentaron anomalías de gravimetría y magnetometría, que sugerían la presencia de una estructura en el subsuelo. La estructura fue interpretada como un cráter de impacto por Penfield & Camargo (1981). El cráter ha sido estudiado con métodos geofísicos y programas de perforaciones, analizando sus características, morfología y tamaño (Hildebrand et al., 1981; Collins et al., 2008; Gulick et al., 2013; Urrutia et al., 2008, 2011, 2013). La formación del cráter y el evento de impacto ocurren en un corto tiempo del orden de centenas de segundos, con una alta liberación de energía y la

excavación de una cavidad con profundidades del orden de 25 km en la corteza, la cual es deformada con un levantamiento central que caracteriza a los cráteres complejos (Urrutia & Pérez-Cruz, 2009).

El cráter Chicxulub constituye un laboratorio natural para investigar la evolución de las superficies planetarias, las cuales están caracterizadas por cráteres de impacto. En la Tierra, debido a los procesos tectónicos, volcánicos y erosivos la mayoría de los cráteres de impacto no se han preservado. Chicxulub es uno de los tres cráteres de impacto de mayor tamaño en el registro terrestre, con morfología multi-anillo.

### Extinción K/Pg

Las investigaciones sobre la extinción masiva del fin del Cretácico e impacto Chicxulub han abierto campos de estudio inter y multidisciplinarios, sobre los procesos geológicos, mecanismos de interacción y retroalimentación de los sistemas litosfera-atmosfera-hidrosfera-biosfera, las colisiones de asteroides y cometas, la evolución de la vida, formación de las superficies planetarias y la evolución del sistema solar. Las investigaciones, en su inicio involucraron geofísica, geología, química, biología y paleontología, abarcan diversas disciplinas, explorando interconexiones, integrando datos e hipótesis dentro de contextos cada vez más amplios.

El periodo Cretácico se caracterizó por un clima cálido, temperaturas superficiales más elevadas, bajo gradiente latitudinal y ausencia de casquetes polares. En el Cenozoico se tuvo un enfriamiento global con el desarrollo de los casquetes polares y eventualmente las glaciaciones en el Pleistoceno. La extinción K/Pg marca la transición de la era de los dinosaurios a la era de los mamíferos, sin embargo las especies de mamíferos fueron afectadas con

porcentajes de extinción de >90%. En el estudio de Longrich et al. (2016) del registro en Norte América se reportan afectaciones del ~93 % de especies y ~86 % de géneros. Los patrones de extinción/supervivencia de especies muestran relaciones con los rangos geográficos y tamaños de las poblaciones. Los patrones de recuperación en números de especies y diversidad sugieren tiempos de alrededor de 300 mil años, que son relativamente cortos, con un aumento en diversidad, morfologías y rangos (locales, regionales).

Los efectos del impacto se propagaron a nivel global, afectando y cambiando las condiciones climáticas y ambientales en diferentes escalas espacio-temporales. Los registros sedimentarios de las zonas próximas y distales permiten estudiar los efectos en los ecosistemas, ambientes costeros, plataforma marina y mar profundo, así como en el interior de los continentes. Los estudios en núcleos de perforación amplían y complementan los registros sedimentarios. En el registro estratigráfico, el impacto está representado por una delgada capa de unos cuantos centímetros/milímetros, compuesta por una unidad basal de esférulas milimétricas y una capa de arcilla, que representan el material eyectado del impacto (Álvarez et al., 1980; Schulte et al., 2010). La capa se caracteriza por la anomalía de iridio y del grupo del platino. La unidad de arcilla es depositada de la nube de material fragmentado distribuida globalmente y que bloqueó la radiación solar, interrumpiendo los procesos de fotosíntesis y causando un enfriamiento global.

En la zona del golfo de México y Caribe la capa tiene espesores mayores, de varios metros y una estructura más compleja entre la capa basal con esferulitas y la superior de arcilla. En la capa se encuentran depósitos de arenas que representan los efectos de

tsunamis. Adicionalmente se observa una capa de grano fino con características de calentamiento de unos 300-500°C. Esta capa contiene la anomalía de iridio y representa el reingreso del material fragmentado y eyectado. Los fragmentos, en su re-ingreso calientan la parte alta atmósfera generando un pulso térmico que alcanza la superficie y que provocó incendios globales que afectaron a la vegetación (Vajda & Bercovici, 2014; Field et al., 2018).

### Discusión y conclusiones

Los estudios sobre el límite K/Pg y el impacto Chicxulub se caracterizan por su carácter multi e interdisciplinario. Estos relacionan investigaciones sobre extinción de organismos, evolución de la vida, impactos de cometas y asteroides, evolución de las superficies planetarias, comportamiento de materiales a altas presiones y temperaturas, evolución tectónica, geohidrología, plataformas carbonatadas y cambios climáticos y ambientales globales (Urrutia et al., 2013; Urrutia & Pérez-Cruz, 2016).

El impacto Chicxulub marca uno de los eventos de extinción mayores en la evolución de la vida, con la transición de la era de los dinosaurios a la era de los mamíferos. Los dinosaurios evolucionaron y se diversificaron a partir del Triásico, ocupando la mayor parte de los continentes, incluyendo las regiones polares (Serenó, 1997). Constituyeron un grupo particularmente exitoso, alcanzando masas corporales de gran tamaño. Los mamíferos co-existieron con los dinosaurios buena parte de la Era Mesozoica, con masas corporales pequeñas, ocupando nichos subterráneos y hábitos nocturnos (Gerkema et al., 2013). Con la desaparición de los dinosaurios, los mamíferos se diversificaron, ocupando espacios en los diferentes continentes y el mar, incrementando sus masas corporales (Smith et al., 2010; Slater, 2013). El evento de extinción afectó

numerosas especies en los continentes y océanos, con la desaparición de grupos con amplia distribución como las amonitas, los reptiles voladores y microorganismos marinos (Emiliani et al., 1981; Robertson et al., 2004; Schulte et al., 2010). La mayor parte de las especies fue afectada, incluyendo a los mamíferos y las aves (Longrich et al., 2011, 2016). Las aves son un grupo particularmente interesante, que evolucionaron a partir de un grupo de dinosaurios, que desarrollaron una serie de adaptaciones, con plumaje, tamaños pequeños y la capacidad de vuelo (Xu et al., 2012). Las aves se diversificaron e incrementaron sus tamaños en el Paleoceno, ocupando parte de los nichos dejados por los dinosaurios. Las especies de aves que sobrevivieron la extinción fueron de los grupos no arbóreos, posiblemente relacionado con los incendios masivos que marcan los efectos del impacto (Field et al., 2018).

Los efectos del impacto alteraron los sistemas de soporte de vida en el planeta. El registro del impacto permite analizar los mecanismos y procesos capaces de producir efectos globales en la atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera, asociados a los eventos de extinción masiva. Los procesos relacionados con las extinciones han sido investigados y re-evaluados a lo largo de varias décadas. En la propuesta inicial de Álvarez et al. (1980) se propusieron los efectos de la nube de polvo y material fragmentado que fue distribuida globalmente, provocando un descenso de temperatura y bloqueo de la radiación solar. Este material fino, similar a lo que ocurre con erupciones volcánicas explosivas de gran magnitud, se dispersa rápidamente y ocasiona cambios a corto y largo plazo. Al re-depositarse este material de grano fino forma la capa K/Pg con la característica anomalía de iridio. Los efectos del impacto son uno de los aspectos conectados directamente a los mecanismos de extinción

y continúan siendo analizados, incluyendo la radiación térmica, inyección de gases de efecto invernadero y acidificación (Goldin & Melosh, 2009; Schulte et al., 2010; Morgan et al., 2013; Urrutia & Perez-Cruz, 2016).

El impacto afectó las zonas del Golfo de México y Atlántico central, con la generación de tsunamis y deformación de la plataforma y zonas aledañas (Urrutia et al., 2013). El tsunami es el de mayor intensidad en el registro geológico; órdenes de magnitud más intenso que los ocurridos recientemente en el Océano Índico y en Japón. El material fragmentado y expulsado en el impacto tuvo una dispersión global. Una parte alcanzó velocidades de escape y salió fuera del planeta, una parte reingreso produciendo calentamiento en la atmósfera (generando la bola de fuego), otra se dispersó en la zona y la parte más fina cubrió el planeta produciendo bloqueo de la radiación solar, interrupción de los procesos de fotosíntesis y cambios climáticos. El material fino se depositó formando la capa marcadora del límite K/Pg con distribución global.

En los últimos años se han llevado a cabo estudios y programas de perforación en la zona marina y terrestre del cráter, incluyendo gravimetría, aeromagnetometría, electromagnéticos, sísmica de reflexión y refracción, imágenes de satélite y perforaciones profundas con recuperación continua de núcleos. Estos han aportado información sobre la estratigrafía, estructura, formación del cráter, emplazamiento de las brechas de impacto y los efectos regionales y globales del impacto.

Los estudios contribuyen a las investigaciones de geohidrología y geología superficial. La estructura controla parte de los procesos de flujo de agua subterránea e intrusión marina. La formación de cráteres involucra excavaciones profundas en la corteza, generando una serie de procesos, como la

formación de sistemas hidrotermales y de fluidos mineralizantes. Otro aspecto relacionado es la formación de las brechas carbonatadas en el margen de la plataforma; los yacimientos de petróleo y gas en la sonda de Campeche están en las secuencias de brechas carbonatadas.

Los estudios han contribuido a las investigaciones del origen y evolución del Golfo de México y del Caribe y en especial de la plataforma carbonatada de Yucatán. La estructura del cráter tiene relaciones con las características geológicas de la península, los flujos de agua subterránea, la intrusión de agua marina, formación de estructuras cársticas y cenotes y la morfología superficial y de las zonas costeras.

### Agradecimientos

Los estudios forman parte del programa de investigación del cráter Chicxulub y la frontera Cretácico/Paleógeno. Apoyo parcial proviene del proyecto Papiit IG-101015.

### Referencias

- Álvarez, L. W., Álvarez, W., Asaro, F., Michel, H. V., 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinction. *Science*, 208, 1095–1108.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., ... & Mersey, B. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*, 471(7336), 51.
- Collins, G.S., J. Morgan, P. Barton, G.L. Christeson, S. Gulick, J. Urrutia-Fucugauchi, M. Warner, K. Wünnemann, 2008. Dynamic modeling suggests terrace zone asymmetry in the Chicxulub crater is caused by target heterogeneity. *Earth Planet. Sci. Lett.*, doi: 10.1016/j.epsl.2008.03.032

- Emiliani, C., Kraus, E.B., Shoemaker, E.M., 1981. Sudden death at the end of the Mesozoic. *Earth Plant. Sci. Lett.*, 55, 317-334.
- Field, D. J., Bercovici, A., Berv, J. S., Dunn, R., Fastovsky, D. E., Lyson, T. R., ... & Gauthier, J. A. (2018). Early Evolution of Modern Birds Structured by Global Forest Collapse at the End-Cretaceous Mass Extinction. *Current Biology*. 28, 1825-183
- Gerkema, M.P., Davies, W.I., Foster, R.G., Menaker, M., Hut, R.A., 2013. The nocturnal bottleneck and the evolution of activity patterns in mammals. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 280(1765), 20130508.
- Goldin, T. J., & Melosh, H. J. (2009). Self-shielding of thermal radiation by Chicxulub impact ejecta: Firestorm or fizzle?. *Geology*, 37(12), 1135-1138.
- Longrich, N. R., Tokaryk, T., & Field, D. J. (2011). Mass extinction of birds at the Cretaceous–Paleogene (K–Pg) boundary. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(37), 15253-15257.
- Longrich, N. R., Bhullar, B. A. S., & Gauthier, J. A. (2012). Mass extinction of lizards and snakes at the Cretaceous–Paleogene boundary. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(52), 21396-21401.
- Longrich, N. R., Sclater, G. J., & Wills, M. A. (2016). Severe extinction and rapid recovery of mammals across the Cretaceous–Palaeogene boundary, and the effects of rarity on patterns of extinction and recovery. *Journal of evolutionary biology*, 29(8), 1495-1512.
- Morgan, J., Artemieva, N., & Goldin, T. (2013). Revisiting wildfires at the K-Pg boundary. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 118(4), 1508-1520.
- Penfield, G. T., A. Camargo-Zanoguera, 1981. Definition of a major igneous zone in the central Yucatán platform with aeromagnetism and gravity, en *Technical Program, Abstracts, 51st Annual Meeting*, p.37, Soc. Expl. Geophys., Tulsa, Oklahoma.
- Robertson, D. S., McKenna, M. C., Toon, O. B., Hope, S., & Lillegraven, J. A. (2004). Survival in the first hours of the Cenozoic. *Geological Society of America Bulletin*, 116(5-6), 760-768.
- Schulte, P. et al., 2010. The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, 327, 1214-1218.
- Sereno, P., 1997. The origin and evolution of dinosaurs. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 25, 435-489.
- Slater, G. J. (2013). Phylogenetic evidence for a shift in the mode of mammalian body size evolution at the Cretaceous-Palaeogene boundary. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(8), 734-744.
- Smith, F. A., Boyer, A. G., Brown, J. H., Costa, D. P., Dayan, T., Ernest, S. M., ... & Harding, L. E. (2010). The evolution of maximum body size of terrestrial mammals. *science*, 330(6008), 1216-1219.
- Urrutia-Fucugauchi, J., Pérez-Cruz, L., 2009. Multiring-forming large bolide impacts and evolution of planetary surfaces. *Int. Geol. Rev.*, 51, 1079-1102.
- Urrutia-Fucugauchi, J., & Pérez-Cruz, L. (2016). Chicxulub Asteroid Impact: An Extreme Event at the Cretaceous/Paleogene Boundary. *Observations, Modeling, and Economics*, 93.
- Urrutia-Fucugauchi, J., Camargo-Zanoguera, A. Pérez-Cruz, L Pérez-Cruz, G 2011. The Chicxulub multiring impact crater, Yucatan carbonate platform, Mexico. *Geofis Int*, 50, 99-127.
- Urrutia-Fucugauchi, J., Pérez-Cruz, L., Camargo-Zanoguera, A. 2013. Oil exploration in the southern gulf of Mexico and the

Chicxulub impact. *Geology Today*, 29, 182-189.

Vajda, V., & Bercovici, A. (2014). The global vegetation pattern across the Cretaceous–Paleogene mass extinction interval: A template for other extinction events. *Global and Planetary Change*, 122, 29-49.

Xu, X., Wang, K., Zhang, K., Ma, Q., Xing, L., Sullivan, C., Hu, D., Cheng, S., Wang, S., 2012. A gigantic feathered dinosaur from the Lower Cretaceous of China. *Nature*, 484(7392), 92-95.

### 3.3 La Gestión del Riesgo como oportunidad para el Desarrollo Sostenible: servicios de los ecosistemas y bienestar humano

#### Milena Berrocal Ph. D.

*Oficial técnica. Unidad de Biodiversidad y Derechos. Oficina Regional para México, América Central y el Caribe, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN ORMACC)*

*milena.berrocal@iucn.org Tel: +506 8374-7393*

#### Introducción

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha promovido en los últimos años un enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, como una opción a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como en la reducción del riesgo a desastres.

Lo anterior bajo la premisa de que los ecosistemas saludables ayudan a reducir el riesgo a desastre, mitigando los peligros e incrementando la resiliencia. Siendo los arrecifes coralinos, los bosques de mangle, los bosques terrestres<sup>1</sup>, estuarios, bahías, etc, barreras naturales contra los efectos negativos de procesos de origen hidrometeorológico o eventos secundarios de procesos endógenos (tsunamis) de mediana y baja magnitud.

El marco de Sendai (2015-2030) reconoce el valor de los ecosistemas en la reducción del riesgo a desastre, así como la UNFCCC COP 12 en París, la Convención sobre Diversidad Biológica (COP 12 y 13) y la Convención RAMSAR en su acuerdo XII/13.

Los ecosistemas se reconocen no solo como barreras naturales contra desastres, sino también como parte de los medios de vida de las comunidades y proveedores de servicios ecosistémicos importantes como

<sup>1</sup> Entiéndase bosques terrestres como bosques latifoliados, mixtos, de coníferas, secos, etc.

secuestradores de carbono, reguladores del clima, generadores de agua, ... .

#### Metodología

El siguiente análisis se basa en el enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, desarrollado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), dando un particular énfasis a la reducción del riesgo basado en ecosistemas, que como se explicó en párrafos anteriores, tiene que ver con la premisa de que los ecosistemas saludables ayudan a reducir los impactos directos producto de procesos de origen hidrometeorológico o eventos secundarios de procesos endógenos, de mediana y baja magnitud.

Además, se discutirá sobre algunos elementos generadores de vulnerabilidad física, económica, social, así como exposición y pérdidas económicas asociadas a la mala planificación territorial, enfocando el análisis en un caso concreto, Centro América.

#### Resultados

##### ¿Desastres “naturales”?

Según el Global Climate Index , en el periodo entre 1997 y 2016 Honduras tuvo el impacto de 62 eventos climáticos, mientras que Nicaragua 44 (sequías, huracanes, tormentas tropicales, marejadas), lo anterior se asoció a pérdidas económicas por US\$ 561 y US\$ 234 millones respectivamente, lo que significó el



1.9% y el 1.1% del PIB de cada uno de esos países. Fue Honduras el país que ostentó en ese periodo el primer lugar a nivel mundial como país más afectado por eventos climáticos, en especial por el impacto del huracán Mitch en 1998.

Sin embargo, las condiciones sociales y económicas de Honduras lo colocaban en 1997 en el puesto número 116 de 175, con respecto al índice de desarrollo humano ( $=0.575$ ), por debajo se colocaban Guatemala, Nicaragua y Haití. En ese año la tasa de alfabetización era del 72%, la esperanza de vida de 68 años, el 65.8% de la población vivía en condición de pobreza. Según el censo de población y vivienda del año 1988, el 24% de las viviendas a nivel nacional estaban construidas de bahareque, el 22% de adobe, el 21% de madera y tan solo el 13% de bloque o cemento.

Otro elemento importante a destacar es que para el año 1990, el país poseía el 50% de su superficie cubierta por bosque (conífera, latifoliado, nublado, seco y manglar), sin embargo tierras con vocación forestal fueron transformadas para la agricultura y la ganadería, ubicando esos usos en zonas con fuertes laderas y con suelos no aptos. Para el año 1987 se estimaba el área erosionada en 2.3 millones de hectáreas, alcanzando en algunas zonas una pérdida de suelo de hasta 500 ton/ha/año. Se proyectaba entonces que para el año 2000 habría un 40% de la superficie del país erosionada.

Lo anterior demuestra no solo la vulnerabilidad económica del país, sino también la social, unido al alto nivel de exposición a eventos de origen hidrometeorológico (por ubicarse en la franja tropical del planeta con influencia de huracanes, tormentas tropicales, ondas tropicales y sequías), unidos estos elementos desencadenan desastres sociales asociados a eventos climáticos y el por qué el país

terminó encabezando la lista de países con mayor riesgo climático en el periodo 1997-2016.

Este ejemplo se repite decenas de veces a lo largo y ancho del planeta, países y/o regiones con elevados índices de vulnerabilidad económica, social y física, expuestos a procesos de origen hidrometeorológico, que además poseen ecosistemas alterados o degradados, así como vacíos en la aplicación de normativas de ordenamiento territorial.

A pesar de que existe una fuerte relación entre la salud de los ecosistemas y la exposición de las poblaciones a efectos directos o indirectos de procesos, en este caso de origen hidrometeorológico de mediana y baja intensidad, la gestión del riesgo tan solo ha contemplado una parte de la ecuación.

En el año 2013, UICN, realizó un análisis sobre cómo los bosques costeros en Japón actuaron como barreras naturales contra efectos negativos del tsunami como efecto secundario del terremoto en el año 2010. En su informe "Ecosystems and disaster risk reduction in the context of the Great East Japan Earthquake and Tsunami – a scoping study"<sup>2</sup>, Renaud y Murti, mencionan como el ecosistema boscoso actuó como barreras para detener escombros (barcos), personas salvaron su vida aferrándose a los árboles, los arrozales que estaban protegidos por los bosques tuvieron daños menores, además de desviar en algunos casos la trayectoria de las olas de tsunami y reducir su energía. (Ver imagen 1). En zonas donde se ubicaban pantanos y marismas las olas avanzaron pocas decenas de metros tierra adentro a diferencia de las zonas sin protección.

<sup>2</sup> El informe puede ser descargado en: [https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/kncf\\_report\\_final.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/kncf_report_final.pdf)

Posterior al terremoto y tsunami de 2010 el Congreso de Japón aprobó US\$ 500 millones para la restauración de los ecosistemas.

Por otra parte, Castañeda et al., en su artículo titulado "Thinking outside the protected area boundaries for flood risk management: the Monterrico Multiple Use Natural Reserve in Guatemala"<sup>3</sup>, mencionan que, si bien la Reserva está manejada bajo el marco legal de áreas protegidas de ese país, existen alteraciones debido a cambios en el uso del suelo dentro de la misma y en las zonas aledañas (grandes plantaciones de caña de azúcar especialmente). Las personas que habitan a lo interno del área protegida dependen de los recursos naturales como medios de vida (pesca, extracción de moluscos y crustáceos, turismo, etc). A pesar de ser una zona con ecosistemas saludables, las inundaciones afectan a las personas que viven en la zona, así como a sus cultivos.



Imagen 1. En los círculos amarillos se aprecian viviendas rodeadas de bosque, en el círculo rojo una vivienda protegida por el bosque con afectaciones leves. La flecha roja muestra una infraestructura destruida por la ola del tsunami, detrás un grupo de autos estacionados protegidos por la línea de bosque<sup>4</sup>

<sup>3</sup> El documento puede ser descargado en; <https://www.iucn.org/sites/dev/files/2014-038.pdf>

<sup>4</sup> Imagen tomada de; Disasters, risk and disaster risk reduction. Presentación realizada por Radhika Murti. Unión Internacional para la Conservación de la

Los autores argumentan además que, la Reserva requiere cambiar su esquema de manejo, en donde las acciones vayan más allá de los límites del área protegida, bajo un esquema de gobernanza efectiva que reconozca la Reserva como parte de una red ecológica integral, incorporando su entorno en las acciones de conservación y ordenamiento territorial como una forma efectiva de gestión del riesgo, en este caso a inundaciones.

### Discusión

Si bien en el tema de Gestión del Riesgo Latinoamérica ha avanzado de forma importante, en especial en cuanto a la investigación académica y a la aplicación de acciones concretas por parte de Gobiernos centrales, Gobiernos locales, políticas nacionales y regionales, las mismas tienden a enfocarse en la mayoría de los elementos de la ecuación, dejando por fuera los ecosistemas (su conservación y preservación). Es común leer informes y artículos científicos sobre ambiente y/o sobre Gestión del Riesgo en donde existe nula relación entre ambos temas.

Y quizás en este detalle radica el "error", ver la Gestión del Riesgo aparte del ordenamiento territorial y la conservación de los ecosistemas, obviando que existe una relación intrínseca entre las tres.

Si bien es cierto que tratar la vulnerabilidad física, social y económica de una población, junto con su exposición y grado de resiliencia es complejo, sí que se pueden realizar esfuerzos en incorporar a las políticas de Gestión del Riesgo, enfoques basados en soluciones naturales, aprovechando el abanico de servicios ecosistémicos que brindan al ser humano y sabiendo que toda acción en conservación, será una acción

Naturaleza. Santo Domingo, República Dominicana. En el marco del Taller Regional sobre reducción del riesgo basado en ecosistemas. UICN, 2016.

directa o indirecta a disminuir la vulnerabilidad física y económica de las poblaciones más vulnerables, y aumentando su resiliencia.

### Resumen

Los seres humanos, al igual que el resto de las especies vegetales y animales que habitan el planeta, dependen de los servicios ecosistémicos, agua, alimento, suelo, regulación del clima, almacenaje de carbono, protección ante eventos de origen hidrometeorológico principalmente.

Quizás a nivel de las ciudades, las personas no sean tan conscientes de esto, por estar en un ambiente artificial, sin embargo, en las comunidades rurales que dependen de la agricultura, la ganadería o la pesca, esta interrelación es notoria, debido a que sus medios de vida se encuentran directamente asociados a los ecosistemas aledaños.

La conservación y regeneración de los ecosistemas no solo permite a las comunidades en especial las rurales, asegurar sus medios de vida sino aumentar la resiliencia a los efectos negativos de procesos naturales.

Si bien tradicionalmente la Gestión del Riesgo se trabaja aparte de la conservación de los ecosistemas, ciertamente son dos elementos que no deben ser separados, ya que su interrelación forma parte de la Gestión del Riesgo integral bajo el enfoque de soluciones naturales.

### Bibliografía

Castañeda, F., Barrios, M., Dávila, V., García, M., Morales, A. 2014. Thinking outside the

protected area boundaries for flood risk management: the Monterrico Multiple Use Natural Reserve in Guatemala. Contenido en Murti, R. and Buyck, C. (ed.) 2014. Safe Havens: Protected Areas for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. Gland, Switzerland: IUCN. xii + 168 pp

Censo de población y Vivienda. 1988. Instituto Nacional de Estadística. Consultado 7 de setiembre de 2018, disponible en <http://170.238.108.227/binhnd/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPVHND1988&lang=ESP>

Eckstein D., Küzel V., Schäfer L. 2018. Global climate risk index 2018. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2016 and 1997 to 2016. German Watch e.V Berlin. Germany.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2000. Bibliografía comentada de cambios en la cobertura forestal. Honduras. FAO. Roma, Italia.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 1998. Informe sobre Desarrollo Humano Honduras 1998. PNUD Tegucigalpa, Honduras. 244p

Renaud, R., Murti, R. 2013. Ecosystems and disaster risk reduction in the context of the Great East Japan Earthquake and Tsunami – a scoping study". IUCN. Gland, Switzerland.

Sauma, P. 2002. La pobreza en Centroamérica en los noventa. Informe final. Department for International Development. Regional Unit for Technical Assistance (RUTA).

## 4 SEGUNDA PARTE: ¿QUÉ ES LA GESTIÓN DEL RIESGO?

### 4.1 Definiciones y conceptos necesarios para la Gestión del Riesgo. La influencia de impulsores de cambios globales

**Ozman Franz Altamirano Valdivia**

*ozman.altamirano@giz.de, celular: 00-504-31454362*

#### Introducción

Para poder entender lo que significa la "Gestión del Riesgo" en nuestra vida cotidiana, en nuestro trabajo, en nuestra comunidad, en determinada área protegida, en nuestro país, en nuestro continente y en el mundo en general debemos tener claros los conceptos de qué estamos hablando.

Cada vez y de manera más frecuente invertimos millones de recursos económicos para atender situaciones de emergencia o crisis, para recuperar daños o pérdidas y no estamos apuntando a invertir en acciones de prevención centradas en la persona.

La presencia de desastres originados por diferentes tipos de peligros, están configurando un escenario de acelerado incremento de a nivel mundial. Este incremento en los países en vías de desarrollo genera mayores pérdidas (humanas, económicas y ambientales), debilita las señales de crecimiento y/o desarrollo y no contribuye a reducir los niveles de pobreza existentes.

Si bien las áreas protegidas o las Reservas de Biósfera, en teoría están protegidas por definición, de igual manera están expuestas a una serie de amenazas, algunas de origen natural y otras de origen humano y están siendo afectadas en su funcionamiento y reducción de los servicios ecosistémicos que ellas pueden generar.

En ese sentido es importante entender claramente los siguientes términos: Peligro o Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Desastre, Prevención, Recuperación, Cambios Globales. Todos ellos están perfectamente interconectados, son partes elementales de un proceso y es necesario diferenciarlos. Así mismo todos estos términos interconectados deben ser parte de un "objeto de estudio"; es decir de quien o sobre quien estamos aplicando todos estos términos, debemos ser precisos al momento de identificarlos y no quedarnos en generalidades. Por ejemplo, a veces se menciona que x país es altamente vulnerable y se genera todo un círculo de opinión frente a ello, sin identificar de qué tipo de peligro estamos hablando y de qué tipo de vulnerabilidad y que riesgos ese país podría tener en un futuro incierto.

Con esta ponencia deseo dejar en claro que "los desastres NO son naturales", la mayoría de ellos se generan por decisiones equivocadas del ser humano y que debemos trabajar bastante en entender esa lógica de intervención basada en la cultura de la prevención y no en la cultura del desastre.

#### Metodología

Esta ponencia está concebida en tres momentos claves. La primera parte tendrá un contenido teórico conceptual, se explicarán los conceptos que deben quedar claros al momento de abordar la Gestión del Riesgo de Desastres.

La segunda parte estará enfocada en explicar en la práctica la aplicación de estos conceptos en las Áreas Protegidas, haciendo énfasis en los procesos de planificación territorial.

La tercera parte estará enfocada en explicar cómo esta teoría de Gestión del Riesgo es relacionada con los cambios globales que estamos experimentando.

### Resultados

**PELIGRO:** El peligro, también llamado amenaza, es un evento de origen natural, socio natural o antropogénico que por su magnitud y características puede causar daño.

*Peligro natural:* Asociado a fenómenos meteorológicos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal. Cada uno de estos peligros, en su manifestación extrema o cuando se presentan de manera recurrente, puede ocasionar desastres si se combina con factores de vulnerabilidad.

*Peligro socio natural:* Corresponde a una inadecuada relación hombre – naturaleza. Está relacionado con procesos de degradación ambiental o de intervención humana sobre los ecosistemas. Se expresa en el aumento de la frecuencia y severidad de los fenómenos naturales o puede dar origen a peligros naturales donde antes no existían y reducir los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales.

*Peligro tecnológico o antropogénico:* Está relacionado a procesos de modernización, industrialización, desregulación industrial o la importación, manejo y manipulación de desechos o productos tóxicos. Todo cambio tecnológico, así como la introducción de tecnología nueva o temporal, puede tener un papel en el aumento o disminución de otros peligros.

El nivel de peligro depende de la intensidad, localización, área de impacto, duración y periodo de recurrencia del evento.

**VULNERABILIDAD:** es la susceptibilidad de una unidad social u objeto de estudio (familias, comunidad, sociedad, área protegida, Reserva de Biósfera, estructura física o actividad económica que la sustentan, ecosistema, objeto de conservación), de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

Tres factores, ante la ocurrencia o posible ocurrencia de un desastre, explican la vulnerabilidad:

El **grado de exposición** tiene que ver con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social u objeto de estudio cerca de zonas de influencia de un peligro. La vulnerabilidad surge por las condiciones inseguras que representa la exposición, respecto a un peligro que actúa como elemento activador del desastre.

Ejemplos:

- Ocupación de márgenes de los ríos en áreas propensas a inundación para instalar cultivos de corto plazo y a veces viviendas o infraestructura social como escuelas.
- Construcción de centros de salud, postas médicas o centros educativos en zonas de laderas o en cauces secos de ríos, todo lo cual pone en riesgo a la población que recibe los servicios.
- Plantaciones de café en zona núcleo de un área protegida.
- Cacería de venado sin regulación en un área protegida.

La **fragilidad** se refiere al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro/amenaza, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social u objeto de estudio.

Ejemplos:

- Las viviendas de adobe/barro ubicadas en zonas bajas y planas se convierten en infraestructura vulnerable a la erosión y humedad que se generan por las lluvias intensas y las inundaciones.
- Los puentes, carreteras e infraestructura de mayor y menor tamaño si para su construcción no se toma en cuenta las normas de Construcción Antisísmica.
- Las abejas si no disponen de flora suficiente.
- Las ranas si no disponen de condiciones de humedad y temperatura óptimas.

La **resiliencia** se refiere al nivel de asimilación o la capacidad de recuperación que pueda tener la unidad social u objeto de estudio frente al impacto de un peligro. Se expresa en limitaciones de acceso o adaptabilidad de la unidad social u objeto de estudio y su incapacidad o deficiencia en absorber el impacto de un fenómeno peligroso.

Ejemplos:

- Bajo grado de organización de la sociedad, lo que no permite desarrollar e implementar estrategias frente a la ocurrencia de un peligro.
- Falta de diversificación de la base productiva en actividades agrícolas, comerciales, servicios, entre otros, lo cual impide que la población tenga una mayor capacidad de revertir los impactos negativos de un peligro. Cultivo de café como monocultivo.
- Ausencia de planes de contingencia para la operación de la infraestructura en condiciones de emergencia o inexistencia de mecanismos alternativos para la provisión del servicio en dichas situaciones.
- Falta de implementación de mecanismos financieros para la reducción de los

impactos negativos que se presentan ante la ocurrencia de un peligro.

- Ausencia de procesos de planificación territorial a diferente escala (parcela, finca, aldea, comunidad, municipio, área protegida, etc.)
- Las plantas de café que adelantan o atrasan la floración por temperatura y humedad.

**GESTIÓN DEL RIESGO:** Es el proceso de adopción de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos de desastres o minimizar sus efectos. Implica intervenciones sobre las causas que generan vulnerabilidades y peligros. Existen dos tipos de Gestión del Riesgo:

La **gestión prospectiva** está relacionada con medidas que promuevan el NO construir nuevas vulnerabilidades; y la **gestión correctiva** que está relacionada con medidas que REDUZCAN la vulnerabilidad existente.

**RIESGO:** El riesgo es la probabilidad de que la unidad social u objeto de estudio o sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro. Es función de una **amenaza o peligro** y de condiciones de **vulnerabilidad** de una unidad social u objeto de estudio.

Estos dos factores del riesgo son dependientes entre sí: no existe peligro sin vulnerabilidad y viceversa; no existen independientemente, pero se definen por separado para una mejor comprensión. Los factores de riesgo son producto de procesos sociales, de los modelos de desarrollo que se aplican en un territorio y sociedades determinadas.

El riesgo se caracteriza principalmente por ser dinámico y cambiante, de acuerdo con las variaciones que sufren sus dos componentes (peligro y vulnerabilidad) en el tiempo, en el territorio, en el ambiente y en la sociedad.

El riesgo puede ser reducido en la medida que la sociedad procure cambios en alguno de sus componentes (peligro y vulnerabilidad), no activando nuevos peligros, no generando nuevas condiciones de vulnerabilidad o reduciendo las vulnerabilidades existentes.

Otra característica del riesgo es que, por su naturaleza dinámica, es analizable y medible sólo hasta cierto punto y es un escenario del futuro.

**DESASTRE:** El desastre es el conjunto de daños y pérdidas (humanas, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica, medio ambiente, ecosistemas), que ocurren a consecuencia del impacto de un peligro-amenaza sobre una unidad social u objeto de estudio con determinadas condiciones de vulnerabilidad. El desastre es un escenario del pasado.

### Discusión

Teniendo en cuenta que la existencia de un peligro (independientemente de su origen) aunado a ciertas condiciones de vulnerabilidad, puede generar situaciones probables de daño, es decir riesgo de desastres, debemos entender que para evitarlo debemos ser conscientes de que en esos dos factores está centrada la posibilidad de disminuir los efectos negativos de un desastre.

La vulnerabilidad es resultado de los propios procesos de desarrollo no sostenible. La vulnerabilidad es una condición social, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización social, educación, en sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de su localización en el territorio, en su manejo del ambiente, en sus características y

capacidades para recuperarse, y en su adecuación al medio y a los peligros que este mismo medio presenta.

Sería interminable revisar la lista de eventos que con mayor frecuencia están sucediendo en las cuatro últimas décadas a nivel mundial. Terremotos, Huracanes, Tsunamis, Incendios, Inundaciones, etc., están sucediendo con mayor frecuencia e intensidad. En muchos casos se atribuye a efectos de cambio climático, los cambios de comportamiento de lluvias, los extremos de calor más frecuentes, los cambios bruscos de temperatura, la caída de granizo en zonas nunca afectadas por ello, la presencia de vientos fuertes y huracanados o la presencia de heladas/sequías en ciertas zonas están generando de una u otra manera esos cambios y son considerados como impulsores de cambio global.

Es bueno considerar también que en algunos casos los fenómenos extremos como una lluvia intensa en lugares que eran desérticos podrían tener efectos positivos ya que pueden crecer pastos; o algunos cambios bruscos de temperatura pueden generar la aparición de nuevas especies benéficas; es decir que en algunos casos se pueden esperar efectos positivos debido a los impulsores de efectos globales.

Frente a esa realidad, ¿qué debemos hacer?:

- Fortalecer capacidades de las personas, tanto de los tomadores de decisión (políticos), de los comunicadores sociales (periodistas), como de los habitantes y productores de áreas protegidas en el concepto de Gestión del Riesgo, que sean conscientes de que es un proceso y que el actor fundamental para ello es el ser humano.
- Practicar y generar procesos participativos de planificación territorial,

independientemente del nivel que se desee intervenir (finca, aldea, comunidad, municipio, comarca, ciudad, distrito, barrio, área protegida, estado, país) incorporando la Gestión del Riesgo en dichos procesos. Para ello se debe delimitar y dar a conocer zonas seguras, delimitar zonas de riesgo y proponer su uso alternativo.

- Generar normatividad apropiada ya sea a nivel urbano o rural, por ejemplo: Normas de diseño de la infraestructura; Normas, regulación y control del uso del suelo, técnicas de construcción adecuadas.
- Fortalecer estructuras locales, municipales, regionales, comités MAB; para mejorar su capacidad de resiliencia en temas de fortalecimiento organizacional, trabajo en equipo y capacidad de respuesta.
- Identificar medidas de adaptación al cambio climático, las cuales cumplan requisitos de efectividad, costo, aplicabilidad, tiempo, aceptación cultural e impacto ambiental; de tal forma de poder mejorar la capacidad de resiliencia del objeto de estudio.
- Hacer énfasis en la implementación de programas o proyectos con enfoques centrados en la prevención del desastre, no trabajar en función de las etapas post desastre, las cuales normalmente son de corto plazo y responden a situaciones de emergencia. La planificación a largo plazo es fundamental en estos casos.
- Reconocer que los Desastres NO son naturales, son producto de las malas decisiones/malas prácticas que tomamos nosotros los habitantes de este mundo, generamos desequilibrios en los ecosistemas y que somos los mayores impulsores de cambio global. En ese sentido y si estamos de acuerdo con ello,

el evitar mayores pérdidas y daños depende de nosotros.

### Resumen

Los conceptos relacionados a la Gestión del Riesgo de desastres (Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo y Desastre) son claramente definidos, de manera concreta. Se presentan varios ejemplos de lo que significa cada concepto.

Posteriormente se explica en la práctica la aplicación de estos conceptos en las Áreas Protegidas, haciendo énfasis en los procesos de planificación territorial.

Finalmente se relaciona la teoría de Gestión del Riesgo con los cambios globales que estamos experimentando y las formas con las cuales podemos adaptarnos a esos efectos.

Toda la exposición centra su mensaje en que los efectos negativos que podemos tener debido a fenómenos extremos son originados por las prácticas o decisiones erróneas que tiene el ser humano en sus procesos de desarrollo; por lo tanto, se propone comprender que en la mayoría de los casos los desastres NO son naturales. Esta conceptualización definitivamente podría cambiar el actual o mayoritario enfoque basado en las etapas post desastre y centrarse en enfoques de prevención.

### Bibliografía

Guía metodológica de Análisis Participativo de Desastres para el área rural. Altamirano Ozman et.al. PEAM.GIZ.PDRS.Perú 2007

Actuar ante el riesgo, porque los desastres no son naturales. PDRS – GTZ/OTCA/IIAP/INWENT. Lima – Perú. Febrero 2006.

Manual El Análisis de Riesgo – GTZ. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. Eschborn – Alemania. Junio 2004.

Lineamientos de Desarrollo Urbano del Distrito de Nueva Cajamarca. Arq. Virginia Marzal.



PDRS – GTZ. Moyobamba, San Martín – Perú.  
Noviembre 2005.

Pautas para incorporar el Análisis de riesgo  
en los proyectos del SNIP. Soc. Elizabeth  
Cano. Lima – Perú. Marzo 2005.

Diagnóstico Participativo con enfoque de  
Gestión del Riesgo. PDRS – PLAN Programa  
Perú. Universidad Nacional de Piura.

## 4.2 Análisis, definición y percepción del riesgo y de sus implicaciones

**Dr. Sergio Mora Castro**

### Introducción

La gestión del riesgo ha avanzado de manera heterogénea. Si bien el grado de conciencia científica, la información, la educación y debates acerca del riesgo derivado de las amenazas naturales y antropogénicas han aumentado; el análisis de las amenazas naturales, socio-naturales y antropogénicas y el de la vulnerabilidad psico-social, económica y física han mejorado y, hay que admitir, que las acciones y atención acerca de sus causas y consecuencias también han mejorado sustancialmente, el énfasis sigue enfocado en la respuesta y el desastre.

Pero, al mismo tiempo, también es fácil constatar el incremento inmenso de la vulnerabilidad, cada día las pérdidas son mayores: vidas humanas, economía, calidad de vida. Este incremento viene impulsado por la pobreza crónica, que cierra y exacerba el círculo vicioso de los desastres, y la ingobernabilidad ambiental y territorial en muchos de nuestros países, que conlleva un desorden crónico en el crecimiento de la infraestructura, las actividades productivas y la explotación de los recursos naturales.

La sociedad, de esta manera, se enfrenta a una paradoja: crea situaciones y factores que agravan el efecto de los procesos naturales y socioeconómicos, crea condiciones y elementos de vulnerabilidad y se refugia luego en la indulgencia de ser víctima de las amenazas naturales y antropogénicas.

Desafortunadamente, también se ha producido y ha aumentado el síndrome del

conformismo: la frase "Estamos bien porque ahora tenemos cosas que antes no teníamos" ilustra este síndrome. Pero por otra parte, omitimos (voluntaria o involuntariamente) plantearnos la pregunta más importante: "¿Estamos en donde deberíamos estar con la Gestión del Riesgo?".

Como ejemplo, se puede citar la cadena de eventos derivados del sismo de Tohōku en Japón, en 2012: El sismo tuvo una magnitud de Mw 9,15 y generó un tsunami con olas de 6 a 8 metros de altura. Algunas de ellas invadieron el sótano de las centrales nucleares de Fukushima Dai-ichi y Daini y produjeron cortos circuitos en el sistema eléctrico auxiliar que operaba los mecanismos de enfriamiento de los reactores.

Esto condujo a la fusión del reactor número 4 de la central nuclear de Fukushima Dai-ichi y a tres explosiones químicas causadas por la acumulación y mezcla de hidrógeno y aire, y a la fuga de material radiactivo, con la consiguiente contaminación del aire, del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas en su entorno.

Este encadenamiento de sucesos e incidentes generó daños y pérdidas materiales, económicas y ambientales estimadas, hasta 2016, en más de US\$65 mil millones.

Sin embargo y meditando, podemos preguntarnos ¿Por qué, aún siendo el riesgo tan cotidiano, la sociedad no lo logra enfrentar de manera consistente y eficaz? Esto se debe, sin duda, a la forma cómo percibimos y valoramos las posibilidades de

que se produzcan daños y de cómo ponderamos las consecuencias respectivas.

El riesgo puede tomar y adquirir facetas múltiples, según las circunstancias y contextos generales o específicos originados en nuestras formas de vivir, divertirnos o ganarnos la vida.

Luego de considerar lo anterior, nuestra primera conclusión es, pues, que nada en la vida es absolutamente seguro, pues siempre debemos, inevitablemente, enfrentar y asumir el riesgo, así sea grande o pequeño y sin importar en dónde y cómo estamos y vivimos.

### Secuencia del desastre

El concepto del riesgo es, por lo tanto, una forma particular del pensamiento humano para concebir, designar y evaluar un escenario plausible o probable, de manera anticipada (i.e. ex-ante), en donde se pueden producir, relacionar y entrelazar circunstancias, elementos, tiempo y la causalidad efectiva del daño, aunque no siempre sea de manera previsible.

La amenaza, en sí misma y como tal, es destructiva solamente en presencia de la vulnerabilidad. El riesgo es causado por la combinación de la amenaza con la vulnerabilidad y que desde aquí, se produce la potencialidad de un daño, en la medida con que la amenaza sea suficientemente intensa para materializarlo.

Una comunidad débil es, desde los puntos de vista social, económico y ambiental al menos, una sociedad vulnerable y se expone al impacto dañino de los procesos naturales.

Cuando el riesgo se maneja inadecuadamente y se materializa, según las circunstancias presentes, la situación que se deriva puede convertirse en un desastre.

Esto nos induce a pensar que el riesgo, como tal, no se asocia solamente con la

materialización de un proceso natural intenso y destructivo, es decir, una amenaza, sino también y muy particularmente, con la vulnerabilidad humana.

Esta noción indica que, para que un proceso induzca la gestación de un desastre, la condición *sine qua non* es que exista la vulnerabilidad humana, es decir, que el riesgo sea mal manejado.

Esta secuencia explica por qué no deben seguir llamándose "naturales" a los desastres.

### Algunos conceptos clave

El riesgo debe definirse como la probabilidad de que se produzcan daños y pérdidas como consecuencia de la agregación temporal (así sea anual, o según un período de referencia) de los efectos e impactos, es decir, de los costos de los daños y de las pérdidas, de acuerdo con las intensidades de la amenazas que se materialicen y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

El riesgo, entonces, es una relación probabilística que depende de dos variables fundamentales combinadas: La amenaza (o sus sinónimos: peligro y peligrosidad) y la vulnerabilidad.

Las amenazas, para los casos que estamos analizando, pueden ser de origen natural, eventualmente exacerbadas por la acción humana (i.e. socio-naturales) y también pueden ser antropogénicas, es decir, generadas exclusivamente por la actividad humana.

La vulnerabilidad, por su parte, es esencialmente antropogénica.

Cuando se modela el riesgo, se comienza por evaluar cuáles son nuestras amenazas y su potencial destructivo, para lo cual hay que tomar en cuenta su tipo, intensidad, distancia relativa a la que se materializará, recurrencia, las incertidumbres de su cuantificación, y además, las secuencias de

encadenamiento, es decir, cuando una amenaza dispara otras.

Todo esto debe evaluarse dentro de un área o lugar determinado, durante un plazo específico y según la manera con la que actúan sobre nuestros haberes, o incluso sobre la vida humana.

Las amenazas se clasifican, según su origen, en tres grandes "familias":

- Naturales: Las que se producen sin la intervención humana: Por ejemplo los sismos, erupciones volcánicas, ciclones, tornados, tormentas, avalanchas, sequías y otras.
- Inducidas, también denominadas como "socio-naturales": Cuando en principio podrían ser de origen natural, pero son agravadas por la actividad humana, como por ejemplo los deslizamientos en una carretera o ciudad, la degradación de las tierras, el incremento del efecto invernadero, etc.
- Antrópicas: Originadas exclusivamente por el ser humano, como por ejemplo las guerras, la contaminación, los ciberataques, los accidentes tecnológicos y otras.

## Caracterización de las amenazas naturales

Estas amenazas se originan a partir de procesos intensos ligados a la actividad geológica y atmosférica del planeta.

### Geodinámica interna: sismicidad

Amenazas de la geodinámica interna, asociadas con la sismicidad, las cuales materializan su peligrosidad por medio de las vibraciones del terreno y las cuales pueden medirse a partir de la respuesta del terreno, mediante las intensidades y aceleraciones espectrales.

La sismicidad puede, también, generar efectos secundarios, procesos "derivados" de la actividad sísmica y que son capaces de generar muchos daños también. Este es el caso de la licuefacción de suelos, los deslizamientos, tsunami ("seiche", en el caso de los lagos grandes) y el levantamiento o hundimiento del terreno.



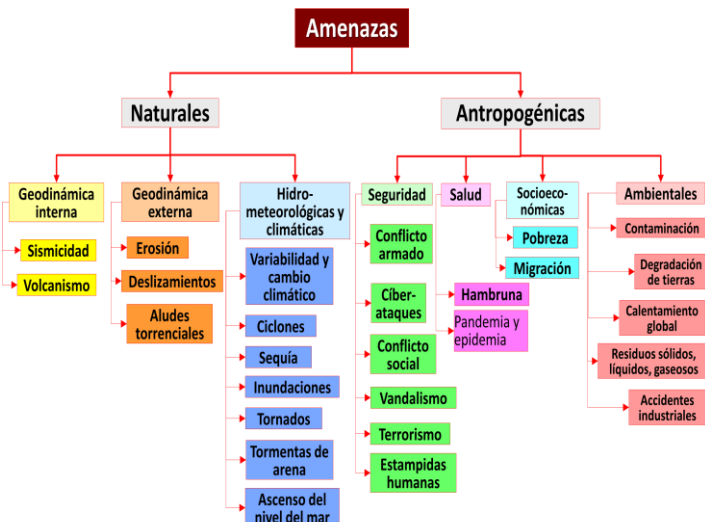
*Tsunami, sismo de Tohoku-go, Japón, 2011*

### Geodinámica interna: volcanismo

La actividad volcánica peligrosa, puede materializarse, ya sea con procesos y productos "primarios" y/o "secundarios".

En cuanto a los procesos Primarios, pueden mencionarse las explosiones y erupciones, las cuales producen la expulsión y caída, con trayectoria balística, de grandes bloques de roca (llamadas también bombas volcánicas), la emisión y dispersión eólica de cenizas y lapilli (estos últimos más gruesos que la ceniza, con tamaño de grava), los flujos y

### Tipos de amenazas



oleadas de piroclastos (que antes eran llamadas "nubes ardientes"), las coladas de lava, y la emisión de vapores y lluvia ácida. También se registra sismicidad volcánica, aunque su magnitud muy raramente supera los 5 o 6 grados.



Los procesos Secundarios, típicamente consisten de la fusión de glaciares (cuando los materiales incandescentes caen sobre las cumbres y flancos de los volcanes nevados y con hielo), los deslizamientos, erosión intensa y otros tipos de inestabilidad de laderas, aludes o flujos laháricos (compuestos por lodo, bloques de roca y biomasa) y también tsunami ("seiche", en el caso de los lagos grandes).

### Geodinámica externa

La geodinámica externa se relaciona con la movilización de los terrenos por efecto de la fuerza de la gravedad y abarca una gran variedad de escalas y dimensiones: desde la erosión de las partículas del suelo, hasta la deformación, movimiento y desplazamiento de masas de suelos, rocas y biomasa, de dimensiones considerables.

La erosión de suelos se puede producir por la acción del agua (i.e. hidráulica) y del viento (i.e. eólica), de manera lenta o intensa y rápida, sobre superficies poco inclinadas y extensas (i.e. laminar) o concentrada en

surcos y cárcavas, en laderas de pendiente elevada (i.e. en los acantilados).

La erosión química y mecánica subterránea (i.e. el karst, la tubificación de suelos arenosos, el sifonamiento y colapso) es también una amenaza, la cual se desarrolla en plazos medianos y largos.

Los aludes torrenciales consisten del desplazamiento de masas de roca, suelos y biomasa, con una proporción del 40% o más de agua, cuyo conjunto se desplaza como un flujo viscoso a lo largo de cauces y depresiones y que, por lo general, forman depósitos en los piedemontes y en las llanuras con formas de conoides y abanicos aluviales, llamados de "dyección".

Los movimientos de masas de terrenos, suelos y/o rocas y biomasa, se producen bajo la acción de las fuerzas gravitatorias del agua subterránea y de la actividad humana y pueden manifestarse bajo formas muy diversas (i.e. deslizamientos, caída de bloques rocosos y flujos de detritos).



### Hidrometeorológicas y climáticas

Las amenazas hidrometeorológicas y climáticas dependen de la forma cómo se materializan los procesos respectivos, por un lado desde el punto de vista su distribución espacial, es decir, desde lo local y regional, hasta lo global. Pero también debe considerarse su distribución temporal, lo cual considera, por un lado su celeridad o rapidez de materialización, pero también su duración, recurrencia y estacionalidad.

Obviamente, es la intensidad de las lluvias, los cambios de temperatura, el viento y las

variaciones de las presiones atmosféricas, los que gobiernan estos parámetros.

Desde el punto de vista temporal, las amenazas hidrometeorológicas y climáticas se materializan de acuerdo con su evolución sinóptica, es decir, en lo inmediato y visible y en el muy corto plazo; pero también por su variabilidad en el plazo mediano, según sus diferencias inter-estacionales, inter-decadales y hasta unos 50 o quizás 100 años.

Los procesos reguladores más importantes de la variabilidad climática, son El Niño-La Niña-Oscilación del Sur, la posición de la Zona de Convergencia Intertropical, los vórtices polares, sus derivados los frentes o empujes fríos, pero también los procesos generadores de los ciclones tropicales, entre otros.

El cambio climático se desarrolla a lo largo de plazos medianos, largos y muy largos, o sea, de más de 100 años, siglos, milenios, millones de años.

Los eventos característicos que representan a las amenazas principales dependen de las condiciones extremas de la temperatura, de las lluvias y del viento, como por ejemplo los ciclones tropicales, las sequías, inundaciones, tornados, tormentas de arena, ascensos y descensos del nivel del mar, las olas de calor y de frío, las lluvias intensas de origen ciclónico, convectivo y orográfico, entre otros.



**Sarapiquí; diciembre 2008**

## **Caracterización de las amenazas antropogénicas**

Incluyen aspectos ligados, esencialmente, a la seguridad de la población, de la calidad de su hábitat, sus medios de subsistencia y producción, a la estabilidad del tejido y de la organización social, la seguridad física, jurídica y financiera, la paz y el acceso a los servicios y derechos humanos básicos.

Los conflictos sociales, políticos y armados, el terrorismo, el vandalismo, la criminalidad, las estampidas humanas y los ciber-ataques, son algunos de los ejemplos más relevantes de este tipo de amenazas antropogénicas.

Las amenazas a la salud humana, han demostrado ser muy importantes e impactantes, sobre todo cuando aparecen de manera relativamente espontánea, o también cuando están asociadas a cualesquiera de los otros tipos de amenazas previamente mencionadas, y particularmente, cuando se desarrollan de manera encadenada a los conflictos armados y a los desastres derivados de las amenazas naturales.

Las hambrunas y las enfermedades de transmisión vectorial, que se propagan intensamente en el espacio y el tiempo y que producen, según sea el caso, las epidemias y pandemias, son capaces de cobrar un número considerable de víctimas y además, poseen la particularidad de retroalimentar y exacerbar, casi de manera crónica, las condiciones de pobreza extrema, el sufrimiento de las comunidades afectadas y el subdesarrollo en los países.

Las denominadas "amenazas socio-económicas" se relacionan también, de manera íntima y frecuente, con casi todas las otras amenazas y, en ocasiones son incluso difíciles de distinguir y contabilizar de manera separada, y de descifrar si son causa y/o consecuencia de ellas.

Este es el caso de la pobreza y de las migraciones masivas, que aparecen de manera transversal y como consecuencia de casi todos los tipos de desastres y, será también un tema sobre el cual también nos referiremos con más detalle en adelante.

Finalmente, podemos mencionar las amenazas ambientales, típicamente derivadas de la actividad humana y que se producen como consecuencia del uso desmedido y descuidado de los recursos naturales, aparte claro está, de infringir las normas de protección, higiene y seguridad industrial, en el ámbito operativo y en los espacios urbanos, periurbanos y rurales.

La contaminación del aire, de los suelos y de las aguas, la degradación de las tierras, de la biodiversidad y del hábitat, el calentamiento global antropogénico derivado del exceso de emisiones de gases, vapores y partículas a efecto de invernadero, la disposición inadecuada de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos, y los accidentes industriales, son apenas algunos de estos tipos de amenazas.

### 4.3 Instrumentos y procedimientos para evaluar y representar el riesgo

Dr. Sergio Mora Castro

#### Evaluación de las amenazas

Para la evaluación de las amenazas, cualesquiera que estas sean, debe considerarse, entre otras variables y factores:

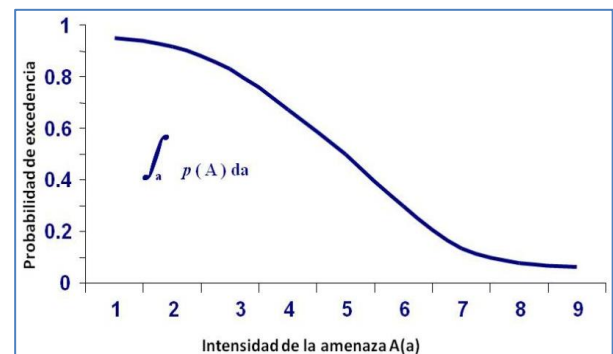
- Origen, tipo y naturaleza, así sean naturales, socio-naturales o antropogénicas.
- Escalas temporales, es decir, su celeridad de gestación y materialización, la recurrencia y estacionalidad de sus manifestaciones.
- Magnitud e intensidad y cómo se distribuye esta última
- Extensión espacial, horizontal y vertical, de su peligrosidad y capacidad destructiva.

Por otra parte, es habitual que las amenazas no se presenten solas o aisladas, sino que pueden materializarse de manera individual, por ejemplo una sequía, o combinada simultáneamente con otras, en el caso de que la sequía suceda, por ejemplo, cuando hay hambruna en la región afectada.

También pueden suceder y materializarse en secuencias de encadenamiento, como por ejemplo en el caso del terremoto de Tohoku-go en Japón, 2011, con una magnitud Mw 9,1, que causó daños estructurales en algunas edificaciones aledañas, y también generó también licuefacción de suelos, un tsunami y este último, la inundación de una porción muy extensa de la costa japonesa, incluida la inundación del sótano de la central nuclear de Fukushima Dai-ichi. Esto último causó una explosión química que, a su vez, produjo la contaminación de los suelos,

aire y aguas de la región a su alrededor, todo lo cual produjo muchos daños económicos, humanos y ambientales.

La amenaza debe ser analizada desde el punto de vista probabilístico y puede ser representada, como se aprecia en el gráfico adjunto, por una función de distribución acumulada que representa la variable aleatoria que combina la probabilidad de excedencia de su materialización, de acuerdo con el aumento de su intensidad.



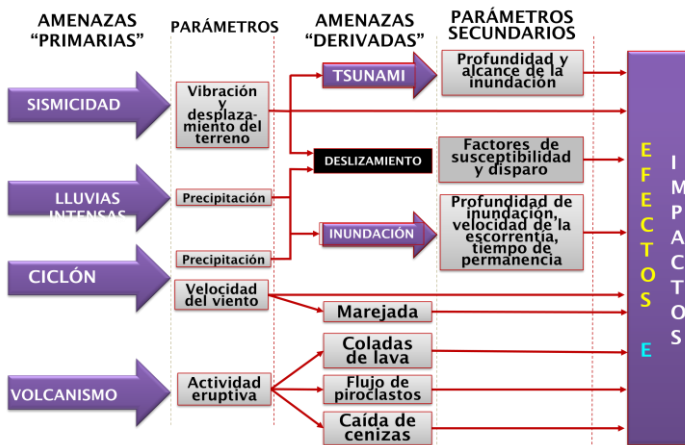
Como se aprecia en el diagrama, la probabilidad de excedencia disminuye conforme se consideran intensidades cada vez mayores, lo cual quiere decir que es más probable y frecuente, que sucedan eventos de intensidad menor, que aquellos de intensidad superior.

Esta función puede ser representada por una integral, es decir, el área bajo la curva, que relaciona la probabilidad P de que la amenaza A mayúscula se materialice con una intensidad a minúscula, en un contexto geográfico y temporal definidos de manera específica.

Las amenazas naturales, ya hemos mencionado que pueden materializarse de manera múltiple, secuencial y encadenadas.



### Las amenazas naturales múltiples y encadenadas



Si observamos el ejemplo ilustrado en esta lámina, las amenazas naturales, señaladas como "primarias", se materializan por medio de uno o varios parámetros característicos, los cuales representan la forma y la escala de intensidades con la que se mide su grado de peligrosidad y de capacidad destructiva. De aquí se derivan las amenazas "derivadas" o "secundarias". Los parámetros secundarios caracterizan a las amenazas derivadas.

Todos estos tipos de amenazas ya pueden ser analizados de manera racional, mediante modelos y escenarios, con el objeto de intentar estimar, de manera anticipada, sus posibles efectos e impactos respectivos.

#### Evaluación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad es:

- Socialmente construida, es decir, es de origen definitivamente humano, no natural y por eso es que a los desastres ni al riesgo no los debemos calificar como "naturales"; no existen los "desastres naturales" ni el riesgo "natural". No debemos seguir culpando a la naturaleza por lo que no es responsable.
- Específica para cada tipo de amenaza, es dinámica y es latente. Sobre esto, nos referimos al hecho de que no es lo mismo la vulnerabilidad ante los sismos que ante las sequías, además de que la

vulnerabilidad es cambiante, no es estática, pues evoluciona constantemente y además, aunque no se manifiesten sus síntomas, está ahí, esperando para materializarse en su momento.

La vulnerabilidad, por tanto, depende de aspectos:

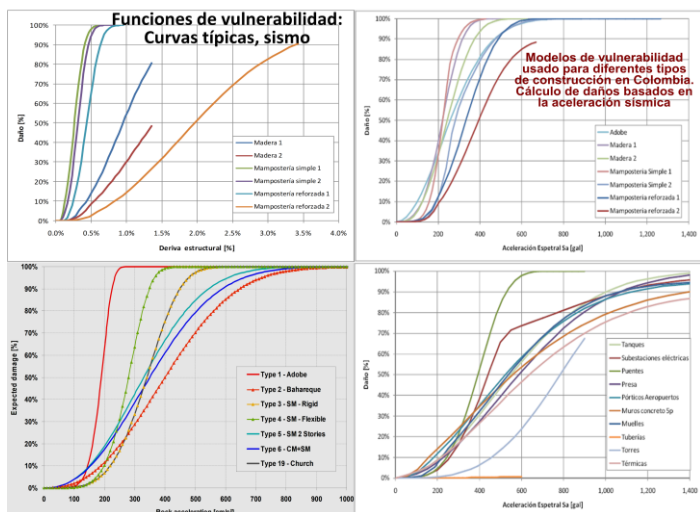
- Físicos, económicos, ambientales, sociales, de la ingeniería mal realizada
- Políticos, gobernabilidad, institucionales, organizacional, del desorden en la planificación
- Educativos, ideológicos, culturales, de la negligencia, la inacción y de la omisión a la hora de tomar medidas adecuadas para evitar que surja y para reducirla cuando ya existe.

Uno de los productos de los procedimientos experimentales o analíticos más relevantes, son las funciones de vulnerabilidad-fragilidad.

Estas curvas representan la probabilidad de que se produzcan daños, según el nivel de intensidad de la amenaza correspondiente.

Cada una de estas funciones se utiliza durante los estudios y escenarios de vulnerabilidad que se realizan para estimar las pérdidas probables para el caso de que se materialice una amenaza natural.

Estas funciones, de naturaleza probabilística, se incorporan dentro de los algoritmos de cálculo, los cuales toman en cuenta la cantidad y distribución espacial de los elementos expuestos respectivos. A partir, luego, de la aplicación de la función de vulnerabilidad, pueden estimarse y luego agregarse, las pérdidas materiales, económicas y humanas resultantes.



Estas gráficas muestran curvas típicas para el análisis de la probabilidad de excedencia de los daños que pueden suceder a varios tipos de estructura cuando varía la intensidad sísmica.

### Vulnerabilidad prevalente: fragilidad

Una manera de intentar medir la fragilidad, entre otras cosas y entre varias metodologías disponibles, es a través del Programa de Indicadores del Riesgo y de la Gestión del Riesgo. Esta metodología fue desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo y el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia, con sede en Manizales.

Se puede consultar y observar los resultados de la evaluación realizada a más de veinte países de América Latina y el Caribe, en el portal <http://idea.bid.manizales.unal.edu.co/>. Se recomienda leer y estudiar esta metodología con detalle, pues es muy útil.

Este tipo de evaluaciones, además, pueden realizarse no solamente en países completos, sino también en regiones, provincias, estados, municipalidades y comunidades.

Los indicadores escogidos no necesariamente son los únicos en que se puede pensar para realizar este tipo de evaluaciones, sin embargo, tienen la ventaja de que pueden cuantificarse y, usualmente,

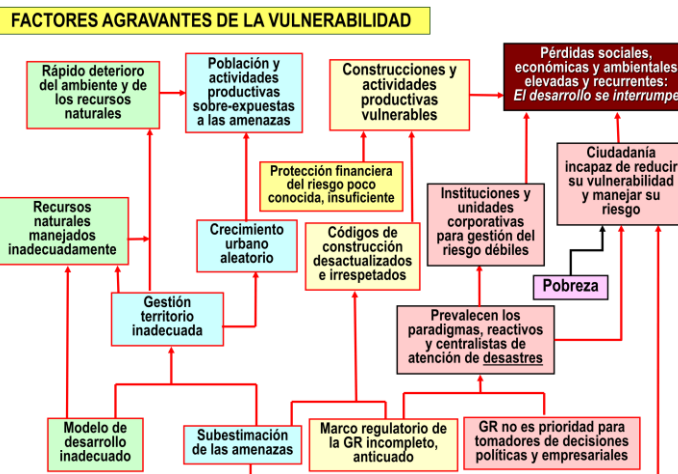
es posible encontrar bases de datos confiables, de acuerdo con el ámbito geográfico específico.

### INDICADORES DE EXPOSICIÓN – SUSCEPTIBILIDAD (ES)

- ✓ ES1. Crecimiento demográfico, promedio anual en %
- ✓ ES2. Crecimiento urbano, promedio anual en %
- ✓ ES3. Densidad poblacional
- ✓ ES4. % población pobre con ingresos menores a US\$ 1 diario PPP
- ✓ ES5. Stock de capital en US\$ millones/1000 km<sup>2</sup>
- ✓ ES6. Valor de importación y exportación de bienes y servicios, % PIB
- ✓ ES7. Inversión fija interna del gobierno, % PIB
- ✓ ES8. Tierra arable y cultivos permanentes, % del área de la tierra apta.

Esta lista (no exhaustiva) presenta los indicadores socioeconómicos de exposición y susceptibilidad clásicos. Luego de cuantificarlos, se procede a realizar una serie de procesos estadísticos de rigor, con el objeto de medir y calcular sus promedios, desviaciones estándar y tendencias espaciales y temporales.

### Factores agravantes de la vulnerabilidad



Volviendo a las raíces del problema y de los factores agravantes de la vulnerabilidad, la combinación de los marcos regulatorios para la gestión del riesgo incompletos y anticuados, junto con el hecho de que la gestión del riesgo no es, hasta la fecha, una prioridad para los tomadores de decisiones políticas y empresariales, produce el problema de que prevalezcan todavía los paradigmas reactivos y centralistas de la atención a los desastres, en lugar de ocalizarse en resolver el riesgo.

La consecuencia de ello es que las instituciones y las unidades corporativas que deben realizar la gestión del riesgo son débiles y no cuentan con los recursos ni el apoyo que les corresponde.

Ahora bien, el problema adicional que surge de la subestimación de las amenazas y de que hasta la fecha sigan persistiendo los paradigmas reactivos de la atención del desastre, en lugar de su focalización sobre el riesgo, es que la ciudadanía, por lo general, es incapaz de evaluar y reducir su vulnerabilidad y de manejar su propio riesgo, al menos desde un punto de vista integral.

Y si además, a esto se le agrega el hecho de que la pobreza sigue prevaleciendo en muchas de nuestras comunidades y no da signos de que las políticas públicas la hagan retroceder de manera efectiva, esta continuará cerrando y exacerbando el ciclo vicioso de la vulnerabilidad, de los desastres y de más pobreza aún.

El final parcial de esta historia es que cuando las construcciones y actividades productivas son vulnerables, la institucionalidad y gobernabilidad de la gestión del riesgo es débil y la ciudadanía no está en capacidad plena de enfrentar y resolver su riesgo, traerá como resultado, inevitable, que las pérdidas sociales, económicas y ambientales seguirán siendo elevadas y recurrentes, lo que, de manera inevitable también, hará que el desarrollo nunca logre encontrar su senda y sea interrumpido de manera crónica.

Por todo lo que hemos estado exponiendo hasta ahora, el riesgo es entonces, la probabilidad de que se produzcan daños, en un lugar y durante un período específico, de acuerdo con la relación coevolutiva entre la amenaza y la vulnerabilidad.

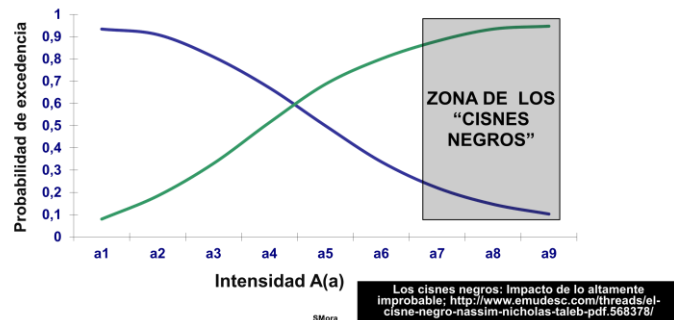
De acuerdo con la ecuación, el riesgo R, en la integral de la derecha, es la probabilidad P de que, en función de un umbral de

intensidad “a minúscula”, se produzcan daños a partir de la probabilidad de excedencia, según la integral de la izquierda, de que la amenaza “A mayúscula” alcance una intensidad de referencia tal, en una cantidad acumulativa de eventos “da”, durante un plazo determinado, y que en función de esto, según la integral central, los elementos expuestos y vulnerables “V mayúscula”, a su vez alcancen la probabilidad de excedencia de un nivel de daños “d minúscula”, de acuerdo con el nivel de intensidad acumulada “da”.

**Riesgo:**  $\int_a p(A) da * \int_d p(V) da = \int_{a,d} p(R) da$

A= Amenaza  
 V= Vulnerabilidad  
 R= Riesgo

\*= Función de convolución  
 a = intensidad de la amenaza  
 d = daño potencial



Esta relación representa la función básica y central que rige la definición y el paradigma del riesgo.

De acuerdo con este principio básico y, según aparece en las curvas que se intersecan en el gráfico, el riesgo sería el producto de las dos funciones de distribución acumulada que representan las variables aleatorias que relacionan, a su vez, la probabilidad de excedencia de que suceda la amenaza “A mayúscula” con un umbral de intensidad suficiente “a minúscula”, como para generar daños y que, a su vez, esa intensidad genere la probabilidad de excedencia de que los elementos vulnerables “V mayúscula” alcancen un nivel específico de daños “d minúscula”.

Sin embargo, para las intensidades elevadas, capaces de generar niveles de daños también muy elevadas, la realidad no parece seguir este principio teórico, al menos de manera lineal.

Se deduce, entonces, que todavía no es posible modelar, con suficiente precisión, los eventos muy intensos, cuya probabilidad de que se produzcan es muy baja y que sean capaces de causar niveles de daños muy elevados.

Para ilustrar estos casos, se recomienda leer el libro "Los cisnes negros", escrito por Nicholas Nassim Taleb y que, precisamente, describe la problemática de intentar modelar y realizar la Gestión del Riesgo derivado de los eventos poco probables y de impacto muy elevado.

Vale la pena agregar que la percepción incorrecta del riesgo puede conducir hacia consecuencias que recaen sobre la población, muchas veces insuficientemente informadas sobre sus repercusiones.

Es importante y conveniente subrayar la noción de la importancia de que la población debe recibir información comprensible, veraz, confiable y a tiempo.

La experiencia muestra, repetidamente, que cuando estas condiciones no se reúnen ni se cumplen, se multiplica la vulnerabilidad y se expone a las comunidades, aun más, a la posibilidad de soportar daños importantes, incluida la muerte. Bajo estos casos y circunstancias, son claras las consecuencias y sus repercusiones.

Es importante recalcar, como conclusión, que si bien el riesgo se desarrolla dentro de contextos evaluables, los modelos y escenarios disponibles no permiten, salvo excepciones muy notables, evaluar y anticipar con precisión los eventos derivados de los procesos naturales.

El riesgo "nunca es cero" y, como definitivamente depende, en su mayor parte, de la vulnerabilidad humana, la mejor manera de hacer su gestión, es precisamente reducirla, sobre todo considerando el hecho ineludible de que la sociedad no puede pretender, de ninguna manera enfrentarse, con sus recursos escasos, a la fuerza de la naturaleza.

### La percepción social del Riesgo

Bajo todas las consideraciones anteriormente discutidas podemos llegar, entonces, a la conclusión de que la percepción social del riesgo depende, entre otras muchas cosas, al menos de los factores siguientes:

- De si, por ejemplo, el riesgo afecta a grupos grandes, o solamente a individuos...
- Si la causa y, eventualmente las consecuencias del riesgo, son geográficamente cercanas o lejanas...

La percepción del riesgo también depende de si este se enfrenta voluntariamente o porque no hay opción y, además, depende de si existe familiaridad con él, es decir, de si es prácticamente cotidiano, o al menos frecuente.

La percepción del riesgo va a variar en función del enfoque con el que se considera por parte de los medios de comunicación, como por ejemplo si se difunden las noticias de manera objetiva, o por el contrario, de forma alarmista y sensacionalista.

El grado de conocimiento profesional y científicamente calificado con el que se evalúa el riesgo, sus causas, consecuencias e implicaciones, también afecta la forma cómo se le percibe por parte de la población y de los tomadores de decisiones.

Puede, además, convertirse en un problema complicado cuando esas evaluaciones se realizan mediante la aplicación de criterios

subjetivos, prejuicios, sesgos, sofismas y valoraciones no especializadas.

Los grupos de presión (lobbying, cabildeo), tanto política como económica, intelectual, científica, ambiental y social, ejercen su peso e influencia -a veces positivos, a veces negativos-, muchas veces definitivos para formar, fundamentar y modificar la percepción del riesgo.

Igualmente, pueden hacer variar y, hasta manipular, los contenidos objetivos de la información acerca del riesgo y, también, sobre las actitudes que promueven la acción o la inacción ante las realidades, sofismas o mitos prevalentes sobre determinados temas de importancia y relevancia.

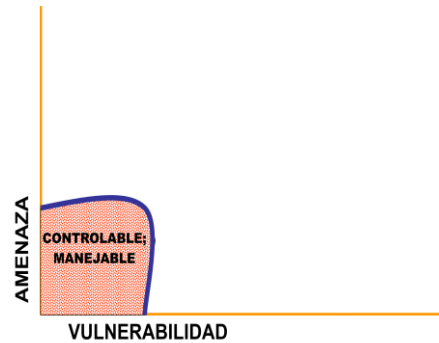
También se pueden producir distorsiones entre los elementos "objetivos", la información y la forma cómo se transfiere y genera la percepción, sobre la población, en particular considerando las realidades sobre las cuales se asienta.

Esta circunstancia se agudiza cuando la confusión se alimenta y multiplica como resultado de la calidad pobre, extemporánea, subjetiva, imprecisa, ambigua y poco fiel, de la información.

### Categorías del Riesgo

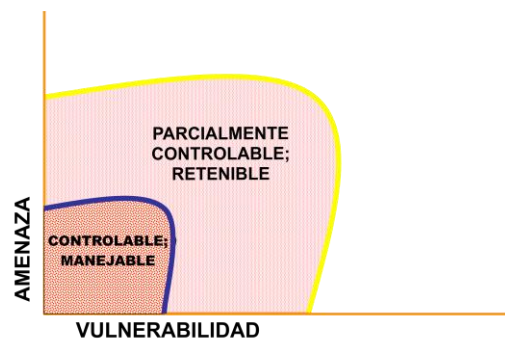
Como hemos visto, el riesgo como tal, puede definirse de muchas formas, pero de todas maneras debe enfocarse, para su gestión, de acuerdo con la intensidad de la amenaza, las características de la vulnerabilidad de los elementos expuestos y por la probabilidad resultante de los daños y pérdidas esperados.

Cuando las amenazas se materializan con una intensidad relativamente baja y, al igual, la vulnerabilidad también es baja, el riesgo puede ser "controlable" debido a que, por su magnitud, se puede enfrentar con recursos propios y sin un esfuerzo desgastante, al menos desde el punto de vista social, económico y ambiental.



Esto quiere decir que, con un esfuerzo e inversión relativamente manejables, puede resolverse la situación peligrosa, como por ejemplo cuando con un muro de contención se puede estabilizar un deslizamiento en una carretera, o cuando el refuerzo sismorresistente de una casa de habitación permite protegerla de los sismos intensos; o también cuando con el refuerzo de la adhesión de las láminas del techo, se evita que este se levante durante un vendaval moderado, etc.

Ahora bien, cuando se incrementan la intensidad de la amenaza y/o las dimensiones de la vulnerabilidad, la magnitud del riesgo crece en consecuencia, aunque por supuesto, no necesariamente de una manera lineal.

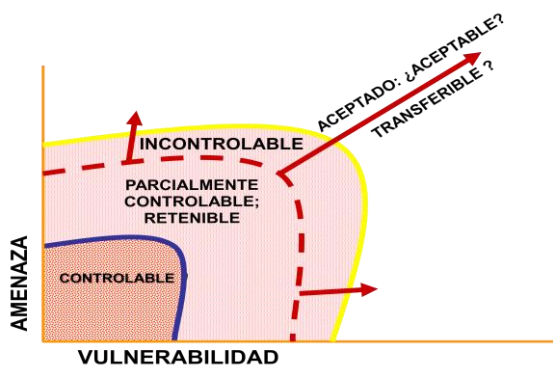


El riesgo, por lo tanto, puede volverse tan solo parcialmente controlable, al menos desde el punto de vista de las medidas de mitigación estructurales y no-estructurales que se apliquen y, solamente una parte de él podría ser atendido eficientemente por medio de los instrumentos de gestión física, económica, ambiental y de acciones de emergencia,

contingencia y con el apoyo de los instrumentos de retención financiera (fondos e instrumentos financieros de emergencia y presupuestos fiscales).

Pero si la intensidad de la amenaza crece aún más, e igualmente las dimensiones de la vulnerabilidad, el riesgo podría volverse incontrolable.

Entonces, a partir de cierto umbral, determinado por su contexto específico (tipo de amenaza, variables de la vulnerabilidad, contexto socioeconómico y cultural, etc.), el riesgo puede complicarse en extremo para la factibilidad de las medidas de mitigación estructural y no-estructural que, para enfrentarlo, estén al alcance de los involucrados (tomadores de decisiones, población, instituciones, ONGs de cooperación y asistencia, etc.).



En un caso semejante, la manera de atenderlo es por medio de la aplicación de instrumentos para la mitigación, alivio, reducción y atenuación física, social, económica y ambiental de los impactos. Los instrumentos de transferencia financiera se vuelven, en casos así, muy importantes y oportunos, sobre todo cuando han sido concebidos, planificados e implantados de manera "ex-ante" y fundamentados en modelos probabilísticos realistas. Ejemplos de estos serían las pólizas de seguros y reaseguros, los instrumentos financieros de contingencia, bonos "cat", etc.

El manejo o Gestión del Riesgo, en casos de este tipo, se puede justificar por medio de la determinación de los criterios que considerarían al riesgo, ya sea como "aceptado", es decir, que por su carácter implacable, inevitable o por la carencia de recursos suficientes para enfrentarlo, se toma la decisión de no realizar acciones complementarias de mitigación.

La decisión de no aplicar más recursos en su gestión, también podría ser considerada como como "aceptable", en el sentido de que sus impactos pueden recibirse con la conciencia de que ocasionarán efectos secundarios que se estiman como si no fuesen excesivamente nocivos o, al menos, que no estén más allá de las capacidades y de la resiliencia que caracterizan a la comunidad expuesta.

### Construcción de escenarios para representar el Riesgo

Un escenario, para representar al riesgo, se construye con la intención de sintetizar, de manera numérica, gráfica o cartográfica, la información referente a las probabilidades de que una amenaza pueda materializarse y generar daños a un elemento expuesto.

Con el objeto de que los escenarios del riesgo sean útiles, deben construirse para que lo representen de manera dinámica y que ofrezcan un panorama objetivo y claro acerca de los elementos causales del riesgo y sus posibles consecuencias.

Estas condiciones pueden lograrse al permitir que estos escenarios indiquen las relaciones funcionales, las variables y tendencias principales con las que ha sido transformada la naturaleza y las perspectivas evolutivas de cada situación en particular.

Pero además, los escenarios del riesgo constituyen el primer paso para la identificación de las acciones de intervención y de reducción de las causas y

consecuencias. Por lo tanto, deben ser útiles, accesibles y servir de referencia a los tomadores de decisiones políticas y gerenciales.

Los escenarios del riesgo muestran las articulaciones secuenciales y los nodos de relaciones causales. Además, permiten colocar al riesgo dentro de un contexto político, geográfico, histórico, cultural, económico, social y ambiental.

**Evaluación del Riesgo**

Para enfrentar el riesgo, lo primero que debe hacerse es evaluarlo, medirlo y cuantificarlo.



Existen varios procedimientos para esto, pero el más clásico consiste en comenzar por la evaluación de las amenazas para elaborar los escenarios probables y luego generar su "modelo" espacio-temporal.

Seguidamente, se procede a considerar la exposición de los elementos, como paso inicial para la evaluación de la vulnerabilidad.

Luego, corresponde continuar con la evaluación de la fragilidad de esos elementos expuestos, para lo que se aplican las funciones que permitan cuantificar los daños y pérdidas probables para cada nivel de intensidad de la amenaza considerada.

De aquí en adelante, se integra la determinación del riesgo mediante la aplicación de las funciones correspondientes que establezcan la probabilidad de excedencia de los daños y las pérdidas.

Es, a partir de este proceso de cuantificación, que pueden entonces construirse los escenarios, modelos, métricas y proyecciones que orientan la gestión del riesgo, mediante los procesos y políticas para la reducción, mitigación, financiamiento, ordenamiento territorial, manejo de las emergencias, y otras partes de una política operativa y funcional para la planificación del desarrollo.

Este procedimiento analítico se resume así esquemáticamente.



El análisis cuantitativo de la amenaza es seguido por la evaluación, también cuantitativa, de la vulnerabilidad.

Su combinación permite establecer la probabilidad de que se produzcan daños y pérdidas, de acuerdo con los escenarios plausibles de la materialización del riesgo.

Se desprende de esto la cuantificación efectiva de los daños y pérdidas probables y, de esta manera, se procede a establecer las medidas más factibles y efectivas para orientar la Gestión del Riesgo.

**Instrumentos para representar el riesgo**

Los instrumentos para representar al riesgo son de índole diferente, según la intención

que se tenga para realizar las tareas de la evaluación y la Gestión del Riesgo correspondiente.

Los esquemas, gráficos y matrices para relacionar los factores, causas, consecuencias y las tendencias espacio-temporales del riesgo, son fundamentales, básicos, complementarios e imprescindibles.

La zonificación y los mapas constituyen un instrumento cartográfico para determinar, aparte de otros elementos, la distribución espacial de las amenazas y de la vulnerabilidad, pero existen dificultades conceptuales y tecnológicas para la elaboración de los denominados "mapas del riesgo".

Debe tenerse presente y, en cuenta, que la representación del riesgo debe focalizarse en la expresión de la probabilidad de pérdidas dentro de un contexto espacial y temporal específico.

Por lo tanto, este conocimiento puede complementarse mediante representaciones numéricas, alfanuméricas, indicadores, métricas, relaciones entre variables cualitativas y cuantitativas y otros.

Cuando se emplean mapas y, con ello metodologías para la zonificación de alguna amenaza, recomendamos tomar en cuenta las siguientes observaciones y sugerencias.

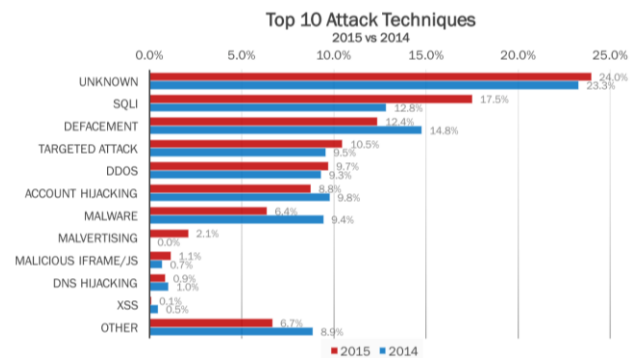
El riesgo, considerando la multiplicidad de sus variables y las dificultades para su representación espacial y temporal, tanto de las amenazas como de la vulnerabilidad, se puede esquematizar, preferiblemente, por medio de relaciones, métricas, gráficos, tendencias y el cálculo de las tendencias en el corto, mediano y largo plazo.

Algunos tipos de matrices permiten el cruce de variables, lo cual hace posible la identificación y combinación de los factores del riesgo, los cuales dependen, al menos, de una relación recíproca y significativa entre sí.

Esta relación puede ser simple y se podría representar dentro un diagrama sencillo, como la siguiente, pero también puede requerirse de su organización en escalas, mediante la asignación de pesos relativos, factores multiplicadores, etc.

<b>F5</b>					
<b>F4</b>					
<b>F3</b>					
<b>F2</b>					
<b>F1</b>					
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>

Las métricas pueden graficarse, también, por medio de representaciones con ejes de coordenadas en dos o tres dimensiones y de acuerdo con sus grados de importancia relativa y absoluta, como en el siguiente ejemplo.



Se trata, pues, de identificar los nodos críticos y las tendencias espacio-temporales de las relaciones y las concentraciones de grupos de variables, con el objeto de identificar las condiciones más críticas y entonces poder seleccionar las prioridades de acción correspondientes.

Las matrices se pueden construir de acuerdo con los procedimientos estadísticos clásicos.

De esta manera, existen matrices de índole diversa y que pueden adaptarse, de acuerdo con las necesidades del proceso



analítico que se pretende realizar y de las tendencias espacio-temporales de los indicadores más representativos.

Este es el caso de, por ejemplo, la matriz pseudo-cuantitativa, que establece el procedimiento para asignar y reclasificar un valor numérico a partir de la calificación lingüística de una variable, obtenida luego de un procedimiento analítico. A cada categoría se le asigna un valor ponderado que crece o decrece según la tendencia que se desea representar.

**Matriz pseudo-cuantitativa**

Probabilidad →	Baja	Moderada	Alta
Consecuencia ↓			
Baja	1	2	3
Moderada	2	3	4
Alta	3	4	5

La matriz cuasi-cuantitativa, por su parte, permite reclasificar los rangos de valores de una tendencia numérica, con el objeto de reagrupar y simplificar las poblaciones de datos y valores paramétricos, cuando son numerosos y cuando poseen grados diversos de dispersión e incertidumbre, como por ejemplo en el caso representado, en el que se combina la probabilidad de que suceda un evento y que podría causar consecuencias de determinado tipo.

**Matriz cuasi-cuantitativa A ("R<sub>A</sub>")**

Probabilidad →	< 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-2</sup>	> 10 <sup>-2</sup>
Consecuencia ↓			
< 1	1	2	3
1 a 1000	2	3	4
> 1000	3	4	5

En el gráfico siguiente aparece una manera de comparar y clasificar los resultados de

escenarios múltiples, de acuerdo con opciones paramétricas, relativas y absolutas. En este caso RC representa la clasificación del riesgo solamente como resultado del cálculo de las consecuencias "C", de mayores a menores.

Situación hipotética	p	C	E[C]	"R <sub>C</sub> "	"R <sub>E</sub> "
1	0,005	500	2,5	2	1
2	0,001	1500	1,5	1	2
3	0,02	5	0,1	3	3

**Comparación del riesgo**

**P = Probabilidad**

**C = Consecuencia, costo del daño**

**E(C) = Combinación de la probabilidad y el costo del daño**

**RC = Clasificación del riesgo según C**

**RE = Clasificación del riesgo según E (C)**

Por su parte, RE representa la clasificación, de mayor a menor, del riesgo cuando las consecuencias "C" se combinan con la probabilidad "p" calculada de que suceda el evento en consideración.

Nótese que, en este caso, la clasificación del riesgo mayor no coincide con la clasificación en el caso anterior, lo cual demuestra que debe tenerse cuidado, y transparencia, al utilizar los parámetros de clasificación del riesgo, de acuerdo con los escenarios que se desean representar.

Dicho, todavía de otra manera, el riesgo se puede representar por la sumatoria de los efectos resultantes del impacto de las amenazas naturales y antropogénicas, sobre los elementos vulnerables.

$$\text{Riesgo} = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} (A \cdot V \cdot C)$$

**k** = Número de eventos, capaces de generar daños, y que pueden presentarse durante un plazo específico y que pueden tener un impacto significativo.

**A** = Amenaza, expresada como la probabilidad de ocurrencia y materialización (espacial, temporal, intensidad) de un número total de eventos "n"

**V** = Vulnerabilidad, expresada como el daño potencial a los elementos expuestos a un nivel específico de la intensidad

**C** = Daño, en cantidad o consecuencias potenciales que pudiese ser causado a los elementos expuestos por un nivel específico de amenaza

$$\text{PAE} = \int n(I) V(P|I) dI$$

...en donde:

**PAE** = Medida del riesgo, en este caso la pérdida anual esperada

**n(I)** = Amenaza, expresada en términos del número de eventos por año con intensidad I

**V(P|I)** = Vulnerabilidad, expresada mediante el valor esperado de las pérdidas, P, según el impacto de la intensidad I

En la ecuación superior, el riesgo está representado por el efecto de un determinado número efectivo "k" de eventos, cuya intensidad los hace capaces de generar daños y que pueden presentarse durante un plazo específico.

Una forma particular de la expresión anterior, es la denominada "Pérdida Anual Esperada" (PAE), cuya medida proviene de la cuantificación y suma (integral, área bajo la curva respectiva) del impacto de un número específico "n" de eventos materializados durante un año, de acuerdo con el valor esperado de las pérdidas "P" y según el impacto de la intensidad "I", con la que se presentan las amenazas sobre los elementos vulnerables "V".

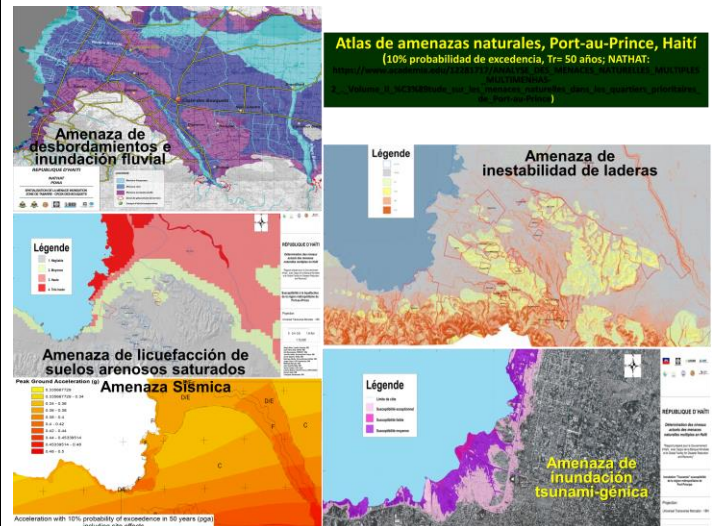
### Mapas

Los mapas, cuando son empleados, adecuada y correctamente, en el análisis del riesgo, pueden ser instrumentos muy valiosos y que contribuyen grandemente al realizar una expresión cartográfica clara y accesible, tanto de las amenazas, como de la vulnerabilidad.

Los mapas constituyen, quizás, una de las herramientas más versátiles para completar el conocimiento y la comunicación del riesgo, pues logran ilustrar los parámetros básicos que expresan las condiciones del

territorio, la distribución espacial y temporal de la intensidad de las amenazas y, por supuesto, la distribución de la población y sus activos sociales y económicos.

Los mapas temáticos, acerca de las amenazas naturales, cuando se presentan en un conjunto que caracteriza un área en particular, pueden integrarse en los denominados "atlas".



Estos mapas deben ser actualizados y complementados con los estudios geotécnicos e ingenieriles respectivos.

Es preciso tomar en cuenta las diversas amenazas presentes para cada caso.

Recuerden: NO se trata de "riesgo de" inundación o licuefacción, etc. Se trata de mapas de "amenazas" de inundación, licuefacción...etc.

Los mapas, para el caso del análisis del riesgo y como ya se ha mencionado, son instrumentos muy valiosos para realizar la expresión cartográfica, tanto de las amenazas, como de la vulnerabilidad. Ahora bien, con respecto a los mapas de "riesgo", existe toda una serie de situaciones que ameritan un debate largo y exhaustivo. En esta ocasión podremos evocar algunos de los puntos más relevantes.

Como ya vimos, el riesgo es la combinación de la "amenaza" y de la "vulnerabilidad", es

decir, se constituye con la composición de dos "macro-variables". Ellas, a su vez, se componen de una multiplicidad de parámetros e indicadores. La amenaza, por ejemplo y como ya fuese descrito, se integra a partir de la distribución espacio-temporal de la intensidad y de la probabilidad de que supere un umbral capaz de generarle daños a los elementos expuestos. Por su parte, el concepto de vulnerabilidad incluye los niveles de exposición, fragilidad, los valores socioeconómicos que se podrían perder y la potencialidad de daños a la calidad de la vida humana, al ambiente y a los recursos naturales.

Aún con la tecnología actual, es realmente complicado representar, rigurosamente, todo esto dentro de un solo mapa. Bajo las condiciones actuales de la tecnología cartográfica disponible y, sobre todo desde el punto de vista conceptual, todavía no parece posible construir "mapas de riesgo" con facilidad. Y esto se fundamenta en la complejidad intrínseca del análisis del riesgo, pero además, al tomar en cuenta la cantidad y diversidad de las variables necesarias para caracterizarlo adecuadamente, tanto desde el punto de vista espacial, como el temporal.

Pero aparte de todo el debate anterior y de muchas otras consideraciones, conviene, en algún momento, hacerse la pregunta siguiente: ¿Estamos aprendiendo a hacer mapas útiles, accesibles, creíbles y confiables...? Con respecto a ello, existe también toda una serie de situaciones que ameritan un debate largo y exhaustivo. En esta ocasión evocaremos algunos de los puntos más relevantes.

Adicionalmente, a menudo observamos la difusión, sobre todo en las redes sociales, de representaciones cartográficas inapropiadas y que, además, podrían calificarse de desacertadas, inescrupulosas y abusivas.

Pero además, los mapas de cualquier tipo, hasta los "buenos", son tan solo una fotografía instantánea que representa un momento corto de una circunstancia cambiante y dinámica y que resulta poco representativo del escenario que pretende simbolizar cuando sus parámetros evolucionan constantemente.

Cabe también hacerse la pregunta, si un mapa de estos, si fuese adecuado y correcto desde el punto de vista científico y ético, de todas maneras tiene utilidad, por ejemplo, para asistir el proceso de toma de decisiones de un alcalde, un gobernador, o de la población.

Es importante llamar la atención acerca del hecho de que, con el advenimiento y las facilidades de acceso a los sistemas de información geográfica y de los instrumentos informáticos de dibujo automático y asistido, se produce una gran cantidad de mapas y diagramas, algunos muy útiles y oportunos, pero otros no tanto. No basta tener un buen recurso "mecánico" para considerarse en la capacidad de superponer datos y obtener con ello "mapas" de "riesgo" o diagramas que, a la postre, no tienen sentido ni utilidad.

Es importante subrayar que, de todas maneras, la calidad del producto final está muy influenciada no solamente por la calidad de los datos y de la información originales, sino también por la capacidad analítica de quien los interpreta.

En otros casos se puede observar la situación contraria, en la que se ha realizado un ejercicio de investigación de calidad, cuyos productos cartográficos son detallados, precisos y útiles; sin embargo, no han sido aplicados para beneficio de un proceso de ordenamiento territorial ni para orientar las decisiones sobre la ocupación del espacio urbano.

#### 4.4 *Procesos y amenazas de la geodinámica externa en regiones tropicales y subtropicales expuestas a la sismicidad, el volcanismo y las lluvias intensas*

**Dr. Sergio Mora Castro**

sergio.moracastro@consultarx.com

##### **Introducción**

Los procesos de la geodinámica externa tienen su principal correlato en la Gestión del Riesgo en la inestabilidad de laderas.

Las condiciones particulares de la topografía, clima y geología, hacen que un espacio sea susceptible y sensible a la inestabilidad de laderas, sean éstas naturales o aquellas en donde la actividad humana ha ejercido algún tipo de acción directa o indirecta.

Son muchas, en las regiones tropicales y subtropicales, las áreas que se ven afectadas por este fenómeno, el cual, aunque corresponde con uno de los mecanismos de equilibrio normales de la geodinámica externa, se ha visto fuertemente impulsado por la actividad humana.

Hay que tomar en cuenta que las zonas afectadas no se limitan exclusivamente a los sectores en donde efectivamente ocurren las desestabilizaciones propiamente dichas, sino que pueden extenderse a las zonas inferiores en las márgenes de los cursos de agua o en las zonas planas y bajas, las cuales son por lo general aquellas en donde se depositan los productos (depósitos) de las primeras.

Para el ámbito analizado, los factores primarios de desarrollo más importantes son los siguientes: topografía (relieve, pendientes de las laderas), clima (precipitación, humedad), factores hidrológicos (escorrentía, socavación fluvial, infiltraciones), geología (tipos de suelo, litologías, estructuras,

geomorfología), estado de alteración superficial (meteorización, hidrotermalismo) y varios otros.

En función de estos factores, se pueden diferenciar e identificar varios tipos y formas de remoción en masa de terrenos, algunos más frecuentes que otros: erosión laminar, erosión canalizada (cárcavas, tierras malas), reptación (solifluxión de suelos), desprendimiento de bloques, deslizamientos de corona con avalanchas canalizadas, deslizamientos someros en perfiles residuales (regolíticos), fallas circulares someras y profundas y otros más.

Los mecanismos de disparo de estos fenómenos son muy variados; rara vez actúan por sí solos y cuanto mayor sea la cantidad de ellos, por lo general menores son las probabilidades de un control eventual. Se puede citar, entre otros: los periodos de alta precipitación meteórica, los sismos, el volcanismo y actualmente en forma cada vez más importante, la actividad humana (construcción de carreteras, deforestación, explotación agropecuaria irracional, explotación desordenada de tajos, etc.).

El primer paso para analizar la amenaza de la inestabilidad de laderas es la descripción y clasificación de las características, formas y procesos de la geodinámica externa.

## Factores de generación y aceleración de la inestabilidad de laderas

### Factores básicos

En términos generales, el grado de influencia relativa de los factores básicos: clima, topografía y geología, es conocido y no será necesario entrar en mucho detalle en cuanto a por lo menos el primero de ellos.

Del clima (factores hidrometeorológicos) en forma primaria, se puede recordar que sus parámetros mayores son la humedad, la precipitación, escorrentía y temperatura. Este último, participa esencialmente en los procesos de meteorización y secado de los materiales que componen las laderas. En cuanto a la humedad, al incluirse como parte en interacción con el suelo ejerce su peso y presión al terreno, mientras que la precipitación y la escorrentía superficial son los mecanismos erosivos de mayor importancia, al menos en las áreas intertropicales.

La topografía y la geología están íntimamente ligadas, por cuanto la primera es una manifestación de los fenómenos internos y externos de la segunda. Su denominador común es la geomorfología, que como se verá más adelante, es una de las armas fundamentales para la identificación de áreas inestables o susceptibles de inestabilizarse.

Los factores geológicos propiamente dichos, en vista de su variedad, se pueden diferenciar según una serie de factores secundarios, aunque no por esto de menor importancia. Entre ellos, se pueden mencionar:

- Litología: Variedad e interrelaciones de los diferentes tipos de suelos y rocas. Su propensión a la meteorización y erosión puede variar sustancialmente en forma vertical y horizontal.

- Estructuras: Invocando con ellas, las zonas que por fallamiento o plegamientos han generado zonas débiles preferenciales o que han colocado los materiales en posiciones favorables a la inestabilidad (inclinación de los estratos y diaclasas, zonas de fracturación y milonización, formación de cuñas y diedros, etc.).
- Factores hidrogeológicos: Zonas de infiltración, redes de flujos hipodérmicos y subterráneos, generación de presiones intersticiales, manantiales, posición de los niveles freáticos libres y confinados (piezometría), etc.
- Sismicidad: En las regiones con una alta incidencia de la actividad sísmica; es decir las áreas tectónicamente activas, de las cuales ya se tienen precedentes conocidos. Los componentes de los factores dinámicos son capaces de aportar mecanismos adicionales que contribuyen a la aceleración de los procesos.
- Volcanismo: Las áreas aledañas a los grandes aparatos volcánicos, generalmente son muy susceptibles a la inestabilidad, no sólo durante los periodos de actividad (por aporte de materiales adicionales, deformaciones de los edificios volcánicos, microsismicidad, etc.), sino también durante los periodos de latencia (reposo) de los volcanes (calidad físico-mineralógica de los materiales, alteración hidrotermal, pendientes y ángulos de reposo, etc.).

### Factores antrópicos

En realidad, todos los factores anteriormente citados y cualquier otro natural que escape, conforman tan solo algunas de las etapas del ciclo geomorfológico normal, es decir, del equilibrio geológico.

El problema surge cuando el hombre, con su actividad constructiva y destructiva, se encarga de alterar el ambiente y por

consecuencia, el resultado es la aceleración de los fenómenos. Es necesario tener claro el concepto de que el hombre, ante cualquier situación que plantee, sobre todo cuando se trata de desarrollo material, termina por alterar el ambiente de una u otra forma. De lo que se trata pues, es de no detener ese desarrollo material pero tratando de alterar lo menos posible el ambiente y por el contrario, dejar sentadas las condiciones de una recuperación lo más rápida y efectiva posible (Schuster y Krizek, 1978).

La actividad humana suele tender a manifestarse con mayor intensidad desde el punto de vista de la inestabilidad de laderas, cuando no se toman en cuenta estos factores en las políticas de planificación, en las áreas del desarrollo infraestructural (construcción de carreteras, explotación de tajos, desarrollos urbanísticos, etc.) y en los quehaceres agropecuarios (deforestación, sistemas inadecuados de pastoreo y agricultura, penetración y colonización en zonas de vocación netamente forestal, etc.).

### Parámetros que intervienen en los procesos de la geodinámica externa

El siguiente gráfico resume y relaciona los parámetros que inciden en los procesos de la geodinámica externa y como su incidencia confluye en los movimientos de laderas como expresión del Riesgo.



### Erosión de los terrenos

Los procesos, agentes, mecanismos y consecuencias de la erosión que afectan a la inestabilidad de laderas se sintetizan en el siguiente esquema.

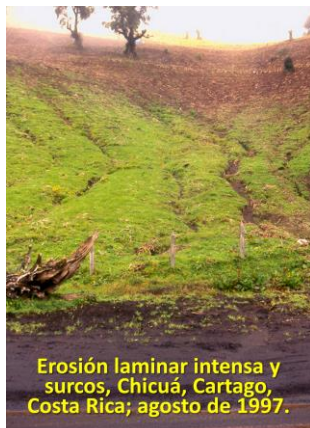
Proceso erosivo	Agente erosivo	Mecanismo	Terreno	
			Suelo y nieve	Roca
Eólico	Viento	Desprendimiento, ablación, arrastre, desplazamiento, transporte, suspensión, depositación	Succión, atrición, saltación, efluación, desagregación	Abrasión, percusión
Pluvial	Lluvia, gotas, granizo, nieve		Impacto	Impacto, abrasión
Hidráulico	Agua, flujo hidrodinámico superficial, hipodérmico, subterráneo		Socavación hidrodinámica, tubificación, sifonamiento (sufusión)	Socavación hidrodinámica, erosión diferencial
Mecánico	Hielo, inestabilidad de laderas, desplazamiento de masas del terreno		Desprendimiento, desplazamiento, acreción, fricción, abrasión	Desprendimiento, desplazamiento, fricción, abrasión
Químico	Disolución, lixiviación superficial, subterránea		Infiltración, lixiviación	Infiltración, lixiviación
Biogénico, antropogénico	Actividad animal, vegetal, bacteriana, humana		Bioquímico, biomecánico, antropogénico	Excavación, penetración, disolución

La erosión se puede clasificar como:

- Erosión diferencial: depende de:
  - Intensidad del agente erosivo (viento, agua, hielo, etc.)
  - Capacidad abrasiva del agente y material en suspensión.
  - Resistencia de las rocas, discontinuidades: estratos, minerales, fisuras, meteorización, alteración hidrotermal.
- Erosión mecánica: acción mecánica de raíces de los árboles, hielo (glaciares), cambios de temperatura (crioclastia).
- Erosión por escorrentía superficial: al superar la capacidad de campo del suelo y la escorrentía alcanza espesor y velocidad críticas, según la pendiente y tipo (o ausencia) de vegetación. Puede ser:
  - Laminar: se trata de zonas extensas de pendiente moderada y con suelos y sustratos relativamente homogéneos. Aquí, la erosión ocurre por medio de la remoción progresiva pero continua de capas delgadas de suelo, sobre todo en los períodos de mayor precipitación

(Pérez et al., 1978, Pérez E Van Ginneken, 1978).

Este tipo de erosión resulta de la disgregación de los elementos terrosos menos cohesivos a causa del impacto de las lluvias y por la acción de la escorrentía superficial final. Aunque puede pasar desapercibida, sus efectos son muy perniciosos, sobre todo para la agricultura, puesto que el arrastre consiste esencialmente de partículas finas y materia orgánica. Algunos indicios que ayudan a detectarla son: plantas con su sistema de raíces en superficie, presencia de montículos de suelo removido, colonización de especies vegetales propias de suelos degradados y abundancia de "piedras" de naturaleza igual al sustrato rocoso.



**Erosión laminar intensa y surcos, Chicué, Cartago, Costa Rica; agosto de 1997.**

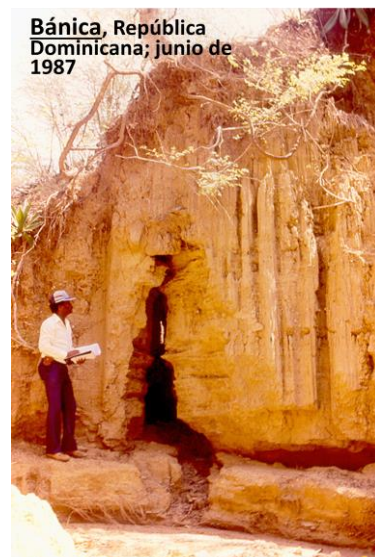
- o Concentrada: cuando el agua de escorrentía fluye por áreas preferenciales orientadas más o menos perpendicularmente a las curvas de nivel. La energía de la escorrentía es suficiente como para abrir incisiones en el suelo, cuyas dimensiones pueden variar desde pocos centímetros hasta varios metros de ancho; con ello, adquieren la denominación de surcos, zanjas y cárcavas. Esta última se presenta en zonas en donde la magnitud de los daños provocados por la erosión es ya considerable. Cuando

alcanzan su máximo desarrollo, se les llama frecuentemente con el nombre de "Tierras Malas" ("bad lands").



**Cárcava en suelo residual de areniscas y lutitas, con un depósito coluvial al pie, Villavicencio, Colombia, abril de 1996**

- o Tubificación: ductos, en arenas y gravas, al superarse un gradiente hidrodinámico crítico.



**Bánica, República Dominicana; junio de 1987**

- o Socavación de terrazas aluviales, meandros, escarpes, acantilados y cascadas.



**Río María Aguilar, Curridabat, Costa Rica; febrero de 2018**

## Inestabilidad de laderas

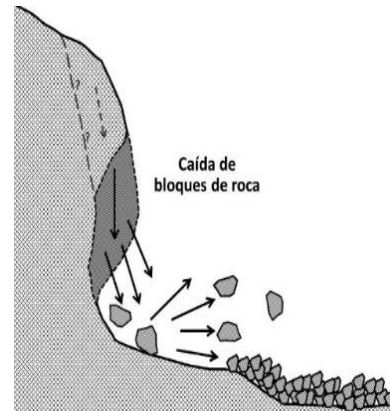
La inestabilidad de laderas se puede clasificar según el tipo (cinemática) de movimiento como se muestra en el siguiente esquema (adaptación y modificación de Varnes (1954, 1978), Varnes y Cruden (1996), Hungr, Leroueil y Picarelli (2013) y Mora (1986)):

<b>Tipo (cinemática) de movimiento</b>
<b>Caída</b>
<b>Inclinación, volcamiento</b>
<b>Deslizamientos traslacionales: planares, rotacionales, prismáticos, irregulares</b>
<b>Separación y desplazamiento lateral</b>
<b>Flujo, aludes, avalanchas</b>
<b>Complejo, compuesto</b>
<b>Represamiento de cauces fluviales</b>
<b>Depósitos y apilamientos antropogénicos</b>
<b>Depósitos sedimentarios derivados de la inestabilidad de laderas</b>

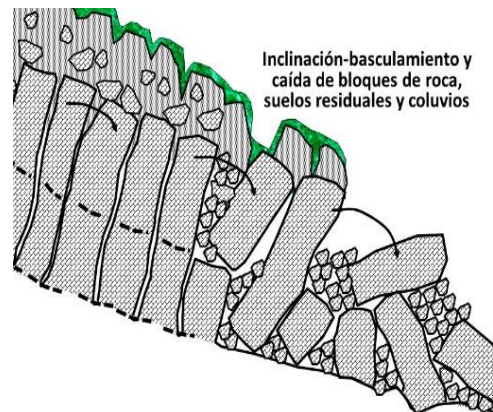
### Caída, inclinación y volcamiento

Las caídas comienzan con el desprendimiento de suelo o rocas, o ambos, de una ladera empinada. Posteriormente, el material desciende por caída, rodadura o rebote.

de golpeo, el material caído rueda sobre la pendiente inferior.



El basculamiento consiste en la rotación hacia adelante de una pendiente de una masa de suelo o roca alrededor de un punto o eje por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada.



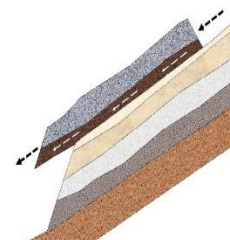
### Deslizamientos traslacionales

Los deslizamientos son movimientos gravitatorios de pendiente de masas de suelo o roca que se produce en superficies de ruptura o en zonas relativamente delgadas sometidas a tensión intensa.

Tipo de movimiento	R – Roca y fragmentos grandes (métricos) de roca	M - Mezcla de detritos rocosos, gravas, biomasa, hielo, nieve	S – Suelos finos
C: Caída	CR1. Caída de bloques de rocas; con hielo, suelos granulares y finos.	CM2. Caída de masas con detritos rocosos, suelos gruesos, biomasa, nieve, hielo.	CS3. Caída de masas con arcillas, limos, arenas, biomasa y nieve.
I: Inclinación, basculación, volcamiento	IR4. Inclinación, basculación y volcamiento de columnas de roca. IR5. Inclinación, basculación, volcamiento con flexura, de columnas de roca.	CM6. Inclinación, basculación y volcamiento de mezclas de detritos rocosos, suelos gruesos y/o finos (residuales, transportados), biomasa, hielo, nieve.	

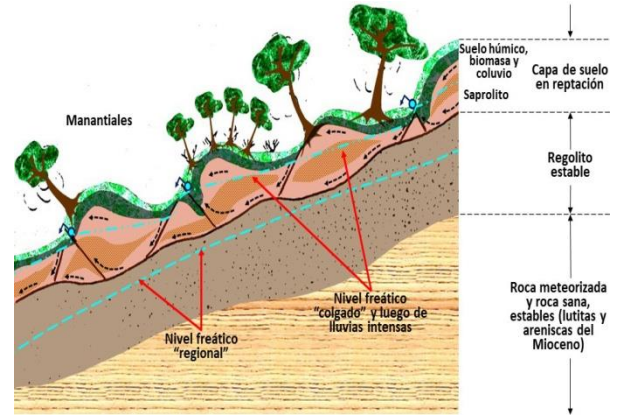
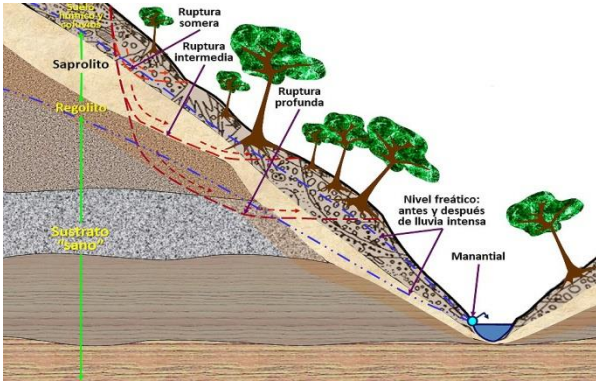
Las caídas de bloques son bruscos movimientos descendentes de roca, tierra o ambas que se desprenden de laderas empinadas. Normalmente, debido al ángulo

Movimiento	R – Roca y fragmentos grandes (métricos) de roca y suelos granulares
T: Deslizamientos traslacionales (planares, cuneiformes, irregulares)	TR7. Deslizamiento rotacional de masas de rocas.
	TR8. Deslizamiento, traslación de masas y bloques rocosos sobre superficies planas
	TR9. Deslizamiento de masas de rocas con formas prismáticas, cuneiformes.
	TR10. Deslizamiento y traslación compuesta de masas de rocas, sobre superficies irregulares.
	TMS14. Deslizamientos traslacionales compuestos-mixtos, mezclas de detritos rocosos, suelos residuales y transportados: bloques, gravas, arenas, limos, arcillas; biomasa, hielo, nieve





La masa los deslizamiento traslacionales se mueve hacia fuera, o hacia abajo y hacia fuera, a lo largo de una superficie relativamente plana con poco movimiento de rotación o inclinación hacia atrás.



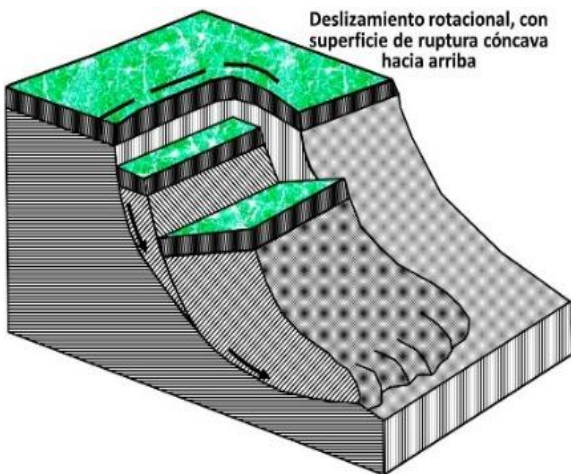
Reptación/soliflucción: Se trata de aquellos casos de laderas con suelos de granulometría fina parcial o totalmente saturados que se movilizan sobre pendientes relativamente moderadas (5 a 30°) y a velocidades del orden alrededor de un metro por año. El espesor de las capas del suelo deslizante, generalmente no es muy grande, rara vez superior a los 10 metros. El mecanismo de movimiento comienza a actuar a partir del momento en que la componente de los esfuerzos gravitacionales en relación con el sustrato y la superficie de la ladera, alcanza una magnitud superior a la resistencia al corte (cohesión y fricción interna) del suelo. Es un caso muy corriente, sobre todo en áreas desprovistas de vegetación y sometidas a prácticas agropecuarias inadecuadas y en algunos casos a diseños incorrectos en los cortes de carreteras. Cuando la velocidad del desplazamiento es mayor, se habla de soliflucción, siendo éste un movimiento, relativamente rápido, donde toman importancia la presión del agua intersticial y la plasticidad de los materiales.

A menudo, estos fenómenos se asocian también con deficiencias en el drenaje natural y artificial de los suelos.

#### Separación y deslizamiento lateral

Consiste en el desplazamiento lateral de un suelo cohesionado o masa de roca combinada con el hundimiento general de la masa fracturada de material cohesionado

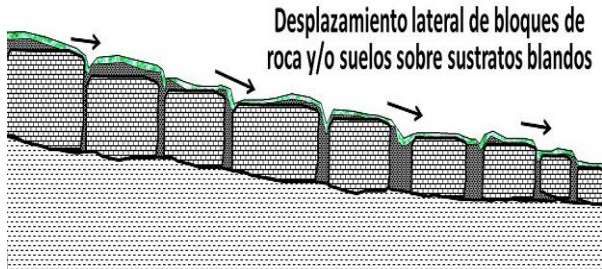
Tipo de movimiento	M - Mezcla de detritos rocosos, suelos gruesos y/o finos, y/o biomasa, y/o nieve, y/o hielo	S - Suelos finos
T: Deslizamientos traslacionales (planares, rotacionales, irregulares)	TM11. Deslizamiento rotacional, masas de detritos rocosos, suelos finos, gruesos, biomasa, nieve, hielo.	TS15. Deslizamiento rotacional de suelos finos (arcillas, limos), biomasa. TS16. Traslación de suelos finos (arcilla, limo) sobre superficies planas.
	TM12. Deslizamiento traslacional compuesto-mixto (planar, rotacional) de rocas y/o suelos.	TS17. Reptación de suelos, biomasa TS18. Soliflucción de suelos, biomasa
	TM13. Deslizamiento sobre superficies planas, cóncavas y compuestas, mezclas de detritos rocosos, suelos gruesos, hielo, nieve, biomasa.	
	TM14. Deslizamiento traslacional compuesto-mixto (rotacional, planar), detritos rocosos, suelos residuales y transportados, con bloques, gravas, arenas, limos, biomasa, hielo, nieve	



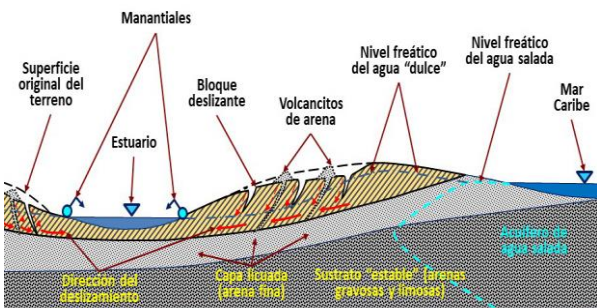
En los deslizamientos rotacionales la superficie de ruptura es curva hacia arriba (en forma de cuchara) y el movimiento de la masa es más o menos rotacional sobre un eje paralelo al contorno de la pendiente.

en materiales más blando de una capa infrayacente.

Movimiento	R – Roca y fragmentos grandes (bloques métricos) de roca y/o suelos
L: Separación y desplazamiento lateral	LR19. Desplazamiento y/o separación lateral de bloques de roca.
	LH19. Deslizamiento y/o separación lateral de masas de hielo (glaciares)
	LM20. Separación y desplazamiento lateral de arenas, limos, arcillas y/o biomasa, hielo, nieve; frecuentemente activado por licuefacción sísmica.
	LS21. Separación, desplazamiento lateral y flujo de arcillas sensibles.

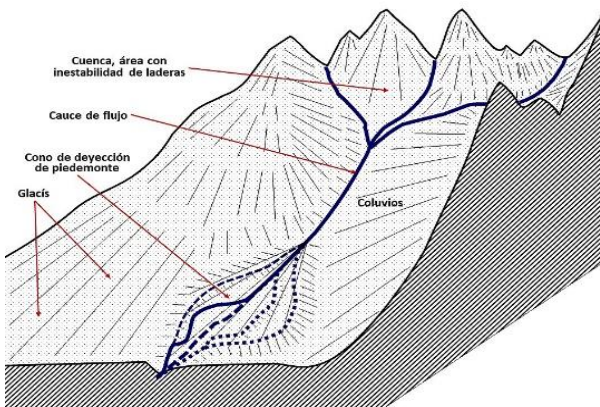


Desplazamiento lateral de bloques de roca y/o suelos sobre sustratos blandos



Flujos, aludes, avalanchas

Movimiento	R – Roca y fragmentos grandes (bloques métricos) de roca
F: Flujo	FR22. Alud de rocas, suelos granulares, finos, biomasa.
	FM23. Flujo con poca humedad, mezclas de detritos rocosos, suelos finos, gruesos, biomasa, hielo, nieve.
	FM24. Alud torrencial, mezcla de detritos rocosos, suelos finos y gruesos, agua, biomasa, nieve, hielo.
	FM25. Lahares. Alud torrencial en edificios volcánicos; mezcla de rocas, piroclastos, agua, biomasa, hielo, nieve.
	FM26. Flujo saturado, licuado, de cantos, gravas, arenas y finos.



Los flujos son movimientos espaciales continuos en la velocidad de la masa desplazada recuerda a la de un líquido viscoso.

Clasificación de los movimientos de masas de suelo y roca en función de la velocidad

del movimiento y de la viscosidad de la masa desplazada:

Tipo de flujo	Flujos interfacial	Característica del flujo	Aspecto neológico del flujo	Concentración de sólidos (Volumen, %)	Velocidad														
No-newtoniano	Agua+finos-aire	Flujo granular	Viscoso	100%	Alud de rocas + hielo Alud de rocas Licuefacción sísmica de suelos Flujos piroclásticos Avalanchas (hielo y nieve) Aludes torrenciales, lahares, huaicos Flujos de turbas Flujos de lodo y arena Flujos hiper-concentrados														
	Agua + finos	Flujo con suspensión	Visco-plástico	50%-90%		Reptación Deslizamientos traslacionales menores (rocas, suelos) Médanos Deslizamientos traslacionales mayores Flujos de suelos Soliflucción													
Newtoniano	Agua	Flujo encausado	Plástico	25%	Avenidas con cargas de sedimentos en suspensión ("turbiones", "aluviones", "cabezas de agua") Tormentas de polvo y arena														
	Finos + aire	Flujo en suspensión	Aerosol	0															
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>&gt; 10 m/s</th> <th>10 m/min</th> <th>10 m/h</th> <th>10 m/mes</th> <th>10 m/año</th> <th>100 mm/año</th> <th>&lt; 10 mm/año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Extremadamente rápido</td> <td>Muy rápido</td> <td>Rápido</td> <td>Moderado</td> <td>Lento</td> <td>Muy lento</td> <td>Extremadamente lento</td> </tr> </tbody> </table>	> 10 m/s	10 m/min	10 m/h	10 m/mes	10 m/año	100 mm/año	< 10 mm/año	Extremadamente rápido	Muy rápido	Rápido	Moderado	Lento	Muy lento	Extremadamente lento
> 10 m/s	10 m/min	10 m/h	10 m/mes	10 m/año	100 mm/año	< 10 mm/año													
Extremadamente rápido	Muy rápido	Rápido	Moderado	Lento	Muy lento	Extremadamente lento													
					← Predominan las fuerzas inerciales rápidas – Predominan fuerzas inerciales lentas, friccionales, viscosas →														

Movimiento	S – Suelos finos
F: Flujo	FS29. Flujo seco de arenas y limo.
	FS30. Flujo seco de limos, arcillas.
	FS31. Deslizamiento y flujo de arena, limo y detritos rocosos.
	FS32. Flujo de turbas (histosoles).
	FMH27. Aludes de hielo y proporciones variables de nieve, rocas y suelos.
FHN28. Avalancha de hielo, nieve.	

### Complejo, compuesto

Son movimientos de ladera en los que se combinan dos o más de los tipos básicos vistos con anterioridad.

Movimiento	R – Roca y fragmentos grandes (bloques métricos) de roca
K: Complejo, compuesto	KR30. Deslizamientos complejos-compuestos de roca, grava, arena, limo, biomasa.
	KR31. Colapso-subsistencia-hundimiento de masas rocosas solubles (e.g. karst).
	KR32. Socavación hidráulica de cascadas y acantilados
	KS34. Colapso, asentamiento, hundimiento, sufusión, sifón y tubificación de suelos granulares (arenas, loess, piroclastos).
	KM33. Deformación, fluencia, abultamiento de terrenos con rocas fisuradas, alteradas, coluvios, aluviones de fondo-valle.



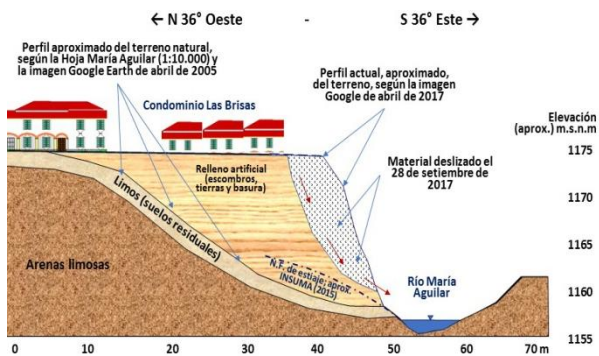
### Represamiento de cauces fluviales

Tipo de movimiento	R – Roca y fragmentos grandes (bloques métricos) de roca	M - Mezcla de detritos rocosos, suelos gruesos, finos, biomasa, nieve, hielo	S – Suelos finos
R: Represamiento de cauces fluviales	R35. Represamiento temporal con mezclas variables de fragmentos rocosos gruesos, gravas, arenas, limos, arcilla, biomasa.		



### Depósitos y apilamientos antropogénicos

Tipo de depósito	R – Roca y fragmentos grandes (bloques métricos) de roca	M – Mezcla de detritos rocosos, suelos, biomasa, nieve, hielo	S – Suelos finos
A: Depósitos antropogénicos	AR36. Deslizamiento y flujo en botaderos y apilamientos de fragmentos rocosos y gravas	AM37. Deslizamiento y flujo en botaderos y apilamientos antropogénicos mezclados; rocas, grava, arena, limo, escombros, basura, biomasa.	



### Depósitos sedimentarios derivados de la inestabilidad de laderas

La acumulación de escombros y detritos de ladera se realiza y adquiere su morfología, de acuerdo a varios parámetros. Esencialmente se reconocen como fundamentales los que dependen del tipo de deslizamiento, la cantidad de agua durante el transporte, la composición granulométrica del material y la topografía de la zona de recepción. La asociación de estos tipos de fenómenos con la generación eventual de inundaciones y avalanchas catastróficas, ha tenido una correlación con los sismos y temporales históricos de los que se tiene referencia para varias regiones.

D-Depósitos derivados de la inestabilidad de laderas | R – Fragmentos grandes de rocas, gravas, arenas  
DR38. Conoides de deyección: Bloques rocosos, grava, arena, biomasa.



Conoides de deyección: consisten en acumulaciones de detritos al pie de las laderas, propiamente en los sitios de cambio de pendiente hacia gradientes moderados, en donde los escombros, transportados tanto "en seco" como en avalanchas, forman medios o cuartos de cono.

DM - Mezcla de detritos rocosos, suelos gruesos y/o finos, y/o biomasa, nieve, y/o hielo  
DM39. Coluvios: rocas (bloques, cantos), gravas, arenas, limos, arcillas, biomasa.  
DM40. Abanicos aluviales de piedemonte; bloques rocosos, cantos, gravas, arenas limos, arcillas.  
DM41. Glacis: Depósitos coalescentes, mantos extensos de piedemonte: bloques, cantos, gravas, arenas, limos.  
DM42. Aluvión: terrazas, bermas; bloques rocosos, cantos, gravas, arenas, limos, biomasa.



Depósitos coluviales: son los productos de la acumulación de los detritos, en donde la distancia de acarreo gravitatorio no es considerable. Los materiales se quedan más bien, en las mismas faldas y laderas de las montañas.

Abanicos aluviales: el depósito, progresivo y continuo de materiales en las áreas planas,

provenientes de las grandes montañas y acarreados por ríos de considerable caudal, forma los abanicos aluviales. En la mayoría de los casos, este depósito se realiza en forma de avalanchas, y por lo general con el concurso de gran cantidad de agua.

**DS – Depósitos con materiales finos y medianos predominantes**

DS43. Fluvio-marinos, costeros y litorales: gravas, arenas, limos, biomasa; barras, flechas, deltas...

DS44. Eólicos; arenas, limos, arcillas; dunas médanos, barjanes, loess.

DS45. Glaciáricos y periglaciáricos; bloques rocosos, cantos, gravas, arenas, limos, arcillas.

DS46. Lacustres; gravas, arenas, limos, arcillas.



Algunas de las definiciones de este capítulo han sido tomadas de Sassa, K. et al. (2018)

### Bibliografía

Hungr, O., Leroueil, S., Picarelli, L. 2013. Landslides (2014) 11:167–194. DOI 10.1007/s10346-013-0436-y. Springer-er-Verlag. Berlin Heidelberg 2013.

[https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Picarelli/publication/263340148\\_The\\_Varnes\\_classification\\_of\\_landslide\\_types\\_an\\_update/links/5637735208ae75884115437e/The-Varnes-classification-of-landslide-types-an-update.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Picarelli/publication/263340148_The_Varnes_classification_of_landslide_types_an_update/links/5637735208ae75884115437e/The-Varnes-classification-of-landslide-types-an-update.pdf)

Mora, S. 1985. Las laderas inestables de Costa Rica. Revista Geológica de América Central. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. Vol, 3, p. 131-161.

[http://www.geologia.ucr.ac.cr/revista/revista/to\\_pdf/revista/03/03-MORA.pdf](http://www.geologia.ucr.ac.cr/revista/revista/to_pdf/revista/03/03-MORA.pdf)

Mora, S. 1989. Extent and Social-Economic significance of Slope Instability in Costa Rica.

XXVIII International Geological Congress, Washington D.C. In: Landslides, Brabb & Harrod, Editorial Balkema, Rotterdam; p.93-100. 1989.

[https://www.researchgate.net/publication/275971323\\_Extent\\_and\\_social-economic\\_significance\\_of\\_slope\\_instability\\_in\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/275971323_Extent_and_social-economic_significance_of_slope_instability_in_Costa_Rica)

Mora, S., Asté, J. P. 1990. Cartago, non delenda est. Pour une politique de prévention des risques générés par les mouvements de terrain à Cartago, Costa Rica. VI International Congress of Engineering Geology, August, 1990, Amsterdam. Vol. 3, p. 1663 1667.

[https://www.researchgate.net/publication/275960853\\_Cartago\\_non\\_delenda\\_est\\_Pour\\_un\\_e\\_politique\\_de\\_prevention\\_des\\_menaces\\_generes\\_par\\_les\\_mouvements\\_de\\_terrain\\_a\\_Cartago\\_Costa-Rica](https://www.researchgate.net/publication/275960853_Cartago_non_delenda_est_Pour_un_e_politique_de_prevention_des_menaces_generes_par_les_mouvements_de_terrain_a_Cartago_Costa-Rica)

Mora, S. et al. 1991. El deslizamiento de Puriscal. Estudio geológico y geotécnico. Comisión Nacional de Emergencia.

[https://www.researchgate.net/publication/275971745\\_El\\_deslizamiento\\_de\\_Puriscal\\_Estudio\\_geologico\\_y\\_geotecnico](https://www.researchgate.net/publication/275971745_El_deslizamiento_de_Puriscal_Estudio_geologico_y_geotecnico)

Mora, S., Vahrson, W. G. 1992. Determinación "a priori" de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. Primer simposio internacional sobre sensores remotos y sistemas de información geográfica para el estudio de las amenazas naturales. Instituto Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia, Volumen 1.

[https://www.researchgate.net/publication/283730365\\_Determinacion\\_a\\_priori\\_de\\_la\\_amenaza\\_de\\_deslizamientos\\_utilizando\\_indicadores\\_morfodinamicos](https://www.researchgate.net/publication/283730365_Determinacion_a_priori_de_la_amenaza_de_deslizamientos_utilizando_indicadores_morfodinamicos)

Mora, S. et al. 1992. Earthquake sensitivity of Puriscal landslide, Costa Rica. Slope stability in seismic areas. Proc. French-Italian Conference, Bordighera. Faccioli & Pecker, Editors. Ouest Editions. p. 63-79.

[https://www.academia.edu/12300718/Earthquake\\_sensitivity\\_of\\_the\\_Puriscal\\_Costa\\_Rica\\_earthquake](https://www.academia.edu/12300718/Earthquake_sensitivity_of_the_Puriscal_Costa_Rica_earthquake)

Mora, S. 1992. The Puriscal, Costa Rica landslide and its dynamics. VI International Symposium on landslides. Christchurch, New Zealand. Feb. 1992. In: Landslides-glisserments de terrain. Ed. Balkema, Rotterdam. p. 1199-1204.

[https://www.researchgate.net/publication/275971718\\_Puriscal\\_Costa\\_Rica\\_Landslide\\_and\\_its\\_dynamics](https://www.researchgate.net/publication/275971718_Puriscal_Costa_Rica_Landslide_and_its_dynamics)

Mora, S., Vahrson, W. 1993. Macrozonation for slope instability in Costa Rica. In: Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards. TC4 Tech. Comm. for Earthquake Geotechnical Eng. Int. Soc. Soil Mech. Found. Eng. Japan Soc. Soil Mech. Found Eng. p.118-125.

[https://www.researchgate.net/publication/275971541\\_Macrozonation\\_methodology\\_for\\_landslide\\_hazard\\_determination](https://www.researchgate.net/publication/275971541_Macrozonation_methodology_for_landslide_hazard_determination)

Mora, S., Ishihara, K., Watanabe, H., Yasuda, S., Yoshida, N., 1994. Soil liquefaction and landslides during the 1991 Telire-Limón, Costa Rica earthquake. In Procc. XIII Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng. "Performance of Ground and Soil Structures During Earthquakes". New Delhi, India. p.41-48.

[https://www.researchgate.net/publication/275971648\\_Soil\\_liquefaction\\_during\\_the\\_April\\_1991\\_Limon\\_earthquake\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/275971648_Soil_liquefaction_during_the_April_1991_Limon_earthquake_Costa_Rica)

Mora, S., Madrigal, C., Estrada, J., Schuster, R., 1993. The Río Toro landslide-dam, Costa Rica. Landslide News, Japan Landslide Association. p.19-22.

[https://www.researchgate.net/publication/275971264\\_The\\_1992\\_Rio\\_Toro\\_landslide\\_dam\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/275971264_The_1992_Rio_Toro_landslide_dam_Costa_Rica)

Mora, S., Vahrson, G., 1994. Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination. Bulletin of Association of

Engineer-ing Geologists. Vol.XXXI, No.1, p.49-58.

[https://www.researchgate.net/publication/275971541\\_Macrozonation\\_methodology\\_for\\_landslide\\_hazard\\_determination](https://www.researchgate.net/publication/275971541_Macrozonation_methodology_for_landslide_hazard_determination)

Mora, S., Mora, R., 1994. Deslizamientos causados por el terremoto de Limón: Factores de control y comparación con otros eventos en Costa Rica. Rev. Geol. Amér. Cent. Vol. esp. Terremoto Limón. p. 139-152.

[https://www.researchgate.net/publication/275971241\\_Los\\_deslizamientos\\_causados\\_por\\_el\\_terremoto\\_de\\_Limn\\_1991\\_Factores\\_de\\_control\\_y\\_comparacin\\_con\\_otros\\_eventos\\_en\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/275971241_Los_deslizamientos_causados_por_el_terremoto_de_Limn_1991_Factores_de_control_y_comparacin_con_otros_eventos_en_Costa_Rica)

Mora, S., Yasuda, S. 1994. Licuefacción de suelos y fenómenos asociados durante el terremoto de Limón. Rev. Geol. Amér. Cent. Vol. Esp. Terremoto de Limón. p. 121-132.

[https://www.academia.edu/12299046/Soil\\_liquefaction\\_during\\_the\\_April\\_1991\\_Lim%C3%B3n\\_earthquake\\_Costa\\_Rica](https://www.academia.edu/12299046/Soil_liquefaction_during_the_April_1991_Lim%C3%B3n_earthquake_Costa_Rica)

Mora, S. 1995. El impacto de las amenazas naturales sobre la generación, transmisión y distribución eléctrica de Costa Rica. I Taller Latinoamericano para la reducción de los efectos de los desastres sobre la infraestructura energética. San José, Costa Rica.

[https://www.academia.edu/12353437/IMPACTO\\_DE\\_LAS\\_AMENAZAS\\_NATURALES SOBRE LA\\_GENERACION\\_TRANSMISION\\_Y\\_DISTRIBUCION\\_ELCTRICA\\_DE\\_COSTA\\_RICA](https://www.academia.edu/12353437/IMPACTO_DE_LAS_AMENAZAS_NATURALES SOBRE LA_GENERACION_TRANSMISION_Y_DISTRIBUCION_ELCTRICA_DE_COSTA_RICA)

Mora, S. 1995. The impact of Natural Hazards on Socio-Economic Development in Costa Rica. Environmental and Engineering Geosciences, Vol. 1, No.3, Fall 1995, p.291-298.

[https://www.researchgate.net/publication/275970870\\_The\\_Impact\\_of\\_Natural\\_Hazards\\_on](https://www.researchgate.net/publication/275970870_The_Impact_of_Natural_Hazards_on)

Socio-  
Economic Development in Costa Rica

Mora, S. 1993. Análisis de la vulnerabilidad económica de la ciudad de Cartago, a causa de los efectos de una avalancha que transite por el río Reventado, Costa Rica. Rev. Geol. Amér. Cent. 1993. 15:65-80.

[https://www.researchgate.net/publication/275960834\\_Analisis\\_preliminar\\_de\\_la\\_vulnerabilidad\\_economica\\_de\\_la\\_ciudad\\_de\\_Cartago\\_Costa\\_Rica\\_a\\_causa\\_de\\_los\\_efectos\\_de\\_una\\_avalancha\\_laharica\\_que\\_transite\\_por\\_el\\_rio\\_Reventado](https://www.researchgate.net/publication/275960834_Analisis_preliminar_de_la_vulnerabilidad_economica_de_la_ciudad_de_Cartago_Costa_Rica_a_causa_de_los_efectos_de_una_avalancha_laharica_que_transite_por_el_rio_Reventado)

Mora, S., Solís, H., Saborío, J., Sierakowski, C. 2012. Étude Géotechnique, Hydrologique, Hydraulique: Clinique de Soins Urgents à Delmas 40B, Port-au-Prince; NATHAT 3, Banque Mondiale, GFDRR. 31pp.

[https://www.researchgate.net/publication/276293591\\_ANALYSE\\_GEOTECHNIQUE\\_HYDROLOGIQUE\\_ET\\_HYDRAULIQUE\\_DE\\_LA\\_CLINIQUE\\_DE\\_SOINS\\_D%27URGENCE\\_A\\_DELMAS\\_40B\\_PORT-AU-PRINCE\\_HAITI](https://www.researchgate.net/publication/276293591_ANALYSE_GEOTECHNIQUE_HYDROLOGIQUE_ET_HYDRAULIQUE_DE_LA_CLINIQUE_DE_SOINS_D%27URGENCE_A_DELMAS_40B_PORT-AU-PRINCE_HAITI)

Mora et al. 2012. Slope instability hazard in Haiti: Emergency assessment for a safe reconstruction. Banff, Alberta, Canada. Key-note speech. Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society through Improved Understanding – Eberhardt et al. (eds) 2012 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-62123-6.

[https://www.researchgate.net/publication/275961636\\_Slope\\_instability\\_hazard\\_in\\_Haiti\\_Emergency\\_assessment\\_for\\_a\\_safe\\_reconstruction](https://www.researchgate.net/publication/275961636_Slope_instability_hazard_in_Haiti_Emergency_assessment_for_a_safe_reconstruction)

Sassa, K., Guzzetti, F., Yamagishi, H., Arbanas, Ž., Casagli, N., McSaveney, M., Dang, K., Editors. 2018. Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools.

Volume 1: Fundamentals, Mapping and Monitoring. ISBN 978-3-319-57773-9; ISBN 978-3-319-57774-6 (eBook).

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-57774-6>

<https://drive.google.com/open?id=1u1gc-HEr-93fDufcUAM7OSV51PCnQxwQ>

Volume 2: Testing, Risk Management and Country Practices. ISBN 978-3-319-57776-0; ISBN 978-3-319-57777-7 (eBook).

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-57777-7>

[https://drive.google.com/open?id=18N3O4uRo\\_3lzrsMtEaELzHy5Hg0oJGG](https://drive.google.com/open?id=18N3O4uRo_3lzrsMtEaELzHy5Hg0oJGG)

## 4.5 Responsabilidad en la comunicación social del riesgo: lecciones para aprender acerca de los pronósticos y predicciones de las amenazas naturales

**Dr. Sergio Mora Castro**

sergio.moracastro@consultarx.com

### Introducción

Ya no es suficiente el concepto-paradigma de la “alerta temprana” (precoz)...

Ahora se necesita una cadena de información acerca de la evolución de las amenazas naturales, toma de decisiones técnicas, políticas y comando para informar a la población y movilizar recursos de respuesta y operación.



Sabemos bien que los sucesos naturales que se producen súbitamente, cuando no hay instrumentos, o si los síntomas se materializan muy rápidamente, no permiten anticipar su ocurrencia.

### Predicción

La Real Academia Española (<http://www.rae.es/drae/>), define predicción en su diccionario como sigue: del latín, praedictiō, -ōnis:

- Acción y efecto de anticipar y manifestar aquello que es probable que suceda en el futuro, según análisis y consideraciones de juicio.
- Anunciar por revelación, ciencia o conjetura algo que ha de suceder mediante una declaración precisa de lo que ocurrirá.

Teniendo esto en consideración, hay que tener claro que los procesos naturales que se producen súbitamente, o cuando no se cuenta con datos previos suficientes para anticipar los eventos, no pueden ser predichos.

Una “predicción” se considera seria y científicamente respaldada, si cumple con exactitud:

- Tiempo: fecha, hora,...
- Localización: coordenadas, profundidad...
- Magnitud, intensidad.
- Grado de certidumbre: cuantificación probabilística de la incertidumbre; error estándar de los cálculos.
- Descartar la probabilidad de que el evento suceda como producto de un proceso fortuito, sin tener que ver con la predicción.
- Publicación: ex-ante y ex-post de la predicción. Tanto el éxito como el fracaso de los cálculos deben tener el mismo grado de visibilidad.

### Pronóstico

La Real Academia Española define pronóstico en su diccionario como sigue: del latín prognosticum y del griego προγνωστικόν:

- Señal por la que se conjetura o calcula un evento futuro.
- Juicio que formula el especialista con respecto a los eventos futuros (causas, curso y cambios, duración, conclusión), según los síntomas que lo preceden o acompañan.

En otro diccionario se encuentra: conocimiento anticipado de lo que sucederá en el futuro a través de indicios (<http://www.wordreference.com/definicion/pron%C3%B3stico>).

Cuando los procesos naturales se producen progresiva y gradualmente y se pueden observar, medir y modelar, es posible determinar con aproximación dónde, cuándo y de qué manera se manifestarán de nuevo.

Por ejemplo: Meteorología - tiempo, inundaciones, algunos tipos de erupción volcánica, trayectoria de corto plazo de los ciclones, sequías (El Niño - La Niña/ENOS), algunos tipos de incendio forestal y deslizamientos.

El pronóstico de corto plazo depende de la calidad, confiabilidad y disponibilidad de los datos, series temporales - históricas largas, modelos estocásticos complejos y recursos informáticos profusos.

### Prognosis

La Real Academia Española definió prognosis del siguiente modo: del griego πρόγνωσις, conocimiento anticipado de las causas y consecuencias de un suceso (<http://dle.rae.es/?id=UJPlmTd>)

La prognosis también se fundamenta en análisis probabilísticos y determinísticos, pero no se orienta hacia la predicción ni el pronóstico. Basta saber que el evento se producirá y con un rango de intensidades posibles... para enfrentar sus efectos plausibles, mediante el ordenamiento territorial y códigos de construcción. La idea es evitar cosas como estas:



### Sistemas de Observación, Alerta, Alarma, Respuesta y Continuidad Operativa

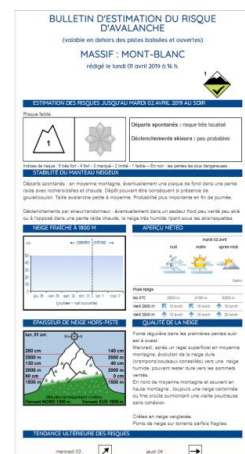
La estructura y lógica que deben tener estos sistemas se puede sintetizar en el siguiente gráfico:



### Instrumentos de comunicación

Un elemento fundamental de los sistemas son los instrumentos de comunicación de las amenazas naturales, que deben incluir:

- Informes técnicos, casos:
  - Circulación restringida
  - Información pública
- Publicaciones:
  - Científicas, académicas
  - Opinión
  - Comunicados de prensa
- Partes: situaciones "cotidianas" recurrente
- Advertencias: consignas ante situaciones amenazantes. La advertencia debe formularse de manera tal que la información llegue a tiempo, sea precisa y permita una reacción eficaz.





### Umbrales de referencia

La preparación del estado y nivel de la alarma incorpora acciones que las instituciones y la población deben ejecutar una vez que sea emitida:

- Según la certitud de que se dispone acerca de la aparición del suceso
- Los cambios debidos a la evolución natural de las circunstancias que rigen la manifestación del suceso y su intensidad relativa
- Los niveles pueden ser desplegados escalonadamente y denominados por un término indicativo, "semaforizados", sonorizados y/o luminosos:
  - "normalidad" ... nada que señalar
  - "preparación" ... ante una eventualidad
  - "movilización" ... ante la inminencia
  - "respuesta" ... ante el suceso

Estos niveles deben estar claramente articulados, explicados y reconocidos por la población implicada. Un ejemplo es el que recoge el siguiente gráfico:



### Información sobre el riesgo

Las personas directa o indirectamente afectables pueden ignorar voluntaria o involuntariamente, o simplemente no

comprender la información emitida... por causa de la presentación, contenido del mensaje, e información adjunta que, se supone, deberían orientar las acciones.



La Paz, Bolivia, febrero/2006

La eficacia de la información depende esencialmente de:

- El receptor debe estar en posición de comprender, confiar en su contenido y tener claras las acciones que deben ejecutarse según su situación.
- Debe aprestarse a actuar según las recomendaciones y superar los obstáculos que le impiden actuar (psicológicos, culturales, temor por la pérdida de sus pertenencias...)
- Adaptación de los sistemas empleados, naturaleza de la situación, condiciones culturales, disponibilidad de recursos y medios de comunicación.
- Capacidad de instituciones y población para reconocer y analizar sus condiciones y peligros.
- Capacidad de los responsables y público para difundir y comprender la información.
- Grado de preparación, entrenamiento y reacción.

### Factores dinámicos de la emisión de la información sobre el riesgo

La efectividad de la información depende de:

- Fuente de información: oficial, autorizada; legítima, competente, profesional, confiable; verificable, auditable.

- **Coherencia:** la información debe transcribirse con tono adecuado, consistente, accesible y certificable, para evitar confusión y ambigüedad.
- **Adaptabilidad:** debe poder adaptarse a la evolución de las circunstancias y estar en posición de explicar los cambios, previsibles o no.
- **Exactitud:** tiempo-duración, espacio, intensidad, características de la amenaza, daños posibles, conducta esperada de la población (repuesta, rutas, evacuación, refugios...)
- **Claridad:** lenguaje, composición, simplicidad.
- No debe sobreestimar ni subestimar.
- **Certitud:** El mensaje debe aportar el máximo de certidumbre acerca de los sucesos y las consignas. De esto depende su confiabilidad y aceptación.
- **Suficiencia:** La información no debe tener ni más ni menos de lo que sea necesario para permitir una interpretación adecuada por el receptor.
- **Especificidad:** El mensaje debe tener una orientación precisa acerca de las acciones a tomar, de lo que se espera de parte de la población y del tiempo disponible para ello.
- **Frecuencia:** Debe haber una medida del número de veces que el mensaje debe enviarse para no afectar, por exceso o escasez, la disposición a comprenderlo, creerlo y actuar.
- **Canal de transmisión:** Utilizar la mayor variedad de medios, de manera a aumentar las posibilidades de recepción por parte de la población.

#### Base tecnológica de los sistemas de información

Acerca de la utilización de tecnología avanzada: Informática, transmisión satelital,

recepción y gestión de datos georeferenciados, algoritmos de pronóstico, visualización, emisión de información, análisis, interpretación, es preciso tener en consideración que:

- No es indispensable un grado tal de fineza instrumental, muchas veces producida por presiones del mercado y por «modas».
- Su eficacia, eficiencia y efectividad dependen de programas sólidos que garanticen sostenibilidad, mantenimiento, recurso humano, costos, institucionalidad...
- Paradójicamente, la alta tecnología puede convertirse en un factor negativo, al generar espejismos inconvenientes: equipos impresionantes, computadores, satélites, visualizaciones coloridas y sofisticadas...
- ... envían mensajes incompletos que pueden interpretarse como la solución de todos los problemas,
- ... desemboca en sofismas, sensaciones de seguridad falsa y por consiguiente, en un aumento de la vulnerabilidad
- ... distrae la atención y prioridades y genera la pérdida de interés sobre la verdadera solución de las causas del problema.
- **Mantener claro:** Los sistemas más simples son los más confiables.

#### Reflexionando sobre estos sistemas

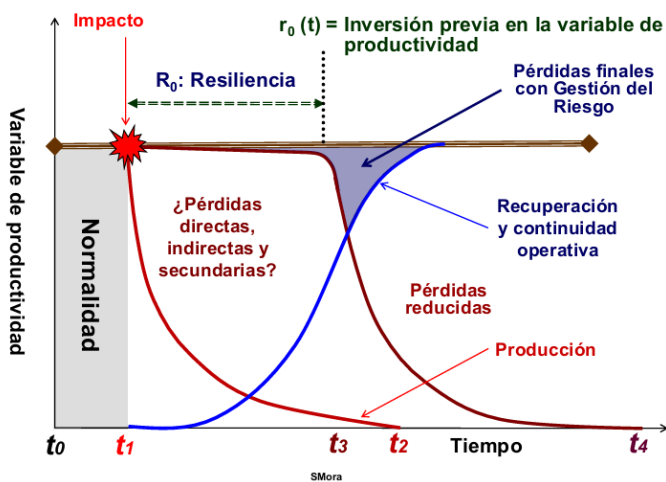
Los Sistemas de Observación – Alerta – Advertencia – Alarma - Respuesta son indispensables para garantizar la seguridad de la población, aunque:

- Solo reducen una parte de la vulnerabilidad: muertes y heridos...
- Los otros elementos expuestos (infraestructura, producción de bienes y servicios...) continúan tan vulnerables como antes...
- Los SOAAAR deben concebirse según las necesidades reales, luego de evaluar las

amenazas naturales y el contexto de la vulnerabilidad, según una política integral de gestión del riesgo.

- No poseen utilidad si no se complementan con preparativos: organización, definición de las rutas de evacuación, simulaciones, simulacros, administración de refugios, educación e información a la población y a los tomadores de decisiones.
- Deben ser ágiles y sencillos; evitar los sistemas excesivamente complejos y caros.

### Impacto, resiliencia y recuperación



### Predecir o no predecir

En nuestros países, en donde los sismos dañinos son frecuentes, en casi cualquier momento y lugar... la predicción/anticipación de terremotos solo contribuye a alimentar el estrés pre-sísmico, fomenta la psicosis y distrae la atención sobre la evaluación proactiva de la amenaza sísmica y la aplicación de un diseño estructural y prácticas constructivas adecuadas.

Debe quedar claro que bajo el estado actual del conocimiento y de la ciencia, la predicción sísmológica es imposible, e innecesaria: "...only fools and charlatans predict earthquakes..." (Charles F. Richter, 1977; in Houg 2007, p. 253).

Sí es imperativo cuantificar ex-ante la amenaza y el riesgo; características, distribución espacial y efectos probables: pronosis de la amenaza sísmica.

### Enseñanzas

- En realidad, predecir un evento es irrelevante: lo mejor es asegurar la calidad y ubicación de las construcciones.
- Un científico no necesariamente tiene habilidad para comunicarse con el público, ni con los tomadores de decisiones.
- Una cosa es un pronóstico técnico rutinario (parte meteorológico)
- Otra muy diferente es la alarma para un evento potencialmente destructivo, la cual se debe canalizar a través de la autoridad competente en el manejo de emergencias.
- ...y luego al público, con apoyo de especialistas en comunicación, lo cual es imprescindible si se trata de informar responsablemente.
- Atribuirse funciones de comunicador, sin mandato ni preparación, debería causar responsabilidad civil y penal.

## 5 TERCERA PARTE: EXPERIENCIAS DE GESTIÓN DEL RIESGO EN RESERVAS DE BIOSFERA

### 5.1 Gestión del Riesgo frente a huracanes en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba: experiencias y lecciones aprendidas

Lázaro Márquez Llauger<sup>1</sup>, Carlos Alberto Miranda Sierra<sup>2</sup>, Jorge Ferro Díaz<sup>3</sup>, José Alberto Camejo Lamas<sup>1</sup>, Dorka Cobián Rojas<sup>1</sup> y Roberto Varela Montero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, e-mail: lmarquez@vega.inf.cu

<sup>2</sup>Instituto de Meteorología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA.

#### Introducción

La Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes se localiza en el extremo occidental del archipiélago cubano y tiene el privilegio exclusivo de ser el único territorio insular antillano con costas en el Mar Caribe y en el Golfo de México; esta peculiar ubicación influye en que su posición biogeográfica sea muy particular y a la vez la hace especialmente vulnerable ante el impacto frecuente de huracanes y otros eventos meteorológicos extremos (Fig. 1).

relieve y paisajes, tanto emergidos como sumergidos, a los cuales se vincula un universo biótico muy singular, complejo y altamente vulnerable, donde se ha desarrollado, de forma armónica, la relación hombre-sociedad-naturaleza a lo largo de más de 5 000 años (Díaz-Guanche et al., 2014).

Es peculiar el basculamiento neotectónico de 4° a 6° que experimenta predominantemente de Sur a Norte, lo que hace que la costa septentrional esté conformada por ciénagas y pantanos que se orienta sobre una ancha plataforma submarina de poca profundidad, mientras que la costa meridional más elevada, se caracteriza por la presencia de acantilados, seboruco costero y playas arenosas, con una plataforma insular sumamente estrecha (Peñalver et al., 2012). Delgado et al. (2000) categorizaron a este grupo de paisajes como muy joven, de modificación antrópica media, inestable y ecológicamente sensible.

El clima en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes es considerado como tropical o tropical oceánico, el cual se distingue por un período lluvioso bien definido

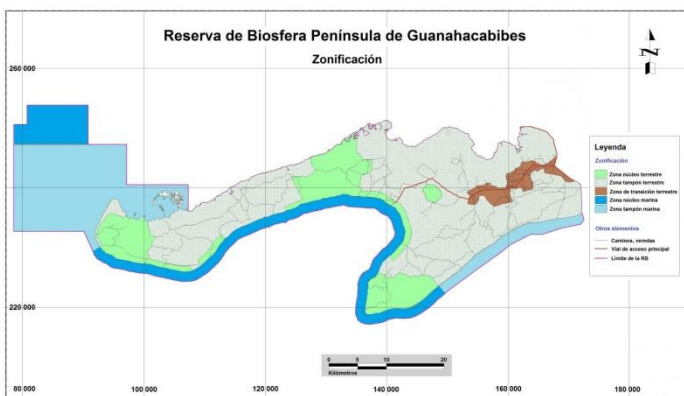


Fig. 1. Límites y zonificación de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes

La península de Guanahacabibes destaca como una llanura cársica en la que se aprecian varios tipos característicos de

en el verano que se extiende desde mayo hasta octubre, cuando cae el 70% del total de lluvia anual. El resto del año es considerado el periodo poco lluvioso que coincide con el invierno. El clima local está influenciado notablemente por sus particularidades geográficas y geomorfológicas, al ser una franja de tierra estrecha y alargada con una distribución lineal, por franjas, de los principales ecosistemas y paisajes que evolucionan en el lugar. El acumulado medio anual de precipitaciones alcanza 1 443 mm, con 117 días con lluvias. El régimen anual de temperatura oscila entre 21,5°C y 29,3°C, con una media anual de 25,3°C. En los últimos 50 años se ha verificado un incremento de 0,5°C en la temperatura media (Márquez et al., 2016).

La península de Guanahacabibes es la región de Cuba con mayor frecuencia de afectación por huracanes. Estos eventos extremos se manifiestan entre los meses de junio y noviembre de cada año, siendo junio, septiembre y octubre los meses de mayor probabilidad de afectación. En las últimas décadas los huracanes Iván en septiembre de 2004 (Fig. 2) y Wilma en octubre de 2005 (Fig. 3) destacan como los más intensos que han impactado el territorio (Márquez et al., 2016). Autores como Milanés et al. (2017) y Roura et al. (2018) refieren que los huracanes son la causa de los más grandes desastres que han ocurrido en Cuba, al provocar la muerte de miles de personas, pérdidas económicas incalculables y severos impactos sobre el medio natural.

Autores como Pech (2010) señalan que los huracanes y tormentas han sido parte de las fuerzas que han modelado los ecosistemas como hoy los conocemos. Se acepta que la evolución en los ecosistemas litorales se asocia con eventos naturales de magnitud variada y son los ciclones tropicales, particularmente los huracanes, los

de mayor impacto, pudiendo transformar en un día la distribución y abundancia de los organismos y generar patrones muy distintos a los previos (Woodley et al., 1981).

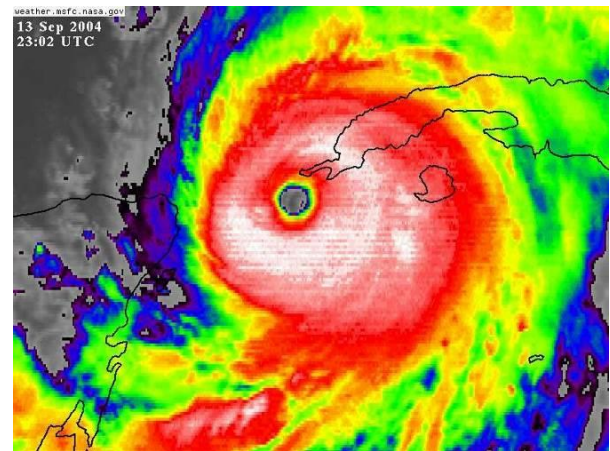


Fig. 2. Imagen satelital del huracán Iván impactando la península de Guanahacabibes el 13/09/2004

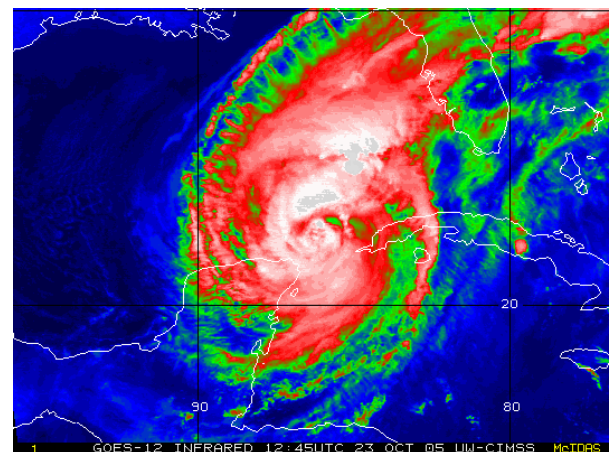


Fig. 3. Imagen satelital del huracán Wilma impactando la península de Guanahacabibes el 19/10/2005

Simulaciones basadas en el incremento del dióxido de carbono como un factor detonante en el efecto invernadero y calentamiento de las masas de aire, sugieren que las tormentas y huracanes en las regiones tropicales tenderán a incrementar sus radios de impacto con tendencias a presentarse con intensidades más severas y con una alta velocidad de propagación (Jiang y Perrie, 2007).

Los huracanes son sistemas de vientos circulatorios y convergentes hacia un centro de bajas presiones, que se forman enteramente en aire caliente de la zona

tropical entre los 20 grados de latitud Sur y los 25 grados de latitud Norte. Su diámetro puede alcanzar hasta 500 kilómetros (Casals et al., 2016). En consecuencia los huracanes suelen tener asociados los siguientes elementos generadores de desastres:

- **Fuertes vientos:** Los vientos de un huracán superan los 118 km/h y pueden llegar hasta más de 300 km/h con rachas superiores con un poder destructivo devastador. Los vientos huracanados más fuertes alcanzan un máximo cerca del centro, aunque pueden llegar hasta 200 km del centro y las condiciones locales pueden incrementar su poder destructor. Los vientos provocan un gran impacto en la población, la economía y los ecosistemas en toda su extensión. En dependencia de la intensidad y las condiciones locales, los fuertes vientos pueden hacer colapsar las viviendas y otras edificaciones, derrumbar los sistemas de comunicación, energía y viales, dañar los cultivos y provocar perturbaciones significativas sobre los ecosistemas.
- **Inundaciones por intensas lluvias:** A los huracanes se asocian lluvias intensas que pueden alcanzar niveles de más de 60 mm/h y hasta 500 mm en 24 horas. Las inundaciones por intensas lluvias asociadas a los huracanes se producen por el desbordamiento de las aguas de ríos y lagos que cubren temporalmente terrenos bajos adyacentes o por la acumulación de grandes volúmenes de agua en áreas bajas donde el drenaje resulta insuficiente. Las inundaciones pueden ocasionar la pérdida de vidas y daños a la propiedad y un gran impacto sobre la salud pública.
- **Inundaciones costeras por penetraciones del mar:** Las olas reportadas durante el paso de algunos huracanes varían desde 2,5 hasta 9 metros de altura. La penetración máxima del mar puede ser de 250 a 300 metros y en ocasiones hasta más de un

kilómetro, dependiendo del tipo de terreno costero y de su geomorfología. La inundación es producida por los efectos del oleaje que es generado por la formación de fuertes vientos estables en dirección, velocidad y alcance. Cuando el oleaje llega a la costa produce una elevación del nivel de las aguas por acumulación. Otro elemento que aporta a la inundación costera es la marea de tormenta, ocasionada por la elevación anormal y temporal del nivel medio del mar que se produce a causa de la tensión de los fuertes vientos y por la caída de la presión atmosférica.

La gestión del riesgo es el conjunto de acciones dirigidas a enfrentar las amenazas naturales, disminuir la vulnerabilidad, establecer la mitigación, desarrollar una estrategia de prevención y facilitar la reconstrucción en caso de producirse un desastre. Alcanza la máxima participación de actores de la comunidad, promueve la investigación de los fenómenos, desarrolla la información y capacitación de la comunidad para enfrentar las amenazas y permite establecer una valoración integral que abarca la totalidad de las fases de los fenómenos e incorpora esta problemática en las proyecciones del desarrollo sostenible (Rodríguez y Pérez, 2005).

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar las experiencias y lecciones aprendidas en la gestión del riesgo frente a huracanes en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, a fin de mejorar nuestra comprensión sobre el impacto de estos eventos extremos en áreas de gran significación para la biodiversidad y para las comunidades humanas.

### **Metodología**

El trabajo aborda las experiencias y lecciones aprendidas en la gestión del riesgo frente a huracanes en el espacio de la Reserva de

Biosfera Península de Guanahacabibes, la que se localiza en la región más occidental de Cuba, ocupando un área total de 156 202 ha, de ellas 101 944 ha terrestres y 54 258 ha marinas.

Se revisó el contenido del Programa de Reducción de Riesgos de Desastres que hace parte del Plan de Gestión de la Reserva de Biosfera con el propósito de evaluar sus objetivos, actividades proyectadas y resultados esperados. Se realizó una revisión detallada de los más actualizados estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos realizados en el área de la Reserva de Biosfera.

Se valoraron los informes de expediciones científicas realizadas para evaluar el impacto de los huracanes y se analizaron los reportes técnicos que contienen los resultados de programas de monitoreo sistemático sobre especies, hábitats y ecosistemas perturbados por estos eventos naturales.

### Resultados y discusión

Diversos factores determinan la magnitud del impacto de los huracanes sobre áreas naturales, entre ellos la intensidad del evento, su velocidad de traslación, el ángulo de entrada y salida, la orografía del lugar, entre otros. Ello determina que se presente un amplio espectro de manifestaciones de impacto que pueden ser muy singulares o específicos para cada lugar y momento.

No obstante lo anterior, y sin pretender generalizaciones amplias, las experiencias de gestión durante 25 años en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, permiten sistematizar un conjunto de efectos sobre la biodiversidad y sobre las comunidades locales, mostrar manifestaciones de estado perturbado que se presentan tras el paso de los huracanes y evidenciar las fortalezas de la Reserva de Biosfera como espacio privilegiado para la gestión de riesgos ante huracanes.

### Efectos sobre la flora y vegetación

El efecto de los vientos intensos provoca el derribo masivo de árboles, ramas partidas o retorcidas, hojas, flores y frutos derribados, corteza arrancada o quemada, cambios en la estructura del dosel del bosque por el derribo de árboles emergentes y mortandad catastrófica de la vegetación (Fig. 4). En las zonas próximas al litoral marino ocurre deposición de arena y otros fragmentos sólidos en el interior de las formaciones vegetales y altas concentraciones de sales sobre la estructura foliar de las plantas. En aquellos lugares más próximos al centro del huracán la generación de tornados puede provocar la destrucción total del bosque a una pequeña escala. Efectos similares fueron reportados por Salazar (2002) y por Islebe et al. (2009) en un estudio realizado en Quintana Roo, México.



Fig. 4. Efectos de las penetraciones del mar y los fuertes vientos sobre la vegetación litoral

Las afectaciones sobre la vegetación están condicionadas por los efectos de borde originados por la existencia de calveros y vales interiores. Los árboles que emergen sobre el dosel medio del bosque son particularmente vulnerables al quedar expuestos a los fuertes vientos. Las afectaciones originadas por los diversos factores destructores tienen un marcado efecto denso dependiente en los bosques naturales. Se acepta que los huracanes son

capaces de alterar en un corto período de tiempo la estructura, composición y dinámica de los bosques. Las tasas de mortandad catastrófica de la vegetación debidas al impacto del huracán pueden llegar a ser de dos a tres veces superiores a los de la mortandad de trasfondo.

#### Efectos sobre la fauna

El efecto combinado de vientos y lluvias intensas ocasionan alteraciones significativas al hábitat natural de la fauna local con la consiguiente pérdida del nicho alimentario de la mayoría de las especies, disminución de las abundancias relativas, cambios en la conducta de algunas especies, disminución de la actividad diurna y desbalances en la estructura de gremios. La mayoría de las especies de aves y algunos reptiles y mamíferos migran temporalmente hacia sitios menos perturbados. Como efecto inmediato del impacto se produce mortandad en aves, así como ahogamiento de mamíferos pequeños, resultados estos que coinciden con los reportados por Ackerman et al. (1991).

Los principales impactos sobre la fauna se manifiestan más en drásticos cambios conductuales por alteraciones del nicho ecológico que en los de abundancia y diversidad (Fig. 5).



Fig. 5. Ejemplar de ave local en la vegetación de costa arenosa dañada por el huracán Iván

#### Efectos sobre los sitios de anidación de tortugas

Las inundaciones costeras por penetraciones del mar generan modificaciones significativas en las zonas litorales, principalmente en las playas arenosas donde ocurre la anidación de tortugas marinas. Los trenes de olas provocan modificación del perfil de las playas, incremento de la franja de arena y disminución de su altura, eliminación de la vegetación supra litoral y deposición de corales muertos y otros fragmentos sólidos sobre las playas. Como consecuencia ocurre la destrucción de los nidos, sobre todo los que están ubicados en la primera línea de costa, y se crean obstáculos insalvables para que los neonatos de tortugas puedan incorporarse al mar. Estos eventos ocasionan afectaciones considerables a la anidación y al éxito reproductivo de las tortugas (Fig. 6).



Fig. 6. Playa de anidación de tortugas que muestra la pérdida de la vegetación arbustiva propia del sitio

Esta valoración coincide con estudios realizados por Moncada et al. (2011) que presentan evidencias de los efectos de eventos meteorológicos, principalmente huracanes, en las playas de anidación de tortugas marinas en varias regiones de Cuba.

#### Efectos sobre la infraestructura comunitaria

La combinación del efecto de los vientos huracanados y las lluvias intensas pueden ocasionar daños perdurables a la infraestructura de las comunidades locales. Generalmente se produce el colapso de la infraestructura de energía y comunicaciones



como consecuencia del derribo de las líneas portadoras. En las zonas próximas al litoral costero ocurre la interrupción temporal y la destrucción de grandes sectores de viales. En las comunidades se presentan derrumbes totales o parciales de las viviendas, escuelas, almacenes y otras instalaciones comunitarias (Fig. 7).



Fig. 7. Efectos del huracán sobre la infraestructura comunitaria en la comunidad de La Bajada

#### Manifestaciones de estado perturbado

La ejecución de programas de monitoreo de especies y ecosistemas bajo rigurosos protocolos tras el paso de huracanes ha permitido evidenciar diferentes manifestaciones de estado perturbado en ecosistemas y especies presentes en el área.

Se determinó el comportamiento expansivo de las especies nativas Yanilla de playa (*Suriana maritima*) y el Incienso de costa (*Tournefortia gnaphalodes*). Estas son especies características del complejo de vegetación de costa arenosa que posterior al impacto de huracanes han experimentado un aumento de abundancia y porcentaje de cobertura sobre la superficie de playa y han tenido un rápido crecimiento, expansión y colonización en todos los sectores de la playa (Fig. 8). También se ha documentado la aparición y posterior propagación de especies exóticas invasoras que han colonizado áreas en el litoral sur de la península. Este comportamiento provoca

el desplazamiento de otras especies y genera alteraciones en la dinámica y estabilidad de los ecosistemas litorales (Fig. 9).



Fig. 8. Comportamiento invasivo de la vegetación nativa en la playa El Holandés



Fig. 9. Propagación de la especie exótica invasora *Scaevola sericea* en la zona costera

Las evidencias descritas han sido confirmadas y documentadas como resultado de la ejecución de programas de monitoreo en el complejo de vegetación de costa arenosa (Ferro et al., 2014).

#### Gestión del riesgo de huracanes

La Reserva de Biosfera tiene en su plan de gestión el Programa de Reducción de Riesgos de Desastres, el cual tiene como objetivos establecer el conjunto de actividades para la reducción del riesgo de desastres, contrarrestar las condiciones de vulnerabilidad de las áreas y perfeccionar los mecanismos para garantizar una dirección organizada del empleo del personal y los medios ante el impacto de huracanes.

El programa define actividades anuales entre las que se incluyen el establecimiento de convenios de cooperación con entidades estatales y órganos de gobierno para asegurar la disponibilidad de recursos para la respuesta ante desastres. Se especifican las acciones de capacitación para el personal encargado de la gestión del área y para la población local, incluyendo ejercicios prácticos para el entrenamiento de las acciones de respuesta. Como parte de este programa, el equipo de gestión de la Reserva de Biosfera mantiene actualizados los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos y realiza evaluaciones anuales de línea base ambiental que posibilitan conocer en todo momento el estado de especies claves y ecosistemas prioritarios que permitan realizar análisis comparativos post impacto de huracanes.

Para la determinación de los daños causados por los huracanes sobre la biodiversidad y sobre las comunidades humanas, inmediatamente después del impacto se aplican protocolos estandarizados que permiten la evaluación rápida y aportan información para la adopción de acciones de manejo sobre bases científicamente fundamentadas.

Para la protección de la vida de los pobladores locales, sus propiedades y la infraestructura comunitaria se aplica un conjunto de medidas estatales, entre las que se encuentran:

- Medidas de prevención: Se realizan permanentemente, incluyendo medidas de reducción de la vulnerabilidad, análisis del riesgo en diferentes zonas y fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana. Incluye acciones para la capacitación de la población local y del equipo de gestión.
- Preparativos: Son las medidas y acciones que aseguran una respuesta óptima e incluye la planificación, la capacitación del

personal mediante ejercicios prácticos y la preparación de las obras de infraestructura para reducir los daños provocados por huracanes.

- Respuesta: Comprende las fases informativa, alerta y alarma, las que se establecen de forma escalonada en la medida en que el huracán se acerca al territorio y teniendo en cuenta su intensidad. Comprende acciones dirigidas a la información a la población, la movilización de recursos para la protección de las vidas humanas, las propiedades y la infraestructura. Incluye la evacuación de personas en riesgo y la adopción de medidas extraordinarias para asegurar la vida de la población.
- Recuperación: Comprende una fase de rehabilitación para la recuperación de los servicios vitales en el más breve plazo, tras lo cual sigue una fase de reconstrucción en un plazo de tiempo más prolongado que incluye la reparación de la infraestructura dañada.

#### Lecciones aprendidas

- La capacitación y el entrenamiento de la población local resultan determinantes para asegurar la protección ante el impacto de huracanes y otros eventos extremos.
- La existencia de programas de monitoreo de la biodiversidad permite determinar con precisión la magnitud del impacto sobre los ecosistemas naturales.
- Las especies y ecosistemas en las áreas frecuentemente afectadas por huracanes y otros eventos extremos muestran una alta resiliencia ante impactos.
- Las áreas naturales conservadas reciben menos afectaciones que las que han sido previamente alteradas.

- La percepción del peligro de desastres por parte de la población local es inversamente proporcional al tiempo transcurrido desde la última afectación.

### Resumen

El trabajo expone las experiencias de gestión y las lecciones aprendidas en el enfrentamiento a huracanes que han afectado la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes en las últimas décadas. Se muestra un conjunto de efectos sobre la biodiversidad y sobre las comunidades locales y se presentan manifestaciones de estado perturbado posterior al paso de los huracanes. Se presentan los elementos básicos contenidos en el Programa de Reducción de Riesgos de Desastres que forma parte del plan de gestión y que se enmarca en el conjunto de medidas estatales para la prevención, preparativos, respuesta y recuperación ante desastres naturales. Se presentan los elementos claves que componen el programa de monitoreo para la evaluación de la recuperación de ecosistemas y hábitats perturbados. El trabajo destaca las fortalezas de las Reservas de Biosfera como escenarios privilegiados para la gestión ante el impacto de huracanes y señala los retos a futuro.

### Bibliografía

- Ackerman, J.D., L.R. Walker, F.N. Scatena. & J. Wunderle. 1991. Ecological effects of hurricanes. *Bulletin of the Ecological Society of America* 72(3): 178-180.
- Casals, R., P.J. Pérez & L. Menéndez. 2016. Análisis de las inundaciones costeras ocurridas en áreas protegidas de Cuba durante el período 1981-2010. *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 22, No. 2, pp. 199-215.
- Delgado, F., A. Pérez, J. Ferro, J. Alfonso, N. Reyes, A. Tamarit & O. Borrego. 2000. Funcionamiento de bosques semidecíduos y caracterización de otros ecosistemas terrestres en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. Agencia de Ciencia y Tecnología, CITMA, La Habana, 237 pp.
- Díaz-Guanche, C., R. Denis-Valle, R. Ramírez-Hernández, C.R. Rosa-Saavedra, E. Estévez-Cruz y A. Ordaz-Hernández. 2014. Caracterización geológica y geomorfológica de la península de Guanahacabibes, Cuba. *Minería y Geología*, Vol. 30, No. 4, pp. 21-37.
- Ferro, J., M.A. Castañeira, E. Mujica, J.A. Camejo, F. Delgado, D. Godínez, G. Abad, R. Hernández, L.Y. García, A. Gutiérrez & J.A. Valdés. 2014. Resultados del Programa de vegetación de costa arenosa. En: Estado actual de la biodiversidad marino-costera en la región de los Archipiélagos del Sur de Cuba. Hernández Ávila, A. (Cp). Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana. Cuba. Impresos Dominicanos s.r.l., pp. 76-98.
- Islebe, G.A., N. Torrescano, M. Valdez, M. Tuz & H. Weissenberger. 2009. Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana Roo, México. *Revista Foresta Veracruzana* 11(1):1-6.
- Jiang, J. & W. Perrie. 2007. The Impacts of Climate Change on Autumn North Atlantic Midlatitude Cyclones. *Journal of Climate*, 20: 1174-1187.
- Márquez, L., O. Borrego, D. Cobián, J.A. Camejo, J.L. Linares, R. Varela. 2016. Plan de Gestión de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes 2017-2021. CITMA, 224 pp.
- Milanés, C., L. Galbán & N.J. Olaya. 2017. Amenazas, riesgos y desastres: Visión teórico-metodológica y experiencias reales. Editorial Corporación, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia, 306 pp.
- Moncada, F., J. Azanza, G. Nodarse, Y. Medina & Y. Forneiro. 2011. Las tortugas marinas y el cambio climático en Cuba.

Revista Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo, Vol. 1, No. 20, pp. 1-11.

Pech, D. 2010. Cambio climático global, eventos extremos y biodiversidad costera de la península de Yucatán, pp. 263-276. En: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G.J. Villalobos-Zapata (Eds.). Cambio Climático en México un Enfoque Costero y Marino. Universidad Autónoma de Campeche, Gobierno del Estado de Campeche. 944 pp.

Peñalver, L.L., R. Denis, R. Batista, M. Cabrera, A. Núñez, D. Martín y L. Rodríguez. 2012. Caracterización geólogo-geomorfológica del área protegida Guanahacabibes. Informe técnico. Instituto de Geología y Paleontología, Ministerio de Energía y Minas, La Habana, 49 pp.

Rodríguez, C.M. & A.L. Pérez. 2005. Componentes de la gestión del riesgo en la prevención de desastres naturales. Caso Cuba. Anales del X Encuentro de Geógrafos de América Latina, 20 al 26 de marzo de 2005, Universidad de Sao Paulo, pp. 12824-12840.

Roura, P., V. Sistachs, R. Vega & M. Alpizar. 2018. Caracterización estadística climatológica de huracanes en Cuba durante el período 1791-2016. Revista Cubana de Meteorología, Vol. 24, No. 3, pp. 304-312.

Salazar, S.I. 2002. Huracanes y biodiversidad costera tropical. Revista Biología Tropical. Vol. 50, No. 2, pp. 415-428.

Woodley, J.D., E.A. Chornesky, P.A. Clifford, J.B.C. Jackson, L.S. Kaufman, N. Knowlton, J.C. Lang, M.P. Pearson, J.W. Porter, M.C. Rooney, K.W. Rylaarsdam, V.J. Tunnicliffe, C.M. Wahle, J.L. Wulff, A.S.G. Curtis, M.D. Dullmeyer, B.P. Jupp, M.A.R. Koehl, J. Neigel & E.M. Sides. 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. Science 214: 749-755.

## 5.2 Ocurrencia de eventos climáticos severos en el área atlántica de la Reserva de Biosfera Bañados del Este, Uruguay

Lic. Pablo A. Urruti Ganduglia

Punto Focal Reservas de Biosfera. URUGUAY

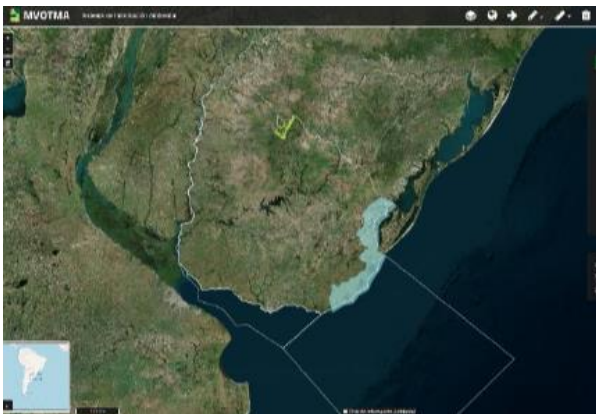
pablo.urruti@mvotma.gub.uy

### Introducción

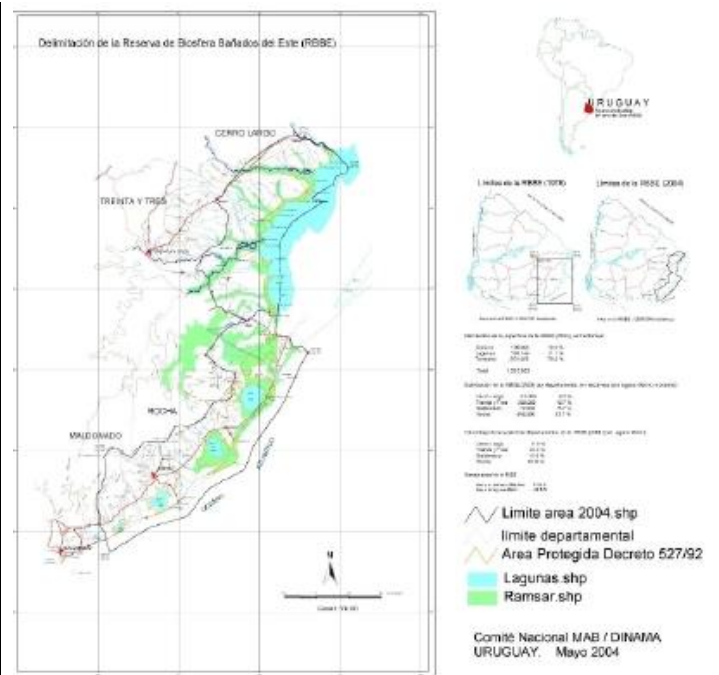
En atención a la problemática vinculada al cambio climático, la afectación global asociada al mismo así como la consideración a nivel país de los efectos ambientales derivados, Uruguay ha llevado a cabo un proceso institucional sustentado en un marco normativo ratificando por ley la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) en 1994 y el Protocolo de Kioto en 2000, focalizando las competencias en esta temática en el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)<sup>5</sup>.

La Reserva de Biosfera Bañados del Este (en adelante RBBE), reconocida por UNESCO en el marco del Programa MaB en 1976, contaba originalmente con una superficie de 200 000 ha la cual fue ampliada posteriormente a 1 250 000 ha producto de una redelimitación realizada en 2004.

El borde costero de la RBBE frente al Océano Atlántico tiene una extensión de 190 km.



<sup>5</sup> MVOTMA. Comunicaciones Nacionales a la Conferencia de las Partes

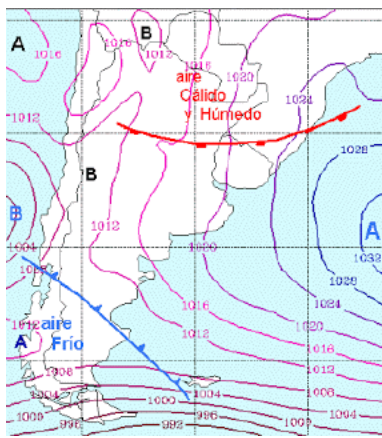


### Marco general y desarrollo

El Uruguay con una extensión terrestre de 176215 km<sup>2</sup> (125 000 km<sup>2</sup> de mar territorial) y una población de 3 450 000 habitantes, presenta una significativa vulnerabilidad frente al cambio climático dada, entre otros factores, por su ubicación geográfica con 680 km de costas sobre el Río de la Plata y 230 km sobre el Océano Atlántico; en esta zona confluyen en la Convergencia Subtropical aguas cálidas (Corriente de Brasil) y aguas frías (Corrientes de Malvinas) y una compleja situación atmosférica determinada por la influencia de un anticiclón semipermanente del Atlántico que aporta aire cálido y húmedo con vientos del noreste y un anticiclón del Pacífico con aire polar desde el sudoeste.



Uruguay Visión Marítima



Ej. Carta Sinóptica tomada de A. Celemín

Bajo ciertas condiciones meteorológicas en las cuales se combina un sistema de altas presiones al sur del Río de la Plata con un sistema de bajas presiones al norte del mismo, se originan vientos de sector sudeste (“sudestadas”) de intensidad variable con efectos hidrológicos que se manifiestan en el litoral costero de Uruguay y hacia el interior del estuario con fuertes oleajes y elevación del nivel del mar, conocidas como “crecientes de tormentas”<sup>6</sup>. Es frecuente que los eventos de tiempo severo asociados a intensas precipitaciones estén asociados a pasaje de frentes fríos y cálidos con líneas de inestabilidad y depresiones frontales.

En las figuras siguientes se muestran ejemplos de la situación climática en ocurrencia de fuertes temporales con abundantes

<sup>6</sup> Bischoff

precipitaciones y vientos con ráfagas superiores a 100 km/h en la costa Este ocurridos en setiembre de 2010 y 2016.



MET Uruguay



MIMETEO.COM

Numerosos autores han estudiado las tendencias climáticas y algunos parámetros ambientales y sus variaciones a nivel local y regional identificando cambios como el aumento de la temperatura<sup>7</sup>, descenso en la presión atmosférica, descenso de la salinidad, aumento de los caudales de ríos tributarios al Río de la Plata, incremento del Nivel Medio del Mar (NMM) así como un aumento en la ocurrencia de fenómenos extremos<sup>8,9,10</sup>.

Las consecuencias de la variabilidad climática a nivel territorial local se evidencian en aquellas zonas que presentan cierto grado de vulnerabilidad siendo susceptibles de sufrir consecuencias negativas como pérdidas de vidas, afectaciones a la salud (vectores) y cuantiosos daños en las

<sup>7</sup> Bidegain - Deshayes

<sup>8</sup> Bidegain- Caffera - Nagy

<sup>9</sup> Baethgen - Giménez

<sup>10</sup> Magrin et al.

infraestructuras materiales como a los propios ecosistemas naturales litorales<sup>11</sup>.

Corresponde destacar que en la zona costera habita casi un 60% de la población del país generando además el 75% del PBI nacional proveniente de múltiples sectores productivos como la pesca, el transporte fluvial, la forestación y el desarrollo inmobiliario asociado al turismo, con ejemplos relevantes en las localidades balnearias de Punta del Este, Piriápolis y La Paloma.

Considerando estos escenarios así como las proyecciones a futuro<sup>12,13</sup>, con el objetivo de establecer medidas para reducir la vulnerabilidad e incrementar en lo posible la resistencia ante los efectos negativos mencionados, en el marco de la Segunda Comunicación Nacional (2004), se elaboró en un proceso interinstitucional y pluriparticipativo el denominando Programa de Medidas Generales de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PMEGEMA) que incluye específicamente para el Sector Recursos Costeros acciones, entre otras, como promover una Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC) con énfasis en la zonificación y el ordenamiento territorial, una evaluación de los ecosistemas costeros con énfasis en aquellos con sectores vulnerables degradados, la implementación de un sistema de monitoreo de variables ambientales, oleaje, variación de la geomorfología costera, etc., al tiempo de incluir en la agenda pública la divulgación de los efectos del cambio climático en territorios asociados al entorno litoral, coadyuvando a internalizar los riesgos asociados.

<sup>11</sup> Barrenechea

<sup>12</sup> Giménez - Beathgen

<sup>13</sup> Nagy, G.; Bidegain, M.; Verocai, J.; De los Santos, B.

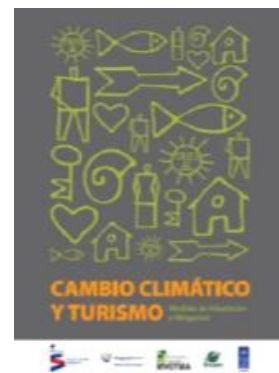
Continuando con este proceso, y como resultado de la gestión integrada, se elaboró el Programa de Adaptación de la Zona Costera de Uruguay ante el Cambio y Variabilidad Climática fundamentado en cuatro Ejes Estratégicos:

- protección y recuperación de la morfología costera
- buenas prácticas en turismo
- capacidades de prevención y respuesta ante desastres costeros
- fortalecimiento para adaptación y gestión de riesgos

Proyecto alineado transversalmente con las demás iniciativas mencionadas anteriormente, generando a su vez otros productos dirigidos a sectores específicos como el turismo en su vínculo con la adaptación a los cambios ambientales<sup>14</sup>



Canelones.gub.uy



En el marco de este contexto y con el objetivo de concertar un ámbito de coordinación y planificación de acciones privadas necesarias para la prevención de

<sup>14</sup> Gómez – Pignataro MVOTMA PNUD GEF MINTURD

riesgos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático, por Decreto PE 238/2009 se crea el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y la Variabilidad (SNRCC) integrado por varios Ministerios e Instituciones, con una revisión y actualización del mismo en 2014 cumplidos 5 años de su vigencia.



En este sentido y a efectos del fortalecimiento de las capacidades de respuestas ante eventos de desastre, protegiendo a los ciudadanos, los bienes, infraestructuras y al medio ambiente, previsión y gestión del riesgo así como a las actividades de rehabilitación y recuperación posteriores, se promulga la Ley 18.621/2009 estableciendo como sistema público y de carácter permanente el SINAE: Sistema Nacional de Emergencias.

Este hecho reviste una significativa relevancia en cuanto a la conformación de un sistema integrado por órganos estatales competentes, coordinado por el Poder Ejecutivo y con una estructura descentralizada en los 19 Departamentos del país mediante los Comités Departamentales de Emergencias CDE (Intendencia, Policía, Bomberos, Ejército, Salud Pública, Desarrollo Social y Entes Estatales) y los Centros Coordinadores de Emergencias Departamentales CEOED como recurso operativo. A efectos de instaurar con claridad los diversos conceptos asociados a la atención de emergencias por parte de todos los actores involucrados incluyendo a

la sociedad, en el Artº 4 de la citada norma jurídica se establecen varias definiciones como: alerta, riesgo, vulnerabilidad, daño, zonas vulnerables, prevención, mitigación, desastre, recuperación, etc.

Integrando este sistema se encuentra el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) organismo clave en cuanto a los pronósticos meteorológicos y a la emisión de diferentes niveles de alerta (amarillo, naranja y rojo) que ameritan la aplicación de medidas operativas y de prevención correspondientes a dichos niveles. Por ejemplo, en caso de emitirse una alerta meteorológica de nivel rojo en una zona del país, se activa el Protocolo de contingencia y se suspenden todas las actividades (laborales, educativas) al tiempo que se implementan diversos servicios para la atención de emergencias asociadas a la ocurrencia del evento.



INUMET



OBSERVA.COM

### Eventos climáticos en la costa atlántica. Medidas de adaptación

Durante el período setiembre – octubre de 2016 ocurrieron sobre la costa atlántica (incluyendo a la Reserva de Biósfera Bañados del Este) cuatro eventos climáticos severos, caracterizados en general por fuertes vientos del sector Sureste (ráfagas con velocidades superiores a 120 km/h), incremento del nivel del mar (“crecientes de tormenta”) y abundantes precipitaciones, provocando cuantiosos daños tanto en la infraestructura civil como en la morfología costera por el efecto acumulativo de procesos erosivos. Sin perjuicio de las alertas meteorológicas emitidas así como las medias de prevención, numerosas viviendas localizadas próximas a

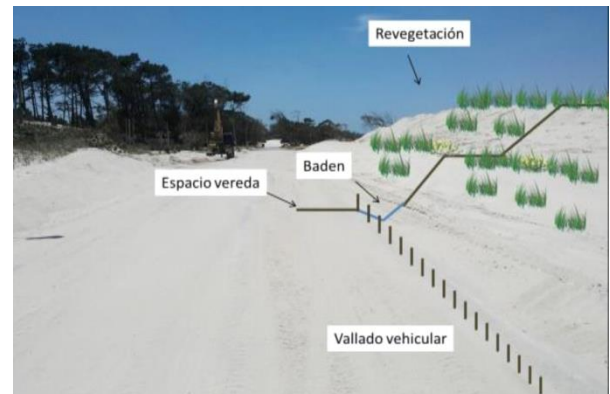


la línea de ribera, en su mayoría emplazadas en sitios públicos o comunes ocupados irregularmente, resultaron totalmente destruidas (Imágenes DINAMA – DGCM y DCC).



Ante esta situación se coordinaron acciones interinstitucionales incluyendo al Gobierno Departamental en cuanto a la remoción de restos materiales, planificación ordenada del suelo urbano costero y de recuperación y restauración del ecosistema y reducción de la erosión como medidas de adaptación a los impactos adversos. Como síntesis de la

metodología operativa con amplia participación comunitaria local, fueron colocadas cercas (vegetales) captoras de arena para reconfiguración dunar, revegetación con herbáceas nativas adaptadas al sistema (*Panicum racemosum*, *Senecio crassiflorus* e *Hydrocotyle bonariensis*), recarga con excedentes de arena en zonas vulnerables afectadas por la erosión así como regulación del acceso a la costa, vallado vehicular, gestión de drenajes, cartelería y un programa de seguimiento y monitoreo del perfil de playas<sup>15</sup>.



### Consideraciones finales

En consecuencia, los conceptos expuestos en el presente documento se enmarcan en un ámbito integral de atención frente a eventos naturales severos que comprende desde la alerta temprana, la prevención, la preparación de medidas operativas, la atención del desastre, la propia gestión del riesgo y la rehabilitación o recuperación de los diferentes sistemas, internalizados en un proceso de implementación de políticas multisectoriales y estrategias de planificación

<sup>15</sup> Depto. Gestión Costera y Marina - División Cambio Climático (interno)

y ordenamiento territorial aplicadas y con un marcado involucramiento participativo de la sociedad civil organizada.

### Referencias

5- MVOTMA - Unidad Cambio Climático - SNRCC (1997 - 2016). Comunicaciones Nacionales a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

6- BISCHOFF, S. (2005) En: BARROS, V.; MENÉNDEZ, A.; NAGY, G., (Eds.). El cambio climático en el Río de la Plata. Buenos Aires: CIM, CONICET.

7- BIDEGAIN, M.; DESHAYES, C (1992). Aspectos de la variabilidad climática secular de la precipitación en Uruguay. I Congreso Iberoamericano de Meteorología. España.

8- CAFFERA, M., G. NAGY, BIDEGAIN, M. (2005): Análisis de la estadística climática y desarrollo y evaluación de escenarios climáticos e hidrológicos de las principales cuencas hidrográficas del Uruguay y de su zona costera. Unidad de Cambio Climático, DINAMA - MVOTMA.

9- BEATHGEN, W.; GIMENEZ, A. (2007): Gestión de riesgos climáticos en el sector agropecuario para la adaptación al cambio climático. En Uruguay: El cambio climático aquí y ahora. PNUD. URUGUAY.

10- MAGRIN, G et al (2012). En: Cambio y variabilidad climática. Respuestas interdisciplinarias. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA. URUGUAY.

11- BARRENECHEA, P. (2007): Costo económico de las emergencias ambientales de origen climático. MVOTMA. Proyecto URU/98/011.URUGUAY

12- GIMENEZ, A.; BEATHGEN, W. (2009) Cambio Climático en Uruguay. Posibles impactos y medidas de adaptación. Instituto Nacional Investigaciones Agropecuarias INIA. URUGUAY.

13- NAGY, G.; BIDEGAIN, M.; VEROCAI, J.; De Los SANTOS, B.: (2016) Escenarios climáticos futuros y del nivel del mar. Modelos climáticos globales. MVOTMA. Facultad de Ciencias. Proyecto PNUD URU/11/G31. URUGUAY

14- GOMEZ, M.; PIGNATARO, G; (2011). Cambio Climático y Turismo. Medidas de Adaptación y Mitigación. Proyecto PNUD URU/07/G32). Unidad de Cambio Climático. DINAMA-MVOTMA.URUGUAY.

15- Departamento Gestión Costera - Marina y División Cambio Climático. (2018). Recuperación ecosistémica y adaptación al cambio climático en zona costera de Rocha Informe de consulta interno. DINAMA - MVOTMA. URUGUAY.

*"La naturaleza del planeta y su dinámica que por un lado permite que exista la vida por el otro garantiza que todo lugar esté sujeto en algún momento de sufrir algún evento físico potencialmente peligroso". Lavell, A.*

### 5.3 La fiebre amarilla en parques urbanos de Belo Horizonte. Reserva de Biosfera Serra do Espinhaço, Brasil

Sergio Augusto Domingues<sup>1</sup> y Fabiano Geraldo Pimenta Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Presidente de la Fundación de Parques Municipales y Zoobotánica del Ayuntamiento de Belo Horizonte, Biólogo por la Universidad Federal de Minas Gerais. Secretario Ejecutivo de la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Espinhaço. Consultor en Educación e investigador en el área de Riesgo Ambiental, Áreas Protegidas y Sostenibilidad. Coordinador del proyecto para la educación ambiental.

<sup>2</sup>Subsecretario de Promoción y Vigilancia a la Salud. Ingeniero Sanitarista, maestro en Salud Pública por la Fundación Oswaldo Cruz. Especialista en Epidemiología y Control de Endemias y Epidemiología Intermediaria y Bioestadística.

#### Introducción

Este trabajo trata del brote de fiebre amarilla salvaje en la región metropolitana de Belo Horizonte. Se han afectado los parques con ecosistemas de "Mata Atlántica" y transiciones a campos de altitud parte del corredor ecológico de la Serra do Curral. Las unidades de conservación son integrantes de la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera de la Serra do Espinhaço. El municipio es la capital administrativa del estado de Minas Gerais y la enfermedad representa una amenaza ambiental significativa para una población de más de 5 millones de habitantes. Se registraron casos de fiebre amarilla en zonas forestales de la periferia del área metropolitana de Belo Horizonte. Sin embargo, no se ha encontrado ningún caso en el área urbana.

Hay que tener en cuenta que:

A. La fiebre amarilla es una enfermedad hemorrágica viral aguda transmitida por mosquitos infectados.

B. Los síntomas de la fiebre amarilla incluyen fiebre, dolores de cabeza, ictericia, dolores musculares, náuseas, vómitos y fatiga.

C. Sólo un porcentaje de los pacientes que contraen el virus desarrollan síntomas graves causando, en este caso, el fallecimiento al 40-50% en un plazo entre 7 y 10 días.

D. El virus de la fiebre amarilla es un arbovirus endémico de las zonas tropicales. Se distribuye por 47 países siendo 34 de África y 13 de América Central y del Sur.

E. Los brotes epidémicos ocurren cuando los seres humanos infectados introducen el virus en áreas superpobladas.

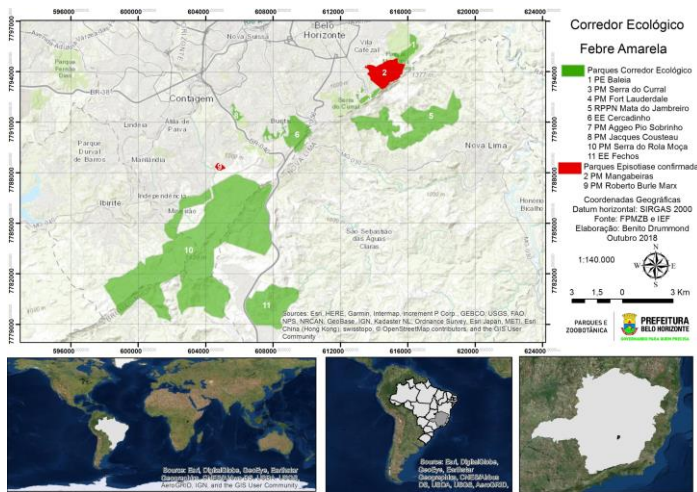
F. La fiebre amarilla es una virosis transmitida en áreas forestales por mosquitos culícidos de los géneros *Haemagogus* y *Sabethes*. En las regiones urbanas *Aedes aegypti*, vector del dengue, Zika y chikungunya, tiene potencial de transmisión.

G. Alta densidad de mosquitos en ciudades que no tienen cobertura vacunal satisfactoria. Los mosquitos infectados transmiten el virus de persona a persona. Los mosquitos dependen de crías acuáticas y

temperaturas altas para la reproducción, por lo que tienen ciclos estacionales de reproducción.

H. La prevención de la fiebre amarilla se da a través de una vacuna efectiva, segura y económicamente accesible. Una dosis única de la vacuna de la fiebre amarilla es suficiente para proporcionar inmunidad para toda la vida. La vacuna estimula la inmunidad en 30 días al 99% de las personas vacunadas.

I. Un buen tratamiento de apoyo en los hospitales mejora las tasas de supervivencia. No hay actualmente ningún medicamento antiviral específico contra la fiebre amarilla.



Por tratarse de una variante silvestre de la enfermedad, las primeras constataciones de circulación del virus vinieron de resultados de la sangre de primates no humanos (PNH). Según la Secretaría Municipal de Salud, la primera notificación de epizootia (muerte de monos) en la región de Belo Horizonte ocurrió en julio / agosto de 2016 en el municipio de Belo Horizonte, cuando hubo la captura de un PNH en el distrito de Barreiro. La captura del PNH objetivaba la colección de material biológico para análisis y vigilancia de Rabia, pero acusó positividad al examen de Fiebre Amarilla, según un examen realizado por la FIOCRUZ / PA. Este resultado de laboratorio llegó tardíamente, siete meses después de la toma de muestras, en febrero de 2017.

Al principio de 2017, monos residentes en el parque municipal de las Mangabeiras también fueron encontrados muertos con resultado positivo para la prueba de la FA. La constatación de la circulación del virus en dos puntos distintos del municipio llamó la atención sobre la conectividad entre esas áreas. En realidad existe un corredor ecológico que une los dos extremos y varios parques muy visitados por la población.



Monos sensibles al virus

Es importante resaltar que en el ciclo salvaje de la enfermedad, la circulación del virus se debe a la interacción entre los mosquitos y los primates. La picadura en primates infectados es lo que ocasiona que más vectores pueden contraer el virus. Los monos de América del Sur son sensibles al virus, se enferman como seres humanos y a menudo mueren. La muerte de los monos en una zona determinada (epizootia) es una de las principales indicaciones de la circulación del virus en la región. Así, los primates son considerados centinelas, o sea, cuando ocurren muertes de monos es una alerta para las autoridades de salud pública.



Mosquitos Sabethes, Haemagogus y Aedes

En ese ciclo, la infección humana puede ocurrir cuando las personas no vacunadas

frecuentan áreas de bosque donde hay epizootia. Algunos individuos de la población humana son infectados por picadura de mosquitos *Haemagogus* o *Sabethes* también infectados, que eventualmente descienden de las copas de los árboles cerca del suelo. Al llegar la enfermedad a los seres humanos las autoridades están obligadas a implementar, en el tiempo oportuno, acciones y estrategias para combatir y controlar la FA. El objetivo principal es impedir la urbanización de la enfermedad. En Brasil, la forma urbana de la enfermedad se considera erradicada desde 1942. El año 2017 fue marcado por la ocurrencia del brote más grande de la fiebre amarilla salvaje en Brasil.

### Metodología

#### 1 - Monitoreo de áreas verdes y vigilancia epidemiológica

Movilización de empleados en los parques para observaciones de campo. Monitoreo de grupos de primates y marcaje de senderos en puntos estratégicos del parque, con áreas de Mata Atlántica, para registros de epizootias. La epizootia se define como "presencia de animales o grupos de animales encontrados enfermos y / o muertos, incluidos los huesos, sin causa definida, que pueden preceder a la ocurrencia de enfermedades en humanos". Se considera un evento centinela, es decir, un precursor de gran valor para que se implementen acciones de intervención en la vigilancia de la fiebre amarilla. Los signos de comportamiento de los monos se complementan con la recolección sistemática de animales muertos, incluyendo la documentación fotográfica que busca los detalles que conducen a la búsqueda de la causa de muerte de los animales.



Parque Mangabeiras (Belo Horizonte)

#### 2 - Exámenes de laboratorio

Los primeros exámenes de PCR para probar la presencia de virus en la sangre de los monos se llevaron a cabo en el Instituto Evandro Chagas en Belém do Pará. Con la demanda creciente las pruebas fueron habilitadas en los laboratorios más cercanos. El tiempo para la entrega de los resultados fue un obstáculo en el control de la enfermedad. En los humanos los exámenes de sangre (RT-PCR) a veces pueden detectar el virus en la etapa temprana de la enfermedad. En las últimas etapas de la enfermedad, es necesario realizar la prueba para identificar anticuerpos (ELISA y PRNT). La OMS recomienda que todos los países de riesgo tengan al menos un laboratorio nacional en el que pueden realizar exámenes de sangre básicos para la fiebre amarilla. Un caso de fiebre amarilla, confirmado en laboratorio en una población no vacunada, se considera un brote. Un caso confirmado en cualquier contexto debe ser investigado exhaustivamente, particularmente en un área donde la mayoría de la población no ha sido vacunada. Los equipos de investigación deben evaluar y responder al brote con medidas de emergencia y planes de vacunación.

### 3 - Restricción de acceso a los parques y zoológicos

Considerando el elevado número de visitantes en los parques y zoológicos, se necesitaron medidas para restringir el acceso a las áreas de Mata y después de la confirmación de la circulación del virus de la fiebre amarilla, la decisión de cerrar los parques vino por recomendación de las autoridades sanitarias públicas de los municipios. Después de un período de cierre de estas unidades se optó por la reapertura con la condición básica para el ingreso de la presentación de la tarjeta de vacunación en la que se pueda comprobar que la inmunización se ha realizado al menos con 30 días de anterioridad. Desde el registro de la enfermedad, las acciones de monitoreo y control de los vectores se han intensificado tanto internamente como en un radio de 200 metros en los alrededores. Los primeros esfuerzos de inmunización apuntaron a los propios funcionarios de los parques. Se realizaron campañas de comunicación para clarificación y la prensa llevó a cabo una intensa cobertura principalmente con el cierre de los parques. El enfoque de las acciones se llevó a lo largo del Corredor ecológico de la Serra do Curral, comenzando en el Parque Estatal de la Ballena, el Parque de las Mangabeiras, el dique del Parque da Serra do Curral, el Parque Barreiro y el Parque Aggeo Pio Sobrinho, los últimos cuatro de la responsabilidad de la Fundación de Parques Municipales y Zoobotánica de la ciudad de Belo Horizonte.

### 4 - Campaña de vacunación

Ante la ocurrencia de casos humanos sospechosos de fiebre amarilla salvaje o epizootias, la vacunación se intensificó inmediatamente. Se realizó principalmente en los hogares y peri-domicilios de los casos sospechosos, extendiéndose por todo el

municipio. La campaña tuvo como objetivo alcanzar una cobertura de vacunación del 95%. En 2017, la Secretaría Estatal de Salud - SES / MG distribuyó 9 899 866 dosis de la vacuna. En 2018, fueron 2 697 580 de dosis para cubrir las áreas estratégicas.

Las personas excluidas de la vacuna comprenden:

- Bebés menores de 9 meses
- Mujeres embarazadas
- Personas con alergias severas a la proteína del huevo
- Personas con inmunodeficiencia grave por VIH / SIDA



Campaña de vacunación

### 5 - Investigación e identificación del vector

El levantamiento de mosquitos cerca de los lugares de circulación del caso sospechoso de la enfermedad (Región de alrededores de los Parques) fue realizado por FIOCRUZ. Los esfuerzos se canalizaron en la región del Parque de las Mangabeiras dado el gran flujo de personas que presenta la región, la cercanía del parque con diversos barrios de la ciudad y la muerte de primates no humanos.

### 6 - Limpieza para la eliminación de criaderos

Los mutirões (forma de trabajo colectivo que reúne varias familias, vecinos y parientes) de limpieza realizados en el interior de los parques buscaron la eliminación de criaderos

acuáticos de mosquitos. Otras intervenciones como encuestas en cajas de agua, limpieza de canalones, contenedores de basura y desobstrucción de canales ya forman parte de la rutina.

El riesgo de transmisión de la fiebre amarilla en las zonas urbanas puede reducirse, eliminando los nichos potenciales de reproducción de los mosquitos mediante la aplicación de larvicidas en los depósitos de agua y otros lugares donde existe agua estancada. La pulverización de insecticidas para matar a los mosquitos adultos durante las epidemias urbanas puede ayudar a reducir el número de mosquitos, reduciendo así las fuentes potenciales de transmisión de la fiebre amarilla.

Históricamente, las campañas de control de vectores se centran en el *Aedes aegypti*, el vector de la fiebre amarilla urbana, sin embargo, tales acciones para combatir los mosquitos no llegan a las especies silvestres en las áreas de forestales, por lo que no tienen un efecto práctico sobre transmisión de la fiebre amarilla salvaje.

### 7 - Reabrir los parques

De acuerdo con el Reglamento Sanitario Internacional (RSI), los países tienen el derecho de pedir a los viajeros que presenten un certificado de vacunación contra la fiebre amarilla. Si hay razones médicas para no ser vacunadas, deberá ser certificado por las autoridades competentes. El RSI es un marco legalmente vinculante para inhibir la propagación de enfermedades infecciosas y otras amenazas para la salud. Exigir a los viajeros un certificado de vacunación depende del criterio de cada país. Inspirado en ese acuerdo, considerando el alto número de visitantes en los parques y zoológico de la ciudad, considerando el riesgo de contaminación humana en áreas donde comprobadamente fue detectada la

presencia del virus, la alcaldía de Belo Horizonte condicionó la visita de esas unidades a la presentación de la tarjeta de vacunación, con al menos 30 días de antelación, de fiebre amarilla.

### Resultados

En el período de vigilancia 2016/2017 (julio / 2016 a junio / 2017) se registraron 475 casos confirmados de Fiebre Amarilla en el estado de Minas Gerais, y de éstos, 162 evolucionaron hasta la muerte. Desde el comienzo del segundo período de monitoreo de la Fiebre Amarilla (julio / 2017 a junio / 2018), 446 casos de la enfermedad fueron confirmados en Minas Gerais, de estos casos, 150 evolucionaron hasta la muerte y otros 567 casos permanecen en investigación. Se registraron casos de fiebre amarilla en zonas forestales de la periferia del área metropolitana de Belo Horizonte. Sin embargo, no ha sido encontrado ningún caso en el área urbana.



De los casos confirmados totales de fiebre amarilla salvaje, 387 (86,8%) son del sexo masculino y 59 (13,2%) del sexo femenino. Entre las muertes, 10 fueron mujeres, representando el 6,7% del total de muertes confirmadas. Todos los casos se han confirmado en laboratorio. La edad mediana de los casos confirmados es de 48 años (0 - 88 años). La letalidad por la fiebre amarilla en Minas Gerais en el período de 2017/2018 es de aproximadamente el 33,6% (Tabla 1).

Todavía hay una estimación de 1 606 357 personas no vacunadas contra la fiebre amarilla, especialmente en el rango de edad de 15 a 59 años, que fue también la más afectada por la epidemia de fiebre amarilla

silvestre que se produce en 2017. Entre los 853 municipios del Estado, el 21,22% (181) de ellos no alcanzó el 80% de la cobertura de vacunas; otros 30,95% (264) de los municipios tienen entre el 80% y el 94,9% de sus residentes vacunados; con más del 95%, son 47,83% (408) de las ciudades mineras con recomendación de vacunas.

Faixa etária	Casos		Óbitos		Letalidade (%)
	N	%	N	%	
0 a 9 anos	2	0,4	1	0,7	50,0
10 a 19 anos	14	3,1	1	0,7	7,1
20 a 29 anos	31	7,0	5	3,3	16,1
30 a 39 anos	65	14,6	12	8,0	18,5
40 a 49 anos	142	31,8	55	36,7	38,7
50 a 59 anos	86	19,3	31	20,7	36,0
60 ou mais	106	23,8	45	30,0	42,5
<b>Total</b>	<b>446</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>33,6</b>

Fonte: DVA/SVEAST/SES-MG – Data da atualização: 03/04/2018

\*dados parciais, sujeitos a alteração

## Discusión

La Secretaría municipal articulada y fortalecida con el trabajo multiprofesional, inter e intra sectorial, no escatimó esfuerzos para evitar una epidemia en el municipio, actuando de manera integrada y segura en todos los puntos de acción. En un municipio tan grande y heterogéneo las acciones programadas para contener la enfermedad fueron prontamente implementadas, evitando la urbanización del virus de la FA y promoviendo la protección de la población. Ejemplo de ello fue el cierre y la reapertura de los parques de la capital según la evaluación de riesgo y monitoreo continuo de las epizootias.

Todavía se necesitan muchos avances, principalmente en la agilidad del análisis y resultado de exámenes para el diagnóstico de la FA en primates no humanos, que son llevados a cabo por otros órganos. Pero cada desafío proporciona la reflexión, los cambios en los procesos de trabajo, la

mejora de la articulación entre los actores involucrados y la adopción de medidas apropiadas y oportunas.

Una extensa área verde continua en la región metropolitana de Belo Horizonte formada por unidades de conservación municipales, estatales y federales fueron consideradas para establecerse un paralelo con la propagación del brote de fiebre amarilla silvestre. A lo largo de este corredor ecológico fue posible establecer una relación geográfica con la circulación del virus, con el indicador de epizootias.

En este sentido, las iniciativas de gestión compartida de las áreas naturales protegidas principalmente por ley son fundamentales. La contigüidad de estos territorios favorece el flujo génico, manteniendo la diversidad de las poblaciones de fauna y flora. Además, son responsables de la prestación de servicios ambientales indispensables, especialmente cuando consideramos las zonas urbanas. Entre estos servicios hay que citar el mantenimiento de la diversidad biológica, la producción de agua, el drenaje pluvial, la estabilización climática, la polinización, la reducción de la contaminación, el secuestro de carbono y el control epidémico.

## Resumen

Este trabajo trata del brote de fiebre amarilla salvaje en la región metropolitana de Belo Horizonte. La fiebre amarilla es una enfermedad hemorrágica viral aguda transmitida por mosquitos infectados y sus brotes epidémicos ocurren cuando los seres humanos infectados introducen el virus en áreas superpobladas. Se registraron casos de fiebre amarilla en zonas forestales de la periferia del área metropolitana de Belo Horizonte. Sin embargo, ningún caso ha sido encontrado en el área urbana.

Por tratarse de una variante silvestre de la enfermedad, las primeras constataciones de



circulación del virus vinieron de resultados de la sangre de primates no humanos (PNH). Enfatizamos que en el ciclo salvaje de la enfermedad, la circulación del virus se debe a la interacción entre los mosquitos y los primates. Los monos de América del Sur son sensibles al virus, se enferman como seres humanos y a menudo mueren. La muerte de los monos en una zona determinada (epizootia) es uno de los principales indicadores de la circulación del virus en la región. Los signos de comportamiento de los monos se complementan con la recolección sistemática de animales muertos, incluyendo la documentación fotográfica que busca los detalles que conducen a la búsqueda de la causa de muerte de los animales. Un caso confirmado en cualquier contexto debe ser investigado exhaustivamente, particularmente en un área donde la mayoría de la población no ha sido vacunada. Los equipos de investigación deben evaluar y responder al brote con medidas de emergencia y planes de vacunación. Considerando el elevado número de visitantes en los parques y zoológicos, las medidas deben restringir el acceso a las áreas de Mata.

Ante la ocurrencia de casos humanos sospechosos de fiebre amarilla salvaje o epizootias, la vacunación se intensificó inmediatamente. La campaña tuvo como objetivo alcanzar una cobertura de la vacunación del 95%. La Secretaría municipal articulada y fortalecida con el trabajo multiprofesional, inter e intra sectorial, no escatimó esfuerzos para evitar una epidemia en el municipio, actuando de manera integrada y segura en todos los puntos de acción. En un municipio tan grande y heterogéneo las acciones programadas para enfrentar la enfermedad fueron prontamente implementadas, evitando la urbanización del virus de la FA y promoviendo la protección de la población.

Una extensa área verde continua en la región metropolitana de Belo Horizonte formada por unidades de conservación municipales, estatales y federales fueron consideradas para establecerse un paralelo con la propagación del brote de fiebre amarilla salvaje. Por fin, a lo largo de este corredor ecológico fue posible establecer una relación geográfica con la circulación del virus, con el indicador de epizootias.

### Bibliografía

<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/18/Guia-febre-amarela-2018.pdf>

[http://www.saude.mg.gov.br/images/noticias\\_e\\_eventos/000\\_2018/01-jan-fev-marc-abril/DocFebreAmarela/NOTA%20TCNICA%20FA%2003%202018%20final.pdf](http://www.saude.mg.gov.br/images/noticias_e_eventos/000_2018/01-jan-fev-marc-abril/DocFebreAmarela/NOTA%20TCNICA%20FA%2003%202018%20final.pdf)

[http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Boletim\\_Febre%20Amarela\\_03.04.2018.pdf](http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Boletim_Febre%20Amarela_03.04.2018.pdf)

<http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Nota%20Informativa%20dose%20%C3%BAnica%20FA.pdf>

[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/saude/2018/documentos/boletim-de-vigilancia-em-saude-febre-amarela\\_0.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/saude/2018/documentos/boletim-de-vigilancia-em-saude-febre-amarela_0.pdf)

<https://portal.fiocruz.br/noticia/conheca-semelhancas-e-diferencas-entre-mosquitos-transmissores-da-febre-amarela>

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/pt/>

GARDNER, C. L.; RYMAN, K. D. Yellow Fever: A Reemerging Threat. *Clinics in Laboratory Medicine*, [S.l.], v. 30, n. 1, p. 237-260, Mar. 2010.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle da febre amarela no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, [S.l.], v. 44, n. 3, p. 555-558, 2010.

#### 5.4 Cambios naturales y antrópicos sobre el sistema socioecológico de la Reserva de Biosfera Pantanal: bases para la Gestión del Riesgo en el corredor ecológico, económico y cultural del río Paraguay, Brasil

Carolina Joana da Silva<sup>1,2,3</sup>, Wilkinson Lopes Lázaro<sup>3</sup>, Nilo Leal Sander<sup>3</sup>, Simoni Maria Loverde<sup>4</sup>, Solange Ikeda-Castrilon<sup>3</sup>, Angélica Vilas Boas da Frotá<sup>3</sup>, Breno Dias Vitorino<sup>3</sup>, Hugmar Pains da Silva<sup>4</sup>, Oldemar Carvalho Júnior<sup>5</sup>, Rafael de Almeida<sup>6</sup>, Joari Costa de Arruda<sup>2</sup>, Michele Morais<sup>2</sup>, Carolina dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consejo Nacional de la Reserva de la Biosfera del Pantanal

<sup>2</sup>Programa de Pos-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (Rede Bionorte da Amazônia Legal) – Universidade do Estado de Mato Grosso

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais – Universidade do Estado de Mato Grosso

<sup>4</sup>Universidade Federal de Mato Grosso

<sup>5</sup>Instituto Ekko Brasil

<sup>6</sup>Universidade de Cornell

#### Introducción

El programa MAB UNESCO (Man and Biosphere) comenzó en Brasil en 1974, cuando el gobierno brasileño definió como meta crear al menos una gran Reserva de la Biosfera en cada uno de sus seis Biomas. Sin embargo, sólo en 1991, un año antes de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo ECO-92 en Brasil, se produjo la creación de la primera reserva, denominada Reserva de la Biosfera de la Mata Atlántica y Cinturón verde de la Ciudad de São Paulo. Desde entonces, el Gobierno brasileño y la UNESCO han creado las Reservas de Biosfera para los biomas Cerrado (1994), Pantanal (2000), Caatinga (2001) y Amazonia Central (2001), faltando aún el bioma campos del sur (Brasil, 2018a).

Brasil sólo vino a firmar la Convención Ramsar en 1993, teniendo como principal justificación el hecho de que el país posee el 20% de su territorio (7 millones de km<sup>2</sup>) como

Áreas Húmedas (AU) o humedales. La UNESCO adoptó el término Sitio Ramsar, en alusión a la Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional, realizada en Irán, en la ciudad de Ramsar, en 1971. En 2014, el gobierno brasileño publicó el sistema de Clasificación de zonas húmedas, incluyendo áreas costeras, interiores y artificiales. Se resalta que, entre los humedales interiores, el 90% está sometido al pulso de inundación, siendo el Pantanal un símbolo de esta condición.

El área del Pantanal brasileño fue declarada Patrimonio Nacional por la Constitución Brasileña de 1988, protegiendo áreas de relevante interés internacional de acuerdo con la convención de humedales RAMSAR. En 2000, el Pantanal fue considerado como Reserva de la Biosfera por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO. En 2004, en la 7ª Conferencia Internacional sobre

Humedales, el Pantanal fue indicado como una de las áreas inundables que merecen observaciones especiales por su importancia global (Brasil, 2004).

Los estudios desarrollados en el Pantanal para la clasificación de sectores del río Paraguay (Wantzen et al., 2005), la clasificación de Humedales (Junk et al. 2014, Nunes da Cunha et al. 2017), la caracterización de macrohábitats del sitio Ramsar Estación Ecológica de Taiama, (Frota et al., 2017) y de los macrohábitats del Corredor Ecológico, Económico y Cultural del Río Paraguay en la Reserva de la Biosfera del Pantanal, pueden ser la base para el mapeo, evaluación y monitoreo de riesgos en las áreas nucleares de la Reserva de Biosfera del Pantanal, y están siendo propuestos por los proyectos "Dinámicas ecológicas en la Llanura de Inundación del Alto Río Paraguay del PELD -Programa de Investigación Ecológica de Larga Duración-", en el sitio Ramsar Estación Ecológica de Taiama y el "Corredor Ecológico, Económico y Cultural del río Paraguay" (Brasil, 2017) criterios e indicadores para el análisis de riesgos en la Reserva de la Biosfera del Pantanal, involucrando tres Unidades de Conservación, conectadas por el corredor ecológico del río Paraguay, de las cuales dos tienen el título de Sitio Ramsar.

### Área de estudio

El Pantanal está ubicado en la depresión del alto río Paraguay 16 a 20° S y 55 a 58° O, que se extiende entre el antiguo escudo cristalino de Brasil Central y su zona de transición hasta el pie de los Andes. El Pantanal posee una ocupación territorial de cerca de 160 000 km<sup>2</sup>, de los cuales cerca de 140 000 km<sup>2</sup> pertenecen a Brasil, 15 000 km<sup>2</sup> a Bolivia y 5 000 km<sup>2</sup> al Paraguay (Figura 1).

El clima en el Pantanal es caluroso, con una estación seca definida de mayo a septiembre, y una estación lluviosa de

octubre a abril. La precipitación anual varía de 1250 mm en la parte norte, cerca de Cáceres, a 1089 mm, en la parte sur, cerca de Corumbá. Cerca de Cuiabá, la temperatura media mensual varía entre 27,4°C en diciembre, y 21,4°C en julio (Junk et al., 2006). La biodiversidad del Pantanal esta descrita en detalle en Harris et al. (2005) y Junk et al. (2006).

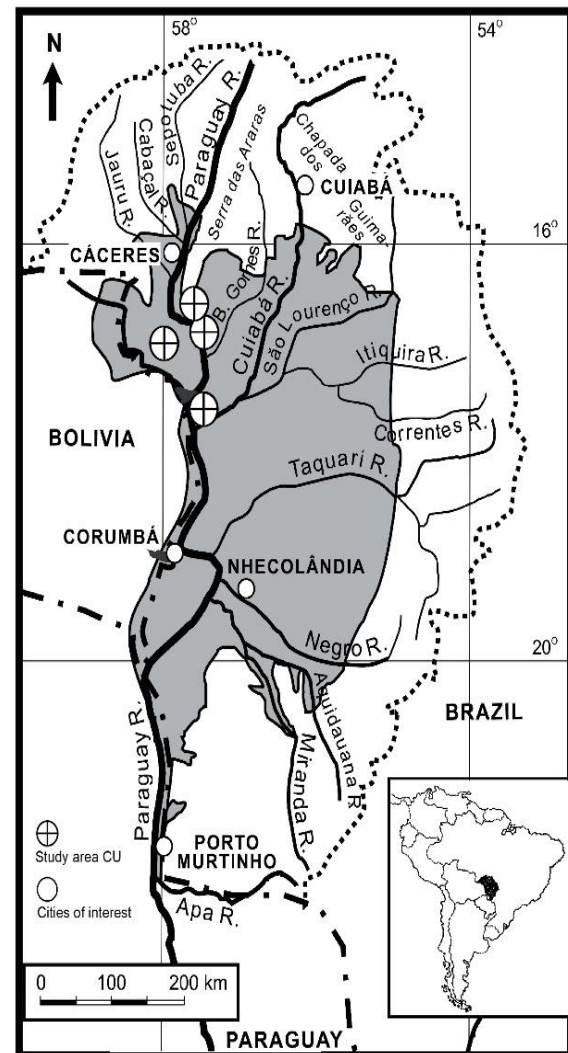


Figura 1. Cuenca Hidrográfica del Río Paraguay cubriendo los estados brasileños de Mato Grosso y Mato Grosso del Sur, y Bolivia.

Junk et al. (2014) clasificaron el Pantanal de Mato Grosso en el sistema de humedales interiores, como segundo nivel jerárquico de humedales, sujeto a pulsos de inundación previsibles, monomodales, de baja amplitud y larga duración. El área es considerada

como una llanura inundable, caracterizada por el pulso de inundación monomodal, con un prominente período anual de fase acuática y terrestre (Junk, Da Silva, 1999). Wantzen et al. (2005) divide el Río Paraguay, entre la ciudad de Cáceres y la Estación Ecológica de Taiamã, en tres sectores: meándrico, recto y fluvio-lacustre. Estos sectores componen parte del área de estudio del Proyecto CORE (Corredor Ecológico, Económico y Cultural del Río Paraguay) y del Proyecto Dinámicas ecológicas en la Llanura de Inundación del Alto Río Paraguay del PELD Pantanal - Programa de Investigación Ecológica de Larga Duración- (Brasil, 2017) en el Sitio Ramsar Estación Ecológica de Taiamã, área nuclear de la RB Pantanal.

### Levantamiento de datos

Las Áreas Protegidas, Unidades de Conservación y Tierras Indígenas, de la RB Pantanal fueron analizadas en macro escala, en cuanto a la presencia y el grado del riesgo (alto, medio y bajo), asociados a emprendimientos hidroeléctricos, modos de transporte (Hidrovía Paraguay-Paraná) y la expansión agrícola utilizando el análisis DPSIR -Drivers, Pressure, Status, Impact, Responses- (Da Silva et al., 2015). Las características hidro-ecológicas identificadas por Wantzen et al (2005) en el trecho de la ciudad de Cáceres-Estación Ecológica de Taiamã (sectores meándrico, recto y fluvio-lacustre) fueron estratificadas en macrohábitats, en el marco del proyecto CORE. Los macrohábitats fueron identificados, delimitados y cuantificados en campo y posteriormente en SIG, se aplicó una clasificación supervisada. En este estudio solo presentamos la identificación y la cuantificación de los macrohábitats en los tramos del río Paraguay.

Los indicadores de cambios ecológicos se relacionaron con la conectividad, los

atributos ecológicos de las comunidades asociadas al río y a las lagunas parentales. Cada macrohábitat del río fue caracterizado de acuerdo con la presencia o ausencia de dique marginal, cubierta vegetal, tipología del canal, grupo ecológico de macrófitas acuáticas, altura y composición de la vegetación, caracterización del canal principal, y presencia y funcionalidad temporal de conexiones laterales con lagunas parentales.

Las lagunas fueron analizadas en cuanto a la tipología, formato, tamaño, variables fisicoquímicas del agua (pH, conductividad eléctrica, turbidez y temperatura), presencia o ausencia de bancos de macrófitas acuáticas con sus respectivos grupos ecológicos y la funcionalidad de conexión lateral. También se analizaron las comunidades ícticas, fitoplanctónicas, perifíticas, la avifauna y la mastofauna acuática, contando con el apoyo de especialistas en cada área.

### Resultados

#### Riesgos en las unidades de conservación

La Reserva de la Biosfera Pantanal (RBP) en Mato Grosso posee siete Unidades de Conservación (UCs), cinco de administración Federal (RPPN Dorochê, RPPN Jubran, RPPN Estancia Ecológica SESC Pantanal, Estación Ecológica de Taiamã, Parque Nacional del Pantanal Matogrossense) y dos de administración estatal (Parque Estatal del Guirá y Parque Estadual Encuentro de las Aguas). En Mato Grosso del Sur existen cinco Unidades de Conservación, siendo dos de administración Federal (Parque Nacional de la Serra da Bodoquena y RPPN Fazenda Río Negro) y tres de administración estatal (Parque Estatal Pantanal del Río Negro, Estrada Parque del Pantanal y APA Río Cênico). De las UCs citadas, Estancia Ecológica SESC Pantanal, Estación Ecológica de Taiamã, Parque Nacional del Pantanal de

Mato Grosso y RPPN Fazenda Río Negro son Sitios Ramsar (Brasil, 2018a).

Las Unidades de Conservación en Mato Grosso fueron descritas y analizadas en cuanto al grado de riesgo (Matriz 1). Una síntesis del análisis DPSIR muestra las interacciones entre los impulsores, las presiones (emprendimientos hidroeléctricos, de transporte a lo largo de la Hidrovía Paraguay-Paraná y la expansión agrícola, el estado del ecosistema, los impactos y las respuestas (Figura 2).

### Macrohábitats y riesgos para las funciones y estructuras ecológicas

La estratificación de los sectores meándrico, recto y fluvioacustre en macrohábitats, permitió el análisis de nueve criterios, expresados en los macrohábitats y respectivos indicadores de cambios y escalas de medición. El levantamiento en campo identificó, en un análisis preliminar, 17 tipos de macrohábitats, 10 indicadores y 16 escalas de medición (Anexo 1).

Los sectores funcionales con la mayor diversidad de macrohábitats fueron el meándrico y el rectilíneo, con 14 tipos de macrohábitats cada uno. El sector de meandros fue caracterizado por la mayor presencia de playas arenosas, bosques monoespecíficos y lagunas parentales. El sector rectilíneo tuvo como característica predominante la presencia de bosques poliespecíficos, inundables o no. En el sector de transición fluvioacustre, los campos inundables y poco inundables fueron los macrohábitats predominantes.

Los principales riesgos son la erosión, el asentamiento y la rectificación de las curvas del río, y están asociados a los impulsores (controladores) causados por políticas públicas e iniciativas privadas, caracterizadas en las presiones de los emprendimientos hidroeléctricos, de navegación, la Hidrovía Paraguay-Paraná, y la expansión de la agricultura, fueron enumerados en el anexo 1 y resumidos en la Figura 3. Los cambios en los patrones de descarga de los ríos de la cuenca del Alto Paraguay, así como el cambio del uso del suelo en la cuenca, pueden representar impactos severos en el estado de la estructura y funcionamiento del ecosistema, alteraciones en el régimen de pulso de inundación y conectividades longitudinales y laterales en la llanura de inundación. Los posibles efectos resultantes de las represas

Unidad Conservacion	CATEGORÍA	ÁREA (ha)	ESTADO	RIESGOS	GRADO
Estación Ecológica Taiama	Protección integral	11.200	Sitio Ramsar, aprobado en septiembre de 2018	1. Emprendimientos Hidroeléctricos 2. Hidrovía Paraguay-Paraná 3. Expansión Agropecuaria	1. Medio 2. Alto 3. Medio
Reserva Particular de Patrimonio Natural SESC Pantanal	Uso sostenible	18.436	Sitio Ramsar,	1. Expansión agropecuaria	1. Medio
Parque Estadual Guirá	Protección integral	114.000	-	1. Emprendimientos hidroeléctricos 2. Hidrovía Paraguay-Paraná	1. Medio 2. Alto
Parque Nacional del Pantanal	Protección integral	135.000	Sitio Ramsar Patrimonio de la humanidad	1. Emprendimientos hidroeléctricos 2. Hidrovía Paraguay-Paraná 3. Expansión agropecuaria	1. Bajo 2. medio 3. bajo
Reserva Particular de Patrimonio Natural Jubran	Uso sostenible	35.531	-	1. Emprendimientos hidroeléctricos 2. Hidrovía Paraguay-Paraná 3. Expansión agropecuaria	1. Bajo 2. Alto 3. bajo
Estación Ecológica Serra das Araras	Protección integral	28.700	-	1. Expansión agropecuaria	1. Medio

Matriz 1. Riesgos socio ambientales relacionados con las unidades de conservación en la Reserva de la Biosfera del Pantanal, en el estado de Mato Grosso, Brasil

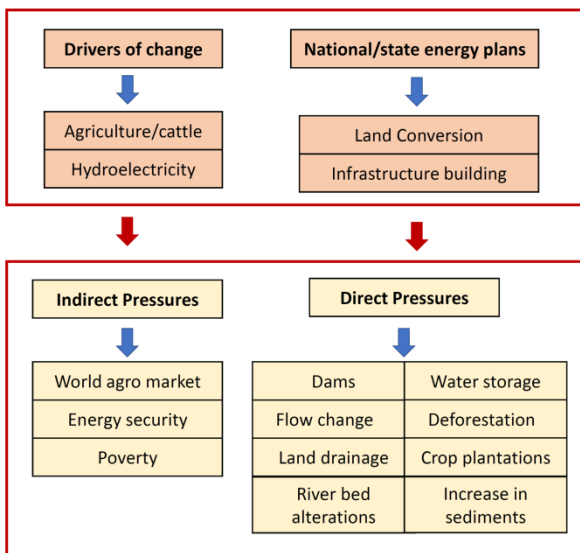


Figura 2. Síntesis de factores de estrés para la Reserva de la Biosfera Pantanal (Adaptado de Da Silva et al., 2015).

hidroeléctricas y las implementaciones de infraestructura en el canal principal del río por la hidrovía pueden causar impactos irreversibles en el sistema. Por un lado, existe la posible retención de sedimentos y nutrientes en los depósitos de unidades de fábricas hidroeléctricas, resultando en la regulación del flujo de agua. Por otro lado, existe la posibilidad del aumento de la suspensión de sedimentos pobres en nutrientes en la columna de agua, ocasionado por el paso de barcazas y dragados para la ampliación y profundización de los canales naturales del río, aumentando la turbidez de la columna de agua.

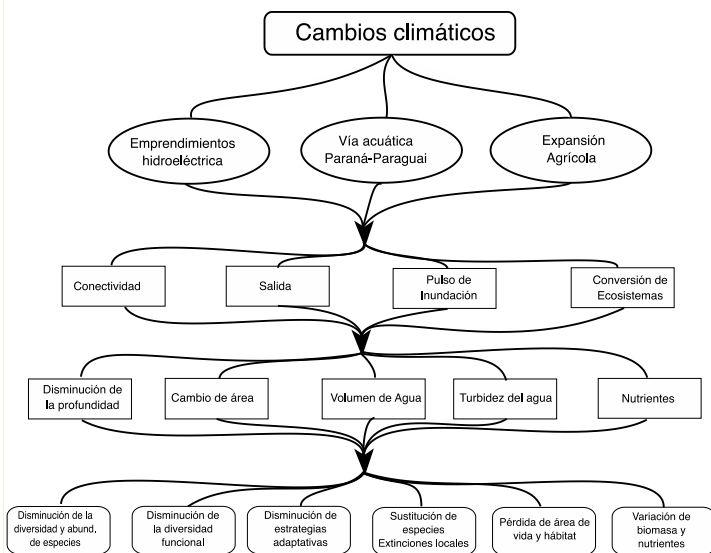


Figura 3. Interacciones ecológicas, sociales y económicas entre los controladores, presiones en la biodiversidad, perspectivas de cambios climáticos y de emprendimientos en la cuenca del Alto Paraguay (PH = Plantas Hidroeléctricas, HPP = Hidrovía Paraguay-Paraná y expansión agrícola)

Los posibles efectos de los cambios en curso pueden ser relacionados con la pérdida de biodiversidad funcional y del número de especies, cambios de biomasa de grupos funcionales de productores primarios acuáticos, sustitución de especies, además del cambio de patrones comportamentales de especies ícticas, aves y mamíferos acuáticos.

## Discusión

Los factores ambientales, sociales y económicos ya no se pueden ver por separado. Las autoridades necesitan desarrollar propuestas de uso de los biomas sobre bases sostenibles, como bien promulga la Constitución Federal de 1988. El mejoramiento de leyes y reglamentos, que hacen que esas regiones de hecho estén más protegidas, es necesario y depende del empoderamiento educativo y del conocimiento más fundamentado de la población sobre el tema (Da Silva, Girard, 2004), subsidiando la formulación de políticas públicas que contemplen una discusión más técnica y profundizada de la propuesta Ley del Pantanal (Irigaray et al., 2017).

Las unidades de conservación en la Reserva de la Biosfera del Pantanal ejercen la función de áreas nucleares, núcleos de conservación de la biodiversidad y de las aguas. En el Río Paraguay se encuentran la Estación Ecológica de Taiamã, el Parque Nacional del Pantanal, la RRPN Jubran, y el Parque del Guirá, de las cuales las dos primeras también tienen el sello de Sitio Ramsar. En el entorno de esas UCs están las áreas de amortiguación, con recomendación de uso restringido. En la extensión más externa a las áreas nucleares, se encuentran las zonas con recomendaciones de usos socioambientales más sostenibles. Sin embargo, la ocupación actual causa riesgos a la integridad biológica de estos territorios, como ejemplo los proyectos de expansión agrícola y el número excesivo de emprendimientos hidroeléctricos.

En el contexto del análisis DPSIR (Da Silva et al. 2015) y extendido a la RB Pantanal, en este estudio las respuestas dadas por la sociedad civil han influido profundamente en la gestión ambiental del Pantanal, postergando las presiones ambientales causadas por los emprendimientos. Las respuestas del gobierno, aunque más lentas,

ya empiezan a dar resultados, aunque sean insuficientes y con riesgo de ser alteradas. Entre estas respuestas tenemos el nombramiento de un grupo de especialistas para estudiar y aprobar la clasificación nacional de humedales brasileños en el Comité de Zona Húmeda del Ministerio de Medio Ambiente y la consiguiente publicación de la Recomendación N° 7 de 2015 para el Uso y Conservación de humedales (Brasil, 2015); el nombramiento del Consejo Nacional de la Reserva de la Biosfera y Comités estaduais, en los estados de Mato Grosso y Mato Grosso del Sur, en 2017; la inducción del proyecto de Evaluación del Impacto de Emplendimientos Hidroeléctricos en el Pantanal, de la ANA - Agencia Nacional de las Aguas-, previsto para ser concluido en 2020 y que ya resultó en la suspensión de la entrega de licencias, en la esfera federal, para la construcción de esos emplendimientos, hasta la conclusión del estudio (Brasil, 2018b). Se agrega a ello la indicación y aprobación del gobierno brasileño a través del Comité de Humedales de la indicación de la Estación Ecológica de Taiamã para recibir el título de sitio Ramsar por la UNESCO y su aprobación en 2018 (Brasil, 2018c).

### Consideraciones finales

Las Unidades de Conservación de la Cuenca del Alto Paraguay representan áreas núcleos de la Reserva de la Biosfera del Pantanal, muchas reconocidas con el sello de Sitio Ramsar, con condiciones limitadas de uso, apoyadas por la Convención. Estas UCs albergan muestras significativas de la biodiversidad brasileña y del Pantanal, en diferentes escalas espaciales y temporales, de las poblaciones al paisaje, tipificadas en los macrohábitats y sus áreas de contacto. Estas unidades de paisaje posibilitan un análisis de criterios e indicadores estratificados y diversificados, pero al mismo tiempo integrativos, para la gestión del

riesgos en la RB Pantanal, amenazada, en mayor o menor escala, por los emplendimientos hidroeléctricos, el transporte multimodal y la expansión agrícola. El mantenimiento de la integridad ambiental y los servicios ecosistémicos de la Reserva de la Biosfera del Pantanal depende enteramente de la gestión integrada de las características ecológicas, sociales y culturales que delimitan sus ecosistemas, así como de la integración entre las demandas de crecimiento económico y preservación socioambiental, vida y biodiversidad sudamericana.

### Referencias bibliográficas

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2004). 7a. Conferencia internacional sobre áreas úmidas. Disponível em: [www.ma.gov.br/7a.conferencia](http://www.ma.gov.br/7a.conferencia) internacional de áreas umidas. Acessado em 20/10/2018.

Brasil. Ministerio do Meio Ambiente (2015). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Recomendação CNZU nº 7 - Ministério do Meio Ambiente Disponível em: [www.mma.gov.br/.../Recomendacao%20CNZU%20n%207%20con...](http://www.mma.gov.br/.../Recomendacao%20CNZU%20n%207%20con...) Acessado em 30/10/2018.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2018a). Áreas protegidas. Disponível em: [www. Áreas protegidas/instrumento - de- gestão/ reserva da biosfera](http://www.areasprotegidas/instrumento-de-gestao/reservada-biosfera). Acessado em 04/09/2018.

Brasil. Ministerio do Meio Ambiente (2018b) ANA – Agencia Nacional da Agua (2018b). Resolucao No 64, de 04 de setembro de 2018 Documento no 00000.054763/2018-16. Diario Oficial da Uniao, no. 175, 2018. [www.arquivos.ana.gov.br](http://www.arquivos.ana.gov.br), resolucao no. 64. Acessado em 20/10/2018.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2018c) Sitio Ramsar. Disponível em: [www. Áreas protegidas/Sitio Ramsar](http://www.areasprotegidas/SitioRamsar). Acessado em 04/09/2018.

Brasil. CNPq (2017) Plataforma lattes/ currículo Carolina Joana silva/ projetos. Disponível em: [www.CNPq.br/plataforma\\_lattes](http://www.CNPq.br/plataforma_lattes). Acessado em 05/09/2018.

Da Silva, C. J., Girard, P. (2004). New Challenges in the Management of the Brazilian Pantanal and Catchment Area. *Wetlands Ecology and Management*, 12: 553-561.

Da Silva, C. J., et al. (2015). Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay-Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Land Use and Policy*. 47: 163-178.

Frota, A. V. B., Ikeda-Castrillon, S. K., Kantek, D. L. Z., Da Silva, C. J. (2017). Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. *Bol.Mus.Emílio Goeldi. Cienc.Nat.* 12(2): 239-254.

Harris, M. B., Mourao, G., Tomas, W., Da Silva, C. J., Sonoda, F., Fachin, E., Guimaraes E. (2005). Safeguarding The Pantanal Wetlands: threats and conservation. *Conservation Biology*, ( 19): 714-720/

Junk, W. J., Da Silva, C. J. (1999). O Conceito de Pulso de Inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. Pp.17-28. In: *Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal: Manejo e Conservação*. Corumbá - MS, 1996. Brasília, Embrapa - CPAP.

Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Lourival, R., Wittmann, F., Kandus, P., Lacerda, L. D., Bozelli, R. L., Esteves, F. A., Nunes da Cunha, C., Maltchik, L., Schöngart, J., Schaeffer-Novelli, Y., Agostinho, A. A., Nobrega, R. L. B., Camargo, E. (2015): Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. In: Cunha, C. N., Piedade, M. T. F., Junk, W. J. (Org.). *Classificação e Delineamento das Áreas*

Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats. 1ed. Cuiabá: INCT-INAU – EdUFMT: 13-76.

Junk, W. J., Cunha, C. N., Wantzen, K. M., Petermann, P., Strüssmann, C., Marques, M. I., Adis, J.(2006). Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquat.Science*. 68:278-309.

Nunes da Cunha, C., Piedade, M. T. F., Junk, W. J. (2015). Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. In: *Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats*. 1ed. Cuiabá: INCT-INAU – EdUFMT, 166p.

Wantzen, K. M., Drago, E., Da Silva, C. J. (2005). Aquatic habitats of the Upper Paraguay river-floodplain-system and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecology & Hydrobiology* 6(2):107-126.



Característica del ecosistema	Criterio/macrohábital	Indicador	Medida	Limnología	Árboles	Macrófitas acuáticas	Fitoplancton/Perifiton	Peces	Aves	Mamíferos
Estructura del ecosistema	Laguna parental	Alteración de la profundidad	Altura de la profundidad	Acortamiento del ciclo de nutrientes y energía	Alteración de la estrategia adaptativa;	Disminución de riqueza de especies	Aumento de cianobacterias y disminución de la diversidad funcional	Disminución de riqueza de especies	Alteración de los grupos funcionales	Migración, disminución de la población
		Alteración del área	Tamaño del área	Acortamiento del ciclo de nutrientes y energía	Reclutamiento de nuevas especies	Alteración de los grupos funcionales	Aumento de cianobacterias y disminución de la diversidad funcional	Aumento de detritívoros y dominación de organismos adaptados al estrés	Alteración de los grupos funcionales	Migración, disminución de la población
		Alteración de la turbidez	Aumento del material en suspensión / color verdadero	Alteración de la estructura de la comunidad	-	Aumento de especies emergentes	Disminución de especies y productividad	Disminución de riqueza de especies	Alteración de los grupos funcionales y disminución de especies piscívoras	Migración, disminución de la población
Estructura del ecosistema	Campo poco inundado	Alteración del área	Tamaño del área	-	Presencia de especies específicas de regiones de sabana	-	-	-	-	-
Estructura del ecosistema	Campo inundable	Alteración del ecosistema	Presencia de árboles y arbustos	-	-	-	-	-	-	-
Estructura del ecosistema	Bosque Monoespecífico general	Alteración de las comunidades	Sustitución de especies	-	Reclutamiento de especies, Tendencia de J no invertido; Disminución de estrategias adaptativas	-	-	-	Alteración de la comunidad	-
			Alteración de riqueza y abundancia	-	Reclutamiento de especies; Disminución de estrategias adaptativas	-	-	-	-	-
Estructura del ecosistema	Pasto plantado	Alteración de cubierta vegetal	Alteración de comunidades	-	-	-	-	-	Aumento de especies generalistas	Disminuir el área de distribución de las especies
Estructura del ecosistema	Bosque Poliespecífico general	Alteración de las comunidades	Sustitución de especies	-	Reclutamiento de especies; Disminución de estrategias adaptativas	-	-	-	Aumento de especies terrestres y disminución de especies acuáticas	-

			Alteración de riqueza y abundancia	-	Reclutamiento de especies; Disminución de estrategias adaptativas	Disminución de riqueza	Disminución de riqueza	Disminución de riqueza	-	-
<b>Estructura de ecosistema</b>	Playa Arenosa/bancos de arena	Alteración del área	Tamaño del área	Aumento del área de deposicional	Colonización	-	-	Creación de nuevos hábitats	Disminución de sitios de nidificación y invernada, y pérdida poblacional	-
			Presencia / Ausencia	Aumento del área de deposicional	Expansión-retracción de bosques	-	-	Creación de nuevos hábitats	Alteración de rutas migratorias	-
<b>Función del ecosistema</b>	Flujo en el canal principal del río	Alteración de la conectividad longitudinal	Embalses	Sedimentación		Ruptura del flujo génico	Ruptura de dispersión de especies	Ruptura de flujo génico	Alteración en el uso del hábitat	Si gradual y adaptado al sistema, positivo por el aumento de áreas para el cuidado de las crías. Si no, pérdida de la capacidad de soporte del ambiente
			Disminución del flujo	Alteración de amplitud y duración del pulso de inundación	-	Ruptura de flujo génico	Ruptura de dispersión de especies	Ruptura de flujo génico	Alteración en la comunidad y uso del hábitat	-
			Aumento de la movimentación de carga del fondo	Dragado para la navegación	-	Ruptura de flujo génico	-	Ruptura de flujo génico	-	-
			Alteración de la capacidad, velocidad, cantidad y calidad del material transportado	Ruptura de flujo de energía y masa	-	Ruptura de flujo génico	Disminución de especies y diversidad funcional	Ruptura de flujo génico	-	-
<b>Función del ecosistema</b>	Flujo en el canal principal del río	Alteración de la conectividad longitudinal	Aumento del número y área de bancos de arena	Ruptura del flujo de agua	Colonización			Creación de nuevos hábitats	Alteración de rutas migratorias	
<b>Función del ecosistema</b>	Flujo en los canales laterales del río	Alteración de la funcionalidad del canal	Tamaño del área/profundidad	Disminución del nivel de la columna de agua	Expansión de los bosques	Cambio de grupos funcionales	Cambio de grupos funcionales	Cambio de grupos funcionales	Disminución de la riqueza y abundancia	Pérdida de área de alimentación y cuidado de crías
			Cambio en el tiempo de funcionamiento	Disminución/Ruptura de flujo de agua	Expansión de los bosques	Cambio de grupos funcionales	Cambio de grupos funcionales	Cambio de grupos funcionales	Disminución de la riqueza y abundancia	Pérdida de área de alimentación y cuidado de crías

Anexo 1. Matriz de criterios e indicadores de riesgo para las estructuras y funciones del ecosistema Pantanal

## 5.5 Las inundaciones, la sociedad y los humedales: alternativas para reducir su impacto. Reserva de Biosfera del Sistema Arrecifal Veracruzano, México

Patricia Moreno-Casasola<sup>1</sup>, Adolfo Campos C.<sup>1</sup>, Iris Neri Flores<sup>2</sup>, Luis Alberto Peralta-Pélaez<sup>3</sup>, Roberto Monroy I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México

<sup>2</sup> Consultor independiente

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Nacional de México/IT Veracruz

[patricia.moreno@inecol.mx](mailto:patricia.moreno@inecol.mx)

### Introducción

La zona costera se caracteriza por la presencia de varios tipos de ecosistemas costeros, restringidos a esta delgada franja, que interactúan entre sí. Las interacciones entre la tierra y el mar se producen principalmente a lo largo de las playas costeras y las dunas y a través de diferentes tipos de humedales inundados, formando un gradiente. En las llanuras costeras, el agua dulce que fluye por la escorrentía superficial y el agua subterránea que baja desde las montañas hasta la costa, da vida a los humedales. En las zonas bajas o áreas de descarga de la cuenca se encuentran humedales de agua dulce que permanecen inundados por largos períodos de tiempo, desde algunos meses hasta casi todo el año. Los pantanos o humedales de agua dulce (popales) se inundan la mayor parte del año y no tienen influencia del mar, aunque los tulares toleran una ligera salinidad. Las selvas inundables se inundan solo unos cuantos meses del año, y algunas de sus especies toleran una salinidad baja. A medida que nos acercamos al mar, la salinidad comienza a aumentar debido a la acción de las mareas, las olas y la penetración de la cuña de sal. En los manglares se mezclan el agua dulce y marina, incrementándose la salinidad y las inundaciones no son permanentes. Hacia el mar se ubican los estuarios y los arrecifes,

inundados permanentemente con agua salina. La mezcla de agua de mar y agua dulce de diferentes orígenes crea un gradiente de salinidad y un gradiente de inundación o nivel de inundación, que fluctúa durante el día (debido al efecto de las mareas) y también durante el año, haciendo de la zona costera una región sumamente dinámica.

Los humedales proporcionan gran cantidad de servicios ecosistémicos a la sociedad. Algunos de ellos están asociados al suelo y su interacción con el agua y se consideran como servicios hidrológicos. El suelo y el agua son dos recursos cruciales en la vida diaria y en las actividades humanas. Los suelos almacenan y filtran el agua dulce y protegen contra las inundaciones en las zonas costeras. La retención de agua por el suelo se define como la capacidad del suelo para capturar, almacenar y liberar agua, la cual está relacionada con su textura, estructura, contenido de materia orgánica y la manera en que se usa. Todo ello determina la capacidad del suelo para capturar, retener y liberar agua. Cuando el agua llega a la superficie del suelo, ya sea por precipitación o por irrigación artificial, se infiltra en el suelo y se almacena en los poros. Cuando no se absorbe, corre sobre su superficie y ayuda a recargar las corrientes y los ríos, contribuyendo al mantenimiento de los flujos

ecológicos en las masas de agua superficiales. El suelo y el agua interactúan constantemente. En los suelos de humedales, la capacidad de almacenamiento de agua es el espacio disponible para retener agua y es una función del nivel superior del nivel freático: cuanto mayor es el nivel del agua, menor es la capacidad de almacenamiento del humedal.

Las inundaciones y las sequías son eventos extremos que se espera que ocurran con mayor frecuencia e intensidad en el futuro (Teixeira et al., 2014). El suelo mitiga el impacto de estos eventos al limitar la escorrentía superficial al captar parte del agua de lluvia, tanto como lo permita su capacidad máxima de almacenamiento, y aún más si el agua se está moviendo fuera de ella y hacia los acuíferos.

### Metodología

El 17 de septiembre de 2010 el huracán Karl tocó tierra 15 km al norte del Puerto. El área inundada se incluyó en el Sistema de Información Geográfico de la zona. La inundación también se presentó en zonas bajas urbanizadas en varios de los municipios de la zona y en las áreas bajas cubiertas por humedales. Éstos fueron ubicados con base en imágenes Rapid Eye con una resolución espacial de cinco metros. Con el programa eCognition se realizó una clasificación supervisada y mediante ArcGis se incorporó al SIG. Se sobrepusieron los datos de LIDAR.

Se instalaron 31 piezómetros desde la zona costera hacia el interior. Se monitorearon cada mes para ver la fluctuación del nivel del agua. La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo se analizó en muestras de suelo tomadas por horizonte en perfiles de suelo excavados hasta una profundidad de un metro (Campos et al., 2011).

También se realizaron entrevistas con los pobladores para conocer sus experiencias y percepciones sobre las inundaciones que han padecido y conocer las soluciones que consideran pueden ayudar.

### Resultados y discusión

En el estado de Veracruz en el Golfo de México se ubica la conurbación de Veracruz (ciudad y puerto) y la ciudad de Boca del Río, pertenecientes a los municipios con el mismo nombre. Hacia tierra adentro se localizan los municipios rurales de Medellín, Jamapa y Manlio Flavio Altamirano, que constituyen las tierras bajas de la cuenca de los ríos Jamapa y Cotaxtla. En la zona también se localiza la Reserva de Biosfera del Sistema Arrecifal Veracruzano y tres reservas estatales (Manglares de Arroyo Moreno, Lagunas Interdunarias de Veracruz y Humedales de Tembladeras). En los dos municipios conurbados con litoral viven 752111 personas: en Boca del Río 142 207 y en Veracruz 609 904 habitantes.

Los piezómetros colocados en la zona mostraron que subterráneamente las zonas topográficamente altas donde se encuentra el mayor número de lagunas interdunarias (que corresponden a la ANP y a los piezómetros de Tembladeras y Tarimoya) funcionan como zonas locales de recarga subterránea (Figura 1). Existe un nivel de elevación del nivel estático (piezométrico) de 10 msnm, lo que indica una saturación del suelo por lo que las lagunas interdunarias son alimentadas por el flujo subterráneo, lo que permite que se mantengan con agua en cualquier época del año. Hidrogeológicamente existe un flujo subterráneo del noroeste de la conurbación hacia el sureste lo que contribuye a la formación de los cuerpos de agua superficiales, como es la zona de la Laguna Olmeca-Tembladeras (ANP estatal), la que al ser topográficamente baja tiene una alta

saturación de agua proveniente tanto de escurrimientos superficiales como subterráneos, y que en el área del manglar del ANP de Arroyo Moreno funciona como zona de descarga subterránea.

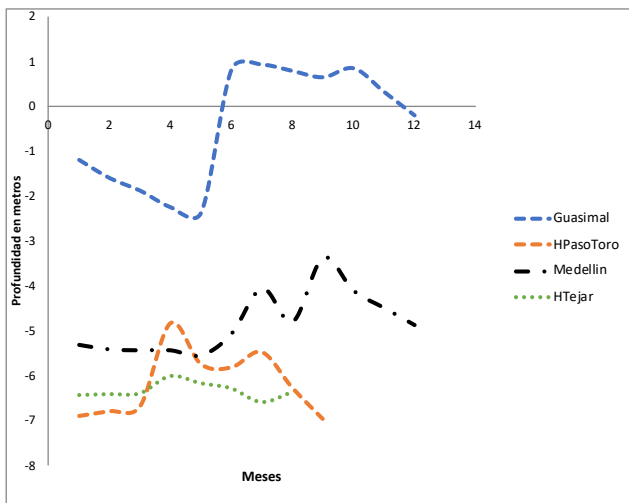
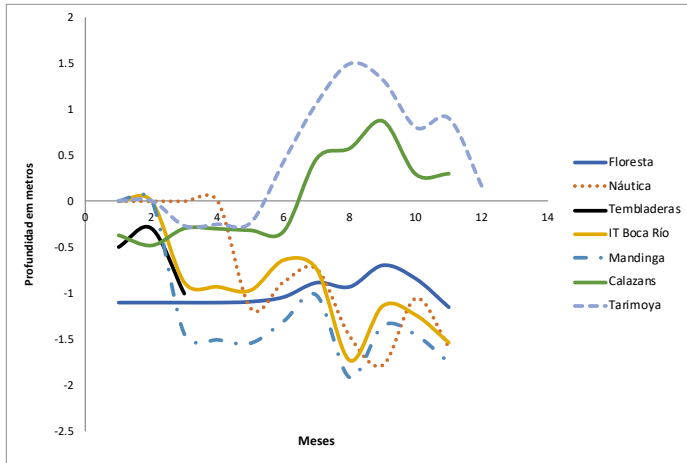


Figura 1. Datos de los piezómetros marcando el nivel del agua. El cero marca el nivel del suelo. Por arriba hay inundación. La primera gráfica muestra piezómetros en la conurbación con dos sitios con una inundación fuerte (Calazans y Tarimoya). La gráfica de abajo muestra los piezómetros en varios de los municipios. Guazimal corresponde a las zonas bajas que se muestran en el mapa de la figura 2

En la figura 2 se presenta el funcionamiento hidrológico. Se muestra la localización de algunos de los piezómetros mencionados en la figura 1. Se indica el área de inundación del huracán Stan y los puntos de verificación de campo que se usaron para medir la inundación real (Neri-Flores, 2017). También puede apreciarse la elevación del terreno y

las zonas bajas que rodean a la conurbación, parte de las cuales están ocupadas por humedales.

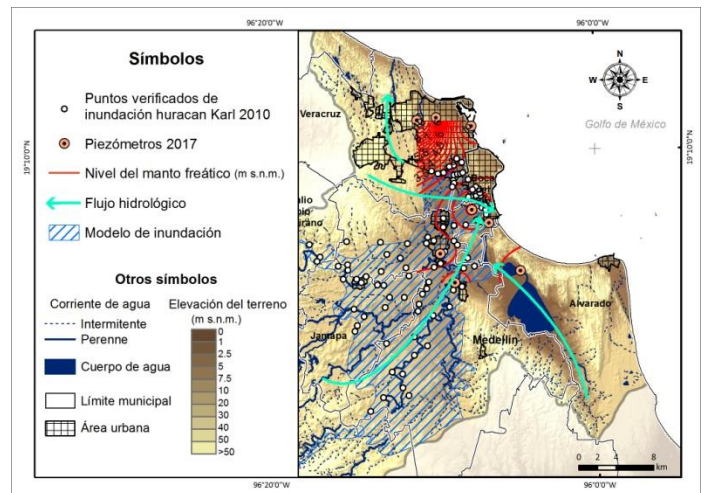


Figura 2. Funcionamiento hidrológico de la Cuenca Baja de los ríos Jamapa-Cotaxtla. Las flechas indican las direcciones de los flujos de agua superficial y las líneas rojas el nivel del manto freático. También aparece el área de inundación del huracán Stan y los puntos en campo en que se verificó el nivel del agua. Se indica la red de piezómetros instalados en 2017

Las inundaciones se producen todos los años en alguna parte de la conurbación. Una causa es por las lluvias intensas que traen los huracanes que afectan cada año la región. Particularmente devastador fue el huracán Stan en 2010, en que se desbordaron el Río Jamapa y el Río Cotaxtla produciendo fuertes inundaciones (Neri, 2017). En las zonas bajas, es decir las zonas de descarga de la cuenca, se eleva el manto freático, alimentado por los escurrimientos subsuperficiales que bajan por la cuenca, como muestran algunos de los piezómetros de la figura 2 (Neri-Flores et al., 2014). Son áreas en las que se establecen humedales. El aumento de los desarrollos inmobiliarios en la conurbación provocado por el crecimiento del puerto y del desarrollo turístico se ha dado sobre potreros inundables, es decir humedales que han sido usados para la cría de ganado (Moreno-Casasola et al., 2012; Rodríguez-Medina et al., 2017). Al ser zonas bajas, hacia estos sitios también fluye el agua

subsuperficial haciendo que en estas superficies, un vez iniciada la época de lluvias, el manto freático comience a elevarse (Figura 2).

El funcionamiento de interacción agua subterránea-agua superficial-humedales tiene que ser tomado en cuenta, ya que ante eventos extremos como el mencionado, pueden funcionar como zonas de amortiguamiento. En la figura 2 se observa la extensión de la zona de inundación y el área del ANP de Tembladeras-Laguna Olmeca marca el límite de la zona inundable, lo contrario en la zona sin humedales donde la inundación se extendió más y donde están las colonias que son vulnerables a inundaciones como El Floresta, Puente Moreno, La Carranza, por mencionar algunas.

Se analizó la contribución potencial del suelo en el almacenamiento de agua a una profundidad de un metro en varios tipos de humedales. Varió en función de las propiedades del suelo de cada sitio y del tipo de humedal (Figura 3). La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo en los manglares es menor que la que se almacena en los humedales herbáceos y en las selvas inundables de agua dulce. Hay que recordar que en la zona se ubica el manglar de Arroyo Moreno, los humedales de Tembladeras y las Lagunas Interdunarias.

Los humedales de agua dulce (tanto las selvas inundables como los popales, es decir los humedales herbáceos) almacenan agua en el suelo, casi nueve veces su peso en agua, reduciendo los picos de inundación (Campos et al., 2011 y 2016). Los manglares y humedales transformados en potreros también cumplen esta función pero son menos eficientes (Figura 3). De ahí la necesidad de mejorar y restaurar estas capacidades sobre todo en los potreros

inundables, cuando se busca recuperar su función durante las inundaciones.

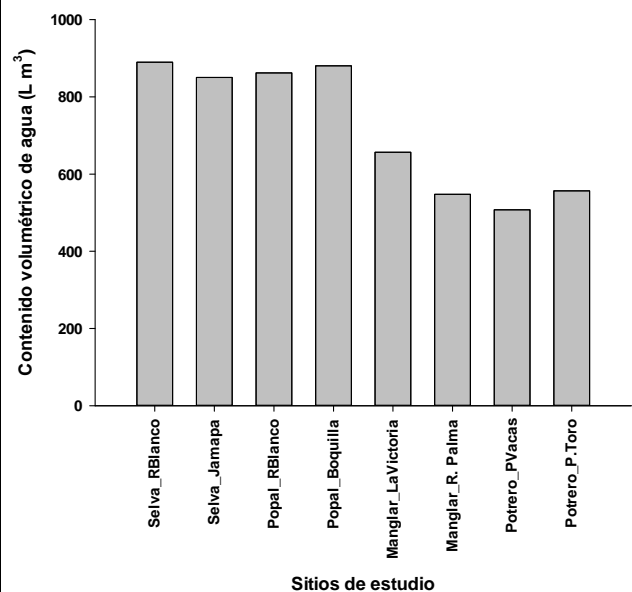


Figura 3. Cantidad de agua almacenada en el suelo a una profundidad de un metro en distintos tipos de humedales (manglares, selvas inundables, humedales herbáceos de agua dulce -popales-, y humedales transformados en potreros inundables) en Veracruz

El sistema arrecifal veracruzano protege la conurbación de Veracruz-Boa del Río. Ferrario et al. (2014) analizaron la capacidad de los arrecifes para atenuar el oleaje encontrando que llegan a reducirlo hasta en un 97%. Secairo Fajardo et al. (2017) encontraron que el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo, disipa 30-45% más energía del oleaje que una playa sin arrecifes como Cancún. En Veracruz, este servicio ecosistémico ha evitado que las marejadas producidas durante los huracanes, por ejemplo Stan, inunden la zona urbana más cercana al litoral. Este servicio cobrará importancia con la elevación del nivel del mar.

El servicio ecosistémico de provisión de recursos incluye el suministro de agua dulce, fundamental en nuestra vida cotidiana. Recargar el nivel freático con agua de infiltración permite reponer la principal fuente de agua para la agricultura, las ciudades y las fábricas. En la costa, una capa freática

con suficiente agua fresca ayuda a contener la cuña de sal y evita la salinización de pozos y cultivos. El servicio de regulación del ecosistema reduce los picos de las inundaciones y ayuda a reducir sus impactos, ya que los poros del suelo se van llenando de agua, filtrándose lentamente al manto freático, reduciendo la cantidad de agua superficial. Estos servicios son fundamentales en nuestra realidad actual de cambio climático para la cual se predicen eventos más extremos de mayor intensidad. Los pantanos y los humedales herbáceos son fundamentales para reducir los picos de inundación porque hacen que el agua fluya más lentamente, produciendo menos daños y al actuar como una barrera a la infiltración del agua de mar, estos ecosistemas ayudan a contener la intrusión salina y garantizan el suministro de agua dulce (Campos et al., 2011).

En las zonas rurales de gran parte de las zonas tropicales, los humedales se han transformado en áreas potrerizadas, para cría de ganado vacuno. Esta práctica se ha desarrollado en todo tipo de humedales, pero sobre todo en las selvas inundables debido a su fertilidad, la tala brinda madera, permanecen inundadas pocos meses del año y no se inundan con agua salina como los manglares. La eliminación de la vegetación del humedal y el pisoteo del ganado producen pérdida de materia orgánica y compactación. La degradación de la estructura del suelo suele ir acompañada de una reducción en su capacidad de retención de agua. En particular, la compactación se produce a medida que aumenta la densidad aparente del suelo y, en consecuencia, la porosidad disminuye, con tamaños de poro más pequeños que dominan (USDA-NRCS, 2000).

La integridad de las propiedades del suelo en estos humedales está en riesgo debido a su transformación en pasturas para ganado y

de desarrollos inmobiliarios para los cuales los humedales se drenan y rellenan para dar paso a la construcción de complejos urbanos. Existe un alto riesgo de perder la materia orgánica que se ha acumulado en los suelos orgánicos cuando se drenan los humedales, ya que esto afectaría significativamente sus capacidades de almacenamiento de agua así como de carbono. En este contexto, es esencial proteger esta capacidad de retención debido a los múltiples beneficios colaterales, como la mejora de la calidad del agua, la biodiversidad, la erosión del suelo, su contribución a los ciclos de nutrientes, la producción de biomasa y la regulación de eventos extremos como inundaciones.

Las inundaciones se pueden reducir a través de dos mecanismos. El primero consiste en actualizar y modernizar el programa de desarrollo urbano asegurando que no se otorgan permisos de cambio de uso del suelo para urbanización en zonas bajas. El segundo es construir una Reserva de la Biosfera urbana que conjunte a las actuales ANPs y añada los terrenos con humedales, restaurando la capacidad de almacenar agua de las zonas potrerizadas así como manteniendo e incrementando los corredores riparios a orilla de los ríos. Esto permitiría formar áreas de amortiguamiento tanto del lado del mar, como hacia tierra adentro y a la orilla de los ríos que permitirían reducir el impacto de las inundaciones en la urbanización (Figura 4). Los humedales marcados en verde en el mapa, forman un cinturón que recibe las aguas de escurrimiento subterráneas de la cuenca. El restaurar la capacidad de los potreros inundables para almacenar agua en el suelo, ayudará a reducir los picos de inundación en la zona urbana. Las aguas de escurrimiento superficial de la cuenca bajan por los ríos Jamapa y Cotaxtla. La recuperación de corredores riparios, ayudado en algunas zonas por obras de

ingeniería más tradicionales, ayudará a reducir la fuerza y velocidad del agua de desborde de los ríos durante tormentas y huracanes. Para ambos planteamientos, es fundamental contar con la participación y organización de la sociedad local.

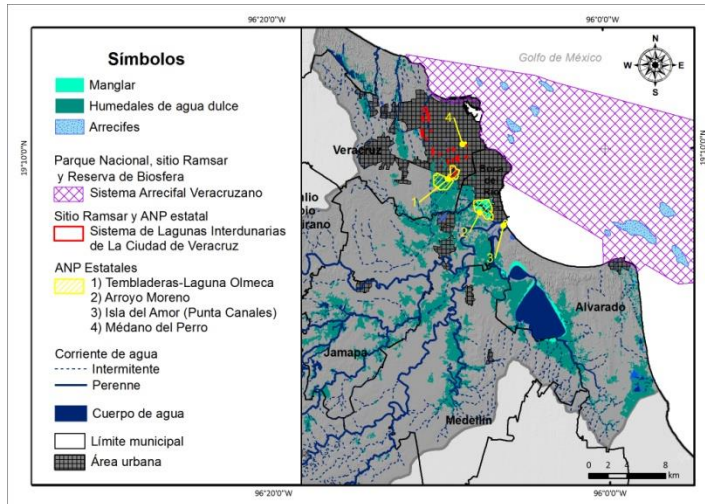


Figura 4. Mapa de la parte baja de la cuenca (y sus municipios) donde se indica la localización de la Reserva de Biosfera del Sistema Arrecifal Veracruzano que protege de las marejadas. También se muestra la ubicación de los manglares y actuales reservas protegidas estatales, que funcionan como zonas de acumulación de agua y vasos comunicantes que ayudan a la regulación de dichas aguas. Finalmente se ubican los humedales de agua dulce, incluyendo los potrerizados, que forman una banda que rodea a la conurbación.

Los humedales son ecosistemas de gran valor para la sociedad. Su uso para prevenir o atenuar desastres en zonas costeras bajas ha sido documentado. Frecuentemente este papel solo se atribuye a los manglares, y sin embargo, como se muestra en este trabajo, los humedales de agua dulce juegan un papel de gran importancia en el almacenamiento de agua dulce en el suelo y su filtración al manto freático.

## Resumen

El presente trabajo muestra el papel potencial de distintos tipos de humedales (sistema arrecifal, manglares y humedales de agua dulce) para reducir las inundaciones en una zona urbana, tomando como estudio de

caso la conurbación del puerto y ciudad de Veracruz y Boca del Río, en el Golfo de México. Se analiza la interacción del agua superficial con el agua subterránea a través de piezómetros colocados en el área de inundación del huracán Stan, así como la capacidad de almacenamiento de agua en los suelos de los humedales y su papel para reducir la intrusión salina. Con los resultados obtenidos se propone la creación de una Reserva de Biosfera urbana, junto con un plan de desarrollo urbano que ayude a reducir el impacto de las inundaciones en la urbanización.

## Bibliografía

- Campos, C. A., M. E. Hernández, P. Moreno-Casasola, E. Cejudo Espinosa, A. Robledo-Ruiz, y D. Infante-Mata. 2011. Soil water retention and carbon pools in tropical forested wetlands and marshes of the Gulf of Mexico. *Hydrological Science Journal* 56(8): 1–19.
- Campos, C. A., A. Pale Pale, A. y E. Juárez. 2016. Servicios hidrológicos de los suelos de humedal: la capacidad de almacenamiento de agua. In: Moreno-Casasola, P. Ed. *Servicios Ecosistémicos de Selvas y Bosques Costeros de Veracruz*. Costa Sustentable no 8. INECOL-ITTO-CONAFOR-INECC. 132–144.
- Ferrario, F., M. W. Beck, C. D. Storlazzi, F. Micheli, Ch. C. Shepard y L. Airolidi. 2014. The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/ncomms4794.
- Moreno Casasola, P., H. López Rosas y K. Rodríguez Medina. 2012. From tropical wetlands to pastures on the coast of the Gulf of Mexico. *Revista Pastos* 42 (2): 183-215.
- Neri-Flores, I., F. O. Escolero, T. S. Pérez y T. G. Riquer. 2014. Inundaciones por agua subterránea en zonas costeras. Caso de estudio: acuífero de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 66: 247-261.



Neri-Flores, I. 2017. Dinámica del agua subterránea-agua superficial y su relación con las inundaciones en zonas costeras. PhD. Tesis, UNAM. Ciudad de México.

Rodríguez-Medina, K., P. Moreno-Casasola y C. Yáñez-Arenas. 2017. Efecto de la ganadería y la variación estacional sobre la composición florística y la biomasa vegetal en los humedales de la costa central del Golfo de México. *Acta Botanica* 119: 79-99.

Secaira Fajardo, F., B. R. Regueroy y C. A. Acevedo Ramírez. 2017. Importance of reefs and dunes in the protection of the coast. Technical series: The role of natural systems in coastal dynamics in the Mexican Caribbean and the impact of human activities in its current condition. The Nature Conservancy, Mexico.

Teixeira, W. G., M. B. Ceddia, M. Ottini y V. Donnagema. 2014. Application of Soil Physics in Environmental Analyses: Measuring, Modelling and Data Integration. Springer International Publishing, Suiza.

USDA-NRCS. 2000. Urban Soil Compaction. Urban Technical Note No. 2. Soil Quality Institute, Auburn, Alabama.

## 5.6 Patrimonio y reducción de riesgos en la Reserva de Biosfera La Selle, Haití: problemas, desafíos y perspectivas

Dieufort Deslorges

Candidato al Doctorado en Etnología y Patrimonio, Université Laval,  
Québec, Canada

Miembro del CELAT (Centre de Recherche Cultures-Arts-Sociétés, Université  
Laval)

Secretario permanente adjunto de la Comisión nacional haitiana de  
cooperación con la UNESCO

[ideslorges@yahoo.fr](mailto:ideslorges@yahoo.fr), [ideslorges@gmail.com](mailto:ideslorges@gmail.com)

### Introducción

Haití es el hogar de sitios naturales y culturales de grandes valores, incluidas dos Reservas de la Biosfera: La Selle y La Hotte. La Reserva de Biosfera La Selle, con una superficie de 377000 hectáreas, fue declarada en el año 2012. Alberga una población de 260 000 habitantes repartidos en 36 secciones comunales. Cuenta doce comunas de dos departamentos geográficos: Oeste y Sudeste (CNHCU, 2011).

Una Reserva de la Biosfera armoniza la gestión y conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo socioeconómico sostenible. Asegura la identificación, protección y conservación de los sitios culturales y naturales, bajo el principio de equidad intergeneracional. En esta perspectiva, combina los esfuerzos de las comunidades locales y las del mundo científico.

¿Cómo puede la Reserva de la Biosfera La Selle contribuir a reducir los riesgos sobre el patrimonio natural y cultural que contiene?  
¿Cuáles son los elementos que deben conservarse o qué restos del patrimonio que se debe salvaguardar y proteger en la Reserva? ¿Cómo conciliar la reducción de riesgos y las necesidades de desarrollo?  
¿Cómo pensar la reducción del riesgo y el

desarrollo sostenible en relación con la debilidad y la multiplicidad de actores, con la inestabilidad ambiente, en un entorno de pobreza y un desarrollo globalmente anárquico?

Este aporte aborda el potencial patrimonial de la Reserva de la Biosfera La Selle. También identifica la vulnerabilidad, los riesgos ambientales y los problemas de conservación. Da la responsabilidad a las más altas autoridades haitianas para salvaguardar la biodiversidad cultural en beneficio de las generaciones futuras.

### Metodología

La metodología de investigación adoptada combina una consulta de documentación existente y encuestas etnológicas. Revisa el marco conceptual del patrimonio natural y cultural, de las Reservas de Biosfera y de la reducción del riesgo de desastres. Las encuestas, de tipo participativo, se centraron en el patrimonio y los riesgos incurridos. Incluyeron varios elementos: reuniones con los propietarios de patrimonio y especialistas, entrevistas semiestructuradas, discusiones abiertas, focus-group, visitas de campo, intercambios con los administradores de Reservas y observaciones directas.

## Resultados

### El patrimonio de la Reserva de la Biosfera La Selle

La Convención de 1972 sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural se deriva de la fusión de dos movimientos separados. Uno enfrenta las amenazas a los sitios culturales. El otro es la preservación de la naturaleza. Esta convención reconoce la interacción entre el ser humano y la naturaleza y la necesidad fundamental de preservar el equilibrio entre los dos. También es la razón de ser del Programa Internacional de la UNESCO sobre el Hombre y la Biosfera.

En efecto, desde hace casi 50 años, la existencia misma de una Reserva de Biosfera implica que las comunidades tomen conciencia de su potencial, su futuro común y sus interacciones con el planeta Tierra. Trabajan juntos, con responsabilidad, para construir sociedades prósperas en armonía con la diversidad biológica y cultural (UNESCO, 2017). En 1992, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el valor intrínseco de la biodiversidad y el valor de la diversidad y sus componentes ambientales, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos. Estos elementos juegan un papel fundamental en la historia y el desarrollo socioeconómico de las comunidades. Por lo tanto, tienen una dimensión cultural y patrimonial muy importante (Maury 2009, ABV des 7, 2014). Aunque modesta, la biodiversidad es la cuna de la historia, usos, prácticas, ritos, mitos, ... (Maury, 2009).

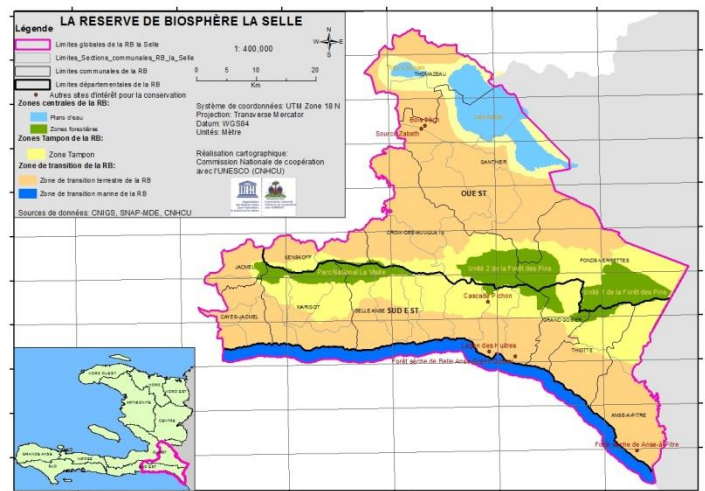
#### a. Patrimonio cultural

En términos culturales, la Reserva de la Biosfera La Selle es el hogar de:

- cuevas (aún no inventariadas) y la fortaleza Ogé en Jacmel, que son monumentos de

especial valor desde el punto de vista arqueológico, histórico y científico;

- el centro histórico de Jacmel que data de la época colonial. Este patrimonio físico aún conserva "toda su coherencia plástica, urbana y arquitectónica" (CNHCU, 2011). La arquitectura, la unidad del edificio o su integración en el paisaje tienen un valor especial desde el punto de vista de la historia, el arte o las prácticas tradicionales en el entorno urbano;
- Áreas topográficas que están llenas de belleza, como Source Zabeth y Bois Frèch (Ganthier). Son de interés desde el punto de vista histórico, etnológico o antropológico;
- Paisajes culturales que demuestran manifestaciones interactivas entre las comunidades y su entorno natural. El paisaje de Savane Zombi con su desarrollo agrícola es una referencia (CNHCU, 2011).



#### b. Patrimonio natural

La reserva también alberga un rico "patrimonio natural":

- Monumentos naturales, formaciones físicas y biológicas. La roca "Colombier" en el medio marino y la cascada Pischon en Belle-Anse, por ejemplo;
- Formaciones geológicas y fisiográficas. El Parque Nacional La Visite en Seguin, la Reserva Forestal Forêt-des-Pins en Fonds-

Verrettes y el Bosque Seco Boukara en Anse-à-Pitres tienen un alto nivel de endemismo de flora y fauna. Constituyen el hábitat de especies animales y vegetales valiosas y amenazadas;

- El pico más alto de Haití, el pico La Selle, 2680 m sobre el nivel del mar (CNHCU 2011); el lago natural más grande de Haití, el lago Azuéli o el estanque de salmón (181 km<sup>2</sup> (DPC, 2016);
- por lo tanto, una variabilidad de los ecosistemas, de montaña a mar, que forman parte de uno de los centros más grandes de biodiversidad y endemismo en el mundo (CEPF, 2011).

Estos sitios son de especial valor desde el punto de vista de la ciencia, la conservación y la estética.

#### c. Patrimonio cultural intangible

Las comunidades de la Reserva de la Biosfera La Selle han conservado y aún practican tradiciones de música, danza, canciones, cuentos y leyendas. Todavía mantienen vivos otros eventos culturales como el culto vudú, festivales de campo y el rara<sup>16</sup>, con sus soportes materiales. La zona también es conocida por sus artesanías, arte, pintura, cocina, carnaval, ...

Los practicantes de la medicina tradicional, comúnmente llamados "médecins feuilles" (médicos de hoja), todavía operan en áreas rurales. Existe una farmacopea completa que puede ser objeto de investigación científica (CNHCU, 2011).

---

<sup>16</sup> El rara es una tradición cultural haitiana que se remonta a varios siglos. Manifestación viva de la cultura haitiana, sería de origen precolombino. Son grupos de músicos, bailarines (vestidos con trajes tradicionales de colores brillantes) y residentes que deambulan por los caminos, bailando al ritmo de los instrumentos tradicionales (tambores, banbou o vaksin -instrumentos de viento-, tcha-tcha y otros instrumentos similares). La "banda rara" organiza sus salidas de manera ordenada. Está dirigida por un rey o reina y conducida por un malabarista. El período del rara va desde el final del carnaval (Miércoles de Ceniza) hasta el Domingo de Pascua (CNHCU, 2015).

Por otro lado, la Reserva es de gran valor histórico en la lucha por la independencia de los países de América Latina. Fue en Jacmel, una de las 12 comunas de la Reserva, donde el general Francisco Miranda diseñó la bandera que se convirtió en la bandera de la Gran Colombia y de la que nacerían, entre otras, las de Perú y Bolivia<sup>17</sup>. Además, el bosque de pinos (Thiotte - Fonds-Verrettes) es conocido por ser sitio de esclavos "marrons"<sup>18</sup>. Estos últimos, desde sus escondites, habían contribuido a las luchas por la liberación y la independencia de Haití (CNHCU, 2011).

Esta diversidad biológica y cultural es una fuente de enriquecimiento y desarrollo armonioso para la civilización presente y futura (UNESCO, 1972), pero es vulnerable.

#### Riesgos sobre el patrimonio

##### a. Amenazas

Desde una perspectiva global, Haití ocupa el quinto lugar en el mundo con mayor riesgo de desastres (DPC, 2017). Estos son de tipo geodinámico, hidrometeorológico y antropogénico (CNHCU, 2018). Desde el año 1900 hasta el 2018, alrededor de 100 fenómenos afectaron a Haití, incluyendo dos terremotos (7.0 y 5.9, 12 de enero de 2010 y 6 de octubre de 2018), casi 40 ciclones, más de 50 inundaciones, siete períodos de sequía, una epidemia de cólera y otras epidemias infecciosas (CPD, 2016).

La principal amenaza geodinámica es la falla de Enriquillo que, al cruzar el sur de la isla Hispaniola, pasa por el centro de la Reserva de Biosfera La Selle. Muy activa, puede producir terremotos de magnitudes mayores

---

<sup>17</sup> Alix Renaud. (2016). Chronique du 12 août 2016, Haïti et l'indépendance de l'Amérique latine. Repéré à: <http://www.mondokarnaval.com/haïumlti-et-l'indeacutependance-de-lrsquoameacuterique-latine.html>

<sup>18</sup> Esclavos que habían huido del infierno de las casas coloniales (1503 - 1803) para refugiarse en las montañas.

a 7 en el futuro. Otras pequeñas fallas en la llanura Cul-de-Sac, bajo el macizo Selle, también pueden liberar energía en cualquier momento (CPD, 2016).

En el medio marino, en la costa sur de la Reserva, marejadas y tsunamis son posibles. La inundación del lago Azueï, área central, constituye una amenaza constante. Además, en 1986 y 1996, el municipio de Marigot experimentó deslizamientos importantes en la localidad de Dieumoune (4 de junio de 1986 y 19 de junio de 1996, <http://www.brgm.fr/sites/default/brgm/publications/atlas-haiti/index.html#52/z>). Inusualmente, un tornado destruyó y dañó 34 casas en las alturas del municipio de Fonds-Verrettes el 5 de agosto de 2018 (GARR, 2018).

Desde un punto de vista hidrometeorológico, la Reserva de La Selle se vio particularmente afectada por la tormenta tropical Jeanne en septiembre de 1998 y una ola tropical en mayo de 2004. Pero otros fenómenos de este tipo, especialmente inundaciones, ocurren de vez en cuando. Los períodos de sequía se repiten a menudo, especialmente entre noviembre y mayo.

Al mismo tiempo, la amenaza humana está presente en todas partes. Las comunidades de la Reserva y los depredadores externos practican la deforestación en las tierras altas y en los manglares. La madera recolectada está destinada a un consumo plural, principalmente urbano, en forma de leña, carbón, material de construcción u otros. Más del 85% de las cuencas en la Reserva están en estado crítico o totalmente deforestadas (DPC, 2016). Los métodos de cultivo inadecuados (cultivos de tala y quema, cultivos no perennes, subutilización de las estructuras de protección del suelo) aumentan la deforestación. Además, los miembros de la comunidad están

multiplicando los incendios forestales para despejar la tierra con fines agrícolas.

La contaminación por materia orgánica, plásticos, aguas residuales y otras sustancias antropogénicas y tóxicas también representa una amenaza para las especies de humedales, especialmente las tortugas marinas. Además, existe una pesca intensiva e incontrolada (CNHCU, 2011).

Por otra parte, de vez en cuando se producen incendios en entornos urbanos, accidentes, naufragios y epidemias. Las mujeres, los niños, los ancianos, los hogares pobres, las comunidades rurales, las zonas costeras se clasifican en riesgo (DPC, 2016).

b. Factores de vulnerabilidad y problemas

Una vulnerabilidad compleja mantiene estos múltiples riesgos sobre el patrimonio. Básicamente se explica por una gobernabilidad deficiente del territorio haitiano (DPC, 2016). Las instituciones luchan por realizar bien sus tareas de reducción de riesgos, conservación, protección y valorización del patrimonio. En este contexto, existe la debilidad de las autoridades locales, un marco legal disperso, normas y medidas inadecuadas; no aplicación de las normas existentes; una multiplicidad de actores, ... (CNHCU, 2015). La ausencia de una política nacional definida o la ineficiencia de los mecanismos de coordinación de políticas e intervenciones también contribuyen a la vulnerabilidad. Otros factores políticos y socioeconómicos hacen que sea más difícil reducir los riesgos para el patrimonio: el problema de la planificación espacial, la falta de infraestructura, la falta de acompañamiento... (CNHCU, 2011).

Un segundo desafío importante sigue siendo la falta de una visión global y armonizada vinculada a las políticas públicas adecuadas para la RRD y la conservación del patrimonio

(DPC, 2016). El tercero sería la pobreza, que obliga a las comunidades a presionar los recursos para sobrevivir (CNHCU, 2011, 2015).

Otras presiones o cambios ecológicos, económicos o sociales amenazan la biodiversidad ecológica y cultural de la Reserva: i) el cambio climático afecta hábitats de especies específicas; (ii) la inestabilidad política y los movimientos sociales favorecen la explotación incontrolada de los recursos; iii) la falta de educación y conciencia de las comunidades induce comportamientos depredadores y negligentes hacia el patrimonio; iv) el problema de los recursos (los recursos nacionales y locales son insuficientes y están mal distribuidos (CNHCU, 2011, 2015): ninguna línea presupuestaria del ministerio responsable está dedicada específicamente al desarrollo de Reservas, ...; v) una posible resistencia de las comunidades locales, generalmente vinculada al tema de la tierra y, a veces, incluso a la violación de sus derechos.

### c. Consecuencias

Combinadas con factores de vulnerabilidad, las amenazas causan pérdidas humanas, materiales, culturales, ambientales y económicas en las comunidades. Estos fenómenos afectan a infraestructuras, instalaciones y equipamientos, trastornando y cambiando los ecosistemas.

Las avalanchas, las inundaciones y los sistemas tropicales son los más destructivos de la Reserva de la Biosfera La Selle. En 1998 y 2004, devastaron la ciudad de Fonds-Verretes. También engulleron un pueblo en la comuna de Belle-Anse (Mapou en 2004)<sup>19</sup>. Así se llevaron los portadores, elementos y logística del patrimonio. De vez en cuando, otros fenómenos de este tipo causan daños

---

<sup>19</sup> En 2004, el huracán Jeanne mató a 3.000 personas en Haití, casi la mitad de ellas en la Reserva de la Biosfera La Selle (DPC, 2009)

al medio ambiente físico, el hábitat y la agricultura en varias comunas. Tal situación tiene un impacto significativo sobre el patrimonio natural y cultural, tangible e intangible. Cada elemento del patrimonio cultural y natural es único. La desaparición de uno de ellos constituye una pérdida permanente y un empobrecimiento irreversible de este patrimonio (UNESCO, 1972).

La deforestación reduce el tamaño de los bosques y aumenta el impacto de las amenazas climáticas. Causa sedimentación y turbidez del agua en los ecosistemas costeros y marinos (CNHCU, 2011). La deforestación también amenaza con matar algunas especies de flora y fauna. Cien especies endémicas en Haití están en peligro de extinción (DPC, 2016). Al causar la erosión de las tierras cultivables, la deforestación afecta, además, a los ecosistemas antropogénicos vinculados a la agricultura.

Además, la contaminación de las aguas subterráneas y las fuentes de agua representa riesgos crónicos en términos de cantidad y calidad para la comunidad y la biodiversidad. La urbanización no controlada y la deforestación llevan a una disminución significativa en la capacidad de recarga de agua subterránea (alrededor del 50% del caudal del río). Los estudios han encontrado un alto nivel de coliformes fecales (bacterias de origen fecal) en el nivel freático del llano de cul-de-sac (DPC, 2016).

### Discusión y perspectivas

Las autoridades estatales deben actuar sobre los principales problemas para la reducción de riesgos sobre el patrimonio. Las intervenciones deberían seguir cuatro ejes estratégicos:

a. Implementación del marco normativo internacional

La aplicación, a nivel nacional y en la Reserva, de los instrumentos y marcos normativos pertinentes: la Recomendación de 1972 sobre la protección nacional del patrimonio cultural y natural, la Convención de 2003 para la salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial, la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Estrategia MAB y el Plan de Acción para Reservas de Biosfera (2015 - 2025), el Marco de referencia del Cambio Climático, el Marco de Acción de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Comprehensive Disaster Management Strategy 2014-2024 del Caribe, la "SAMOA Pathway" o el Marco para la Acción sobre Modelos de Reducción de Riesgos y desarrollo sostenible a nivel de los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID).

#### b. Gobernanza y planificación espacial

El Plan Estratégico para el Desarrollo de Haití país emergente en 2030 (PSDH) recomienda "... un uso más sensato del territorio para proteger el patrimonio natural y cultural del país, mejorar las condiciones de vivienda y reducir la degradación ambiental". En este contexto, es necesario desarrollar e implementar una política nacional para la protección, conservación y mejora efectiva del patrimonio cultural y natural del país y de la Reserva, en particular. Como prioridad, un inventario de este patrimonio y una evaluación de los riesgos involucrados (UNESCO, 1972).

Al mismo tiempo, es esencial repensar y activar un mecanismo de coordinación común a nivel de la Reserva. Sería el responsable de armonizar las diversas acciones en términos de reducción de riesgos y gestión del patrimonio. La protección, conservación y presentación del patrimonio cultural y natural debe considerarse como uno de los aspectos

fundamentales de la planificación del espacio y de la planificación general a nivel nacional, regional o local (UNESCO, 1972; Decreto de 2005 sobre la gestión del medio ambiente).

#### c. Marco operacional

Otras acciones deben acompañar los primeros pasos o precederlos. Por ejemplo:

- Movilizar recursos para la participación pública en la salvaguarda y la valorización del patrimonio e integrarlas en un marco de desarrollo local o mejora sostenible de las condiciones de vida de las comunidades;
- Desarrollar el plan de manejo de la Reserva. Por su coherencia interna, armonizar con los planes de manejo de áreas protegidas existentes y la reducción del riesgo;
- Implementar las acciones previstas en estos planes de gestión;
- Involucrar a las comunidades locales en la planificación y gestión de Reservas a través de mecanismos de gobernanza, incluido el respeto y la supervisión del patrimonio cultural y natural. Las comunidades deberían poder obtener beneficios concretos de las acciones de conservación.
- Implementar medidas de protección, emprender acciones de educación cultural, de desarrollo sostenible y de reducción de riesgos;
- Fortalecer la capacidad de los recursos humanos de la Reserva. Establecer, por ejemplo, un programa de capacitación intermedio y superior para las partes interesadas, que aborde los temas en estudio.

#### d. Medidas puntuales

Unas medidas puntuales pueden reducir los riesgos sobre el patrimonio, incluyendo:

- Establecimiento de infraestructura verde (ecologización, reforestación,

renaturalización, estabilización de bancos y paisajismo);

- Vigilancia, protección y lucha contra incendios forestales;
- Implementación de alternativas socioeconómicas y energéticas sostenibles e integradas;
- Conservación de especies y monumentos geomorfológicos;
- Reducción del riesgo de desastres y desarrollo de capacidades de las instituciones de respuesta;
- Educación, sensibilización y comunicación;
- Recreación y valorización de recursos (por ejemplo: reforzar el desarrollo del Jardín Botánico Nacional de Haití dentro de la Reserva La Selle, rehabilitar y poner en turismo los chalets de Forêt-des-pins);
- Movilización de recursos externos, aprovechando el aspecto transfronterizo de la Reserva.

### Conclusión

El propósito de la Reserva de la Biosfera La Selle es armonizar la conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo socioeconómico sostenible. Esta Reserva alberga todo tipo de patrimonio. Las comunidades que lo habitan deben, desde esta perspectiva, anticipar el impacto de los fenómenos geodinámicos, hidrometeorológicos y antropogénicos. Por ejemplo, las avalanchas e inundaciones devastaron dos aldeas de La Selle, causando pérdidas humanas, materiales, culturales, ambientales y económicas. Estas amenazas, combinadas con la vulnerabilidad socioeconómica, trastornan los ecosistemas y debilitan a los titulares y la logística del patrimonio. Al mismo tiempo, ciertos parámetros aumentan los riesgos: gobernanza deficiente, ausencia de una visión global relacionada con la planificación

espacial y la reducción de riesgos, pobreza ambiental, etc. Es la responsabilidad de las autoridades de Haití actuar sobre estos temas principales y adoptar las medidas adecuadas para reducir los riesgos sobre el patrimonio y transmitirlo a las generaciones futuras.

### Resumen

La Reserva de la Biosfera La Selle armoniza la gestión y conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo socioeconómico sostenible. Asegura la identificación, protección y conservación de los sitios culturales y naturales, bajo el principio de equidad intergeneracional. En esta perspectiva, combina los esfuerzos de las comunidades locales y las del mundo científico.

¿Cómo puede la Reserva de la Biosfera La Selle contribuir a reducir los riesgos sobre el patrimonio natural y cultural que contiene? ¿Cuáles son los elementos que deben conservarse o qué restos del patrimonio se debe salvaguardar y proteger en la Reserva? ¿Cómo conciliar la reducción de riesgos y las necesidades de desarrollo? ¿Cómo pensar la reducción del riesgo y el desarrollo sostenible en relación con la debilidad y la multiplicidad de actores, con la inestabilidad ambiente, en un entorno de pobreza y un desarrollo globalmente anárquico?

Este aporte aborda el potencial patrimonial de la Reserva de la Biosfera La Selle, identifica la vulnerabilidad, los riesgos ambientales y los problemas de conservación y asigna la responsabilidad a las más altas autoridades haitianas para salvaguardar la biodiversidad cultural en beneficio de las generaciones futuras.

### Bibliografía

Agence de bassin versant des 7. Plan directeur de l'eau. Repéré à: <http://abv7.org/plan-directeur.php>



Alix Renaud. (2016). Chronique du 12 août 2016, Haïti et l'indépendance de l'Amérique latine. Repéré à: <http://www.mondokarnaval.com/haumlti-et-lindeacutependance-de-lrsquoameacuterique-latine.html>

Bureau des mines et de l'énergie (BME). (sd). Connaissons mieux les glissements de terrain, sl.

Comité interministériel d'aménagement du territoire (CIAT). (2017). Atlas des menaces naturelles d'Haïti.sl. Repéré à: <http://www.brgm.fr/sites/default/brgm/publications/atlas-haiti/index.html#52/z>

Commission nationale haïtienne de coopération avec l'UNESCO (CNHCU). (2018). Chache konprann ! Zouti nou bezwen pou nou fò nan jere risk ak dezaz. Eminence Services, Port-au-Prince, Haïti.

Commission nationale haïtienne de coopération avec l'UNESCO (CNHCU), Comité national du Programme MAB. (2011). Formulaire de proposition de la réserve de biosphère La Selle, Port-au-Prince, Haïti.

Commission nationale haïtienne de coopération avec l'UNESCO (CNHCU). (2015). Comité national du Programme MAB, Formulaire de proposition de la réserve de biosphère La Hotte, Port-au-Prince, Haïti.

Direction de la Protection Civile | Système National de Gestion des risques et désastres. (2016). Document pays Haïti, 2016 - 2020.

Fonds de partenariat pour les écosystèmes critiques (CEPF). (2011). Hotspot de biodiversité des îles des Caraïbes, Résumé du profil d'écosystème, Arlington, USA.

François Anctil; Liliana Diaz. (2016). Développement durable, Enjeux et trajectoires, deuxième édition, PUL.

Gouvernement de la République d'Haïti. (2005). Décret définissant la politique nationale en matière de gestion de

l'environnement et de régulation de la conduite des citoyens et citoyennes pour un développement durable, Port-au-Prince, Haïti.

Gouvernement du Québec. (2017). Loi sur la qualité de l'environnement. Repéré à: <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2035>

Groupe d'appui aux rapatriés et aux réfugiés (GARR). (2018). Haïti: Une tornade a fait 34 familles victimes dans la commune de Fonds-Verrettes Spécial. Repéré à: <http://www.garr-haiti.org/index.php/nouvelles/actualite/item/1992-ha%C3%Afti-une-tornade-a-fait-34-familles-victimes-dans-la-commune-de-fonds-verrettes>

Jean André Victor. (1995). «Code des lois haïtiennes de l'environnement». Port-au-Prince, Haïti.

MAURY, René G. «L'eau, patrimoine matériel et héritage culturel. L'archéologie hydraulique: un parcours pluridisciplinaire vers la gestion intégrée de l'eau». In HERMON, Ella (2009). L'eau comme patrimoine, de la Méditerranée à l'Amérique du Nord. Québec: Presses de l'Université Laval.

Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles & du Développement Rural (MARNDR). (2011). Politique de développement agricole 2010-2025, Port-au-Prince. Repéré à: [www.agriculture.gouv.ht/](http://www.agriculture.gouv.ht/)

Ministère du Commerce et de l'industrie (MCI), Programme des Nations Unies pour le développement en Haïti (PNUD Haïti). (2014). Produits typiques d'Haïti, les potentialités économiques d'Haïti, Port-au-Prince, Haïti.

Ministère de la Sécurité publique du Québec. (2009). Concepts de base en sécurité civile. Repéré à: <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-et-statistiques/concepts-base/en-ligne.html>

Organisation des Nations Unies (1992), Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

Organisation des Nations Unies (1992), Convention sur la diversité biologique.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. (1972). Actes de la Conférence générale, 17e session Paris, 17 octobre – 21 novembre 1972, Résolutions et recommandations. Paris, France.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. (2003). Convention pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel, Paris, France.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. (2014). Gérer le patrimoine mondial culturel, Paris, France.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. (2012). Gérer le patrimoine mondial naturel, Paris, France.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture, Programme international sur l'homme et la biosphère. (2016). Quels botanistes pour le XXIe siècle? Métiers, enjeux et opportunités, Paris, France.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. (1972). Recommandation concernant la protection sur le plan national du patrimoine culturel et naturel. Repéré à: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001140/114044f.pdf#page=148>

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture, Regional Office for Culture in Latin America and the Caribbean. (2017). Culture and development no. 11; World Heritage in the Caribbean, Paris, France.

Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. (2017). Une nouvelle feuille de route pour le Programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) et son Réseau mondial de réserves de biosphère, Paris, France.

Système national de gestion des risques et des désastres, Direction de la protection civile. (2009). Stratégie nationale de préparation de la saison cyclonique 2009. Port-au-Prince.

T. Schaaf et D. Clamote Rodrigues (2016). Gérer les SDIM – Harmoniser la gestion des sites à désignations internationales multiples: sites Ramsar, sites du Patrimoine mondial, Réserves de biosphère et géoparc mondiaux. Gland, Suisse.

## 5.7 Arrecifes coralinos y su papel en la protección de los litorales costeros

Diana Isabel Gómez López y David A. Alonso Carvajal

diana.gomez@invemar.org.co; david.alonso@invemar.org.co

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andreis" INVEMAR

### Introducción

Aunque los arrecifes coralinos han sido uno de los ecosistemas, sino el que más, ha tenido prelación a nivel político y mundial en cuanto a leyes y normas que los protegen a todo nivel y en cuanto a estudios sobre su estado, relaciones intra e interespecíficas, socioecología, geomorfológica etc ... Gracias a este, también otros ecosistemas marinos del mundo asociados como los manglares y los pastos marinos han sido objeto de interés por reflejo, debido a su interdependencia entre sí, y a pesar de ser tan importantes económicamente ya que representa ingresos que se cuentan por billones de dólares anuales en bienes y servicios provenientes del turismo, la pesca y la protección costera, no han logrado escapar de las amenazas que cada año se ciernen sobre su supervivencia frente a las prácticas que, en conjunto realizamos todos los seres humanos sin pensar en la interconexión directa o indirecta que existe entre el medio ambiente y otros seres vivos. Lo anterior se vuelve un hecho que podría tener algún tipo de control humano, sin embargo las afectaciones que se han presentado en los últimos 40 años en cuanto a la variabilidad y el cambio climático, evidentes desde la época de los ochentas, no poseen un control directo y de efecto rápido. En 1997 y 1998 se registró el primer evento de blanqueamiento masivo a escala global y el segundo sucedió en el 2010. En el 2015 se registró un nivel anormal de las aguas que claramente se convirtió en el tercer

evento de blanqueamiento masivo con consecuencias visibles en el 2016, lo anterior demuestra que, de estar sucediendo pausadamente en la última década, se ha acortado el tiempo entre eventos fuertes, situación que pone en jaque a uno de los organismos más antiguos del planeta (alrededor de 300 millones de años de supervivencia). Entre otros, su importancia radica también en los beneficios que no podemos ver, cómo son su capacidad de crear su propio complejo habitacional del que dependen aproximadamente un 25% de los organismos marinos del mundo (Spalding et al., 2001), el hecho de que provee alimentos y recursos a 500 millones de personas en todo el mundo (Hoegh-Guldberg, 2011), según el Servicio Nacional Oceánico de Estados Unidos, los corales son fuente importante de nuevos medicamentos para tratar el cáncer, la artritis, el Alzheimer, infecciones bacterianas, virus y enfermedades cardíacas y, entre otras funciones alternas, protege los litorales costeros de los embates del oleaje disminuyendo el efecto de la erosión y pérdida de arena de las playas. La apuesta sobre este ecosistema es precisamente su valor como herramienta para disminuir los efectos de la erosión sobre los litorales costeros, sin embargo habrá que estudiar factores como el tiempo, los medios, el costo y la salud de las especies actuales para determinar la viabilidad de esta función a largo plazo.

## Metodología

Se recopiló información secundaria en la que se evidencia la importancia de los arrecifes coralinos en la vida de los seres humanos por los bienes y servicios con los que se ven beneficiados, y se presenta el tema de su estado actual, con el fin de relacionarlo con la capacidad que posee para fortalecer las actuales demandas de protección costera basada en ecosistemas.

## Resultados

Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más valiosos y carismáticos del mundo, principalmente por su alta productividad, riqueza escénica, compleja biodiversidad y abundancia de recursos pesqueros (Garzón-Ferreira, 1997). Su unidad mínima son los pólipos los cuales son organismos independientes pero clones de uno sólo y juntos conforman una colonia. Una gran parte de las especies coralinas someras prefieren las aguas claras oligotróficas y bien iluminadas, profundidades de hasta 30 metros o más si la luz lo permite, salinidades entre 24 y 40 UPS y temperaturas entre 16-32°C (IYOR, 2018). Los corales escleractíneos o pétreos son los denominados formadores de arrecifes porque contienen un esqueleto de carbonato rígido que constituyen estructuras rígidas notables y de relieve complejo que se elevan desde el fondo hacia la superficie, las cuales pueden llegar a modificar notablemente el paisaje y el relieve submarinos por largos periodos de tiempo (cientos a miles de años) (Garzón-Ferreira, 1997; IYOR, 2018). En general, se estima que su crecimiento depende de que las condiciones sean óptimas entre los pólipos y sus simbiontes y entre estos y las condiciones químicas del agua circundante, por lo que se ha estudiado, los corales masivos tienden a crecer muy lentamente entre 0,5-2 cm por año, sin embargo bajo favorables condiciones de luz, temperatura y acción de

las olas puede incrementarlo a 4,5 cm por año. En contraste con las especies masivas, las colonias ramificadas tienden a crecer mucho más rápido pudiendo crecer verticalmente hasta 10 cm por año (IYOR, 2018), por lo que a la fecha se han convertido en el objetivo número uno para las prácticas del repoblamiento coralino.

Son importantes entre otras cosas porque:

- Son uno de los ecosistemas más diversos y biológicamente complejos del mundo y son considerados como "las selvas tropicales del mar" y, aunque ocupan menos de 1% de la extensión de los océanos, de ellos depende al menos el 25 % de la fauna marina.
- Se cree que más de 500 millones de personas dependen casi exclusivamente de criaturas marinas como fuente de proteínas y poseen mucho potencial para la bioprospección.
- Aportan un valor económico agregado neto por concepto de bienes y servicios entre US\$ 3100 mil millones y \$ 4600 millones de dólares por concepto de las pesquerías, el turismo de buceo y protección costera (Datos Caribe) y representan billones de dólares y millones de trabajos en los 106 países alrededor del mundo en los que este ecosistema es representativo.
- Sólo el turismo genera miles de millones de dólares en países asociados a arrecifes de coral (1,5 billardos de dólares se generan anualmente en la Gran Barrera de Arrecife de Australia, 2,5 billardos de dólares por los arrecifes de Florida, y unos 140 billardos de dólares por los arrecifes del Caribe).
- De acuerdo con una estimación hecha por las Naciones Unidas en el 2006 la valoración económica total anual de los arrecifes en el mundo fue valorada entre 100 000 y 600 000 dólares por km<sup>2</sup>.

- Diversas instituciones encabezadas por la ICRI, The Ocean Agency, UN para el medio ambiente, lideran diversas actividades en pro de este ecosistema. A la fecha se han promulgado 3 años Internacionales en su honor (1997, 2008 y 2018) en la espera de aumentar la conciencia sobre su estado y el mejoramiento de las actividades antropogénicas negativas antes de que sea demasiado tarde.

Entre sus servicios ecosistémicos, el más llamativo a raíz del auge y evidencias irrefutables del cambio climático y la variabilidad del clima en las distintas regiones del mundo, es el de protección costera, en virtud a que los arrecifes de barrera y algunos franjeantes, por su tiempo de crecimiento y composición de especies, presentan una estructura física que actúa como pared, la cual disipa la velocidad y la fuerza de la ola que se adentra hacia la costa, disminuyendo el impacto que ésta tendría sobre el litoral costero. A escala internacional, los beneficios de este resguardo ascienden a 18 millones de dólares por cada kilómetro cuadrado de su superficie. Para que esto suceda, el arrecife debe contar con suficiente cobertura de coral vivo que mantenga su estructura ya que el primer efecto luego de la muerte del coral es la erosión causada por la falta de acreción de material carbonatado por el pólipo y el efecto de las corrientes, olas y el mismo uso que de éste hagan otros organismos, conduciendo al desgaste de su estructura tridimensional, fenómeno conocido como aplanamiento de los arrecifes (Álvarez-Filip et al. 2011) perdiéndose así su función de protección de la costa.

A nivel mundial, los arrecifes coralinos están en un grave peligro de desaparecer de continuar con la situación actual sobre las zonas costeras (sobrepesca, malas prácticas de extracción de recursos, actividades recreacionales y desarrollo costero sin

control, polución, plásticos, eutroficación y favorecimiento de especies invasoras ) y desde el interior del país (a través de contaminantes por los ríos que aumentan las enfermedades) y más aún si no se logra disminuir las emisiones de carbono para que a largo plazo se ralentice el calentamiento y la acidificación de los océanos. Existen evidencias convincentes de que el blanqueo de coral no ha sucedido antes de 1979 con ninguna frecuencia parecida, ni de lejos, a ésta. Es indicativo que no exista un término para describir el blanqueo del coral en las lenguas nativas de ninguna de las sociedades que han vivido con arrecifes de coral durante miles de años. Por lo anterior, el blanqueo masivo del coral es claramente un fenómeno reciente en todos los rincones del planeta (Hoegh-Guldberg, 2011).

En el Caribe no es muy distinta la situación de deterioro aunque en parte no es solamente por el blanqueamiento u otras perturbaciones climáticas sino también la sinergia con afectaciones de origen antropogénico que proporciona un ambiente con mayor estrés para este ecosistema. De los sistemas de monitoreo de la región, en el arrecife mesoamericano se registra que el Índice de salud arrecifal (McField et al, 2018) para el 2016 registra un estado regular, con baja cobertura de coral vivo, de biomasa de herbívoros y de carnívoros de familias selectas y una alta presencia de macroalgas frondosas, características muy similares a las encontradas en el Caribe insular Colombiano con un índice de condición tendencia de áreas coralinas en estado regular, pero con la cobertura coralina y de biomasa de carnívoros en condiciones entre regulares, siendo el rasgo más marcado en Colombia en los últimos dos años la presencia en un estado crítico de las macroalgas frondosas sobre las áreas coralinas (Gómez-López et al., 2018 En prensa) y esto en parte es

consecuencia de la desaparición de especies herbívoras que controlan ecológicamente a las algas.

### Discusión

Teniendo en cuenta las proyecciones de afectación del cambio climático y las ya evidentes alteraciones del clima a lo largo y ancho del planeta, la forma en que el ser humano encare los efectos directos e indirectos sobre las zonas costeras, conviene tratarlos con las mejores estrategias que sean sostenibles, multifuncionales y económicamente viables para ayudar a resolver entre otros, la erosión costera y las afectaciones que esta tendría entre otras sobre las comunidades costeras (Gracia et al., 2018).

La capacidad de la naturaleza para ofertar bienes y servicios ecosistémicos múltiples y valiosos para el ser humano es muy amplia, por ende, aprovecharlos eficientemente tiene mucha lógica desde el punto de vista económico ya que potenciar una función del ecosistema puede ofrecer múltiples beneficios siempre y cuando éste se encuentre sano. Los ecosistemas sanos, impulsados por la diversidad de la vida que los habita, proporcionan a la sociedad una gran cantidad de bienes y servicios de gran valor e importancia económica. Por lo que se requiere una forma inteligente e integrada de gestionar el capital natural (Comisión Europea, 2014).

Ecosistemas como la vegetación costera, los manglares y los arrecifes de coral ofrecen beneficios tangibles cuando se toman en cuenta a la hora de planificar nuevas infraestructuras. Los arrecifes, por ejemplo, pueden reducir la energía de las olas en un 97%, con lo cual ayudan a proteger playas para su conservación *per se*, uso recreativo y turismo. Del mismo modo, los manglares proporcionan una barrera natural que filtra contaminantes y estabiliza los sedimentos

para proteger las costas de la erosión, mientras que los pastos marinos proporcionan a su vez disipación de la velocidad de la corriente favoreciendo la sedimentación de las partículas en el agua, compactándolas con su sistema radicular, produciendo aclaramiento del agua y como efecto secundario, el secuestro de Carbono (Ondiviela et al., 2014). Otros hábitats como las dunas y los arrecifes biológicos (bancos de ostras) son considerados también como opciones en donde estos están presentes como soporte en la contención de la erosión en las costas (Gracia et al., 2018; Narayan et al., 2016).

Es así como entre costos de mantenimiento y reparación más bajos, un flujo fiable de ingresos y estructuras más longevas, los desarrolladores y operadores de proyectos de infraestructura tienen muchos incentivos para invertir en los ecosistemas. Un ejemplo de esto son los gigantes de la industria petrolera como Shell que están investigando cómo aprovechar lo que se viene denominando infraestructura verde, en oposición a la infraestructura convencional o gris. Un proyecto piloto en el estado norteamericano de Luisiana está evaluando cómo la petrolera puede reducir los costos de mantenimiento de sus oleoductos costeros creando litorales tapizados de organismos marinos a modo de protección contra la erosión y los daños causados por la marea.

Sin embargo, no todo es color rosa ya que según estudios de Hoegh- Guldberg (2011) y Perry et al., (2013) muchos corales en el Caribe dejaron de crecer o llegaron al umbral de la erosión, porque las estructuras coralinas no están generando suficiente carbonato de calcio, necesario para su crecimiento vertical. Esa situación impide responder de forma positiva a los cambios en su ambiente y amenaza con la futura desaparición de las especies de corales.

Las estimaciones de aumento de las temperaturas marinas muestran que los fenómenos de blanqueamiento del coral aumentarán a un ritmo constante, tanto en frecuencia como en intensidad. Se prevé que en los próximos 30 años sucederán en la mayoría de los océanos tropicales. Actualmente ya tres eventos masivos de blanqueamiento se han presentado asociados al fenómeno El Niño y La Niña principalmente, sin embargo el aumento en número y frecuencia de los ciclones también es una alarmante amenaza en aumento, viéndose afectados arrecifes de coral en todo el planeta (Hoegh-Gulberg, 2011).

Sin embargo no todo está perdido, en Florida, científicos están siendo pioneros en técnicas que podrían permitir el rápido restablecimiento de arrecifes muertos debido al estrés por calor. En Hawái, están estudiando la biología de los corales que de alguna manera lograron aferrarse a la vida pese a que una generación anterior de personas vertió aguas residuales sin tratar, a una maravillosa bahía. En Australia científicos están perfeccionando técnicas en la que muestras de coral se dividen en fragmentos minúsculos los cuales crecen más rápido cuando tratan de restablecer una colonia. En el Caribe, los países están uniéndose para crear un banco de almacenamiento genético de corales, un plan de respaldo por si todos los corales actuales se extinguen. Y aunque los científicos están tratando con enfoques modestos en primera instancia, quizá la estrategia más eficaz para salvar los arrecifes a la larga sea a través de métodos genéticos, incluyendo la reproducción selectiva o la transferencia de genes resistentes al calor a los corales, el camino se abre paso y se requiere mucho esfuerzo y presupuesto para desarrollarlo al buscar los genes más resistentes, más fuertes y más veloces en adaptarse a las nuevas condiciones.

Intervenciones más activas, como la colonización asistida o incluso la evolución asistida, puede requerir una seria consideración si queremos asegurar un futuro para estos hábitats importantes (Anthony et al., 2017; Rau, McLeod, y Hoegh-Gulberg, 2012; van Oppen y otros, 2017). La investigación se requiere con urgencia para establecer la base científica para estas tecnologías emergentes, para identificar los riesgos potenciales y los resultados adversos que podrían surgir al implementarlos, protocolos para mejorar su éxito (Beyer et al, 2018) y de paso, actuar sobre las actuales estrategias que permitirán a futuro fortalecer las estructuras que poseen la capacidad para cambiar para bien, los litorales costeros del mundo.

### Resumen

Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más valiosos y carismáticos del mundo, principalmente por su alta productividad, riqueza escénica, compleja biodiversidad y abundancia de recursos pesqueros. Se cree que más de 500 millones de personas dependen casi exclusivamente de criaturas marinas como fuente de proteínas y de acuerdo con una estimación hecha por las Naciones Unidas en el 2006, la valoración económica total anual de los arrecifes en el mundo fue entre 100 000 y 600000 dólares por km<sup>2</sup>. Del total de especies de coral identificadas a la fecha, solo 800 contienen la capacidad de formar un esqueleto de carbonato rígido que puede elevarse varios metros desde el fondo hasta alcanzar casi la superficie del agua. En general, se estima que su crecimiento depende de que las condiciones sean óptimas entre los pólipos y sus simbioses y entre estos y las condiciones químicas del agua circundante, mientras que sus tasas de crecimiento dependen de las especies y las condiciones particulares del área. Los arrecifes, por ejemplo, pueden reducir la

energía de las olas en un 97%, con lo cual ayudan a proteger playas para uso recreativo y turismo y para las entidades encargadas de salvaguardar las cosas, su negocio y la vida de las personas, por lo que al pensar en la economía de mantenimiento y reparación más bajos, un flujo fiable de ingresos y estructuras más longevas, los proyectos de infraestructura verde tienen muchos incentivos para invertir en los ecosistemas. Actualmente ya se están realizando acciones en pro de la conservación de costas e infraestructura de interés con buenos logros, sin embargo, se ha observado también que la situación de las grandes áreas coralinas también se ha deteriorado a lo largo de las últimas tres décadas por el cambio y la variabilidad climática presentes en la actualidad. Esta situación nos debe llevar a pensar en que no sólo el ser humano debe buscar la manera de sobrevivir frente a estos eventos originados sin duda por nuestro actuar e intereses de desarrollo, sino que también debemos proceder conservando los recursos naturales de los cuales hemos vivido de manera directa o indirecta todas las generaciones de la humanidad a lo largo de la historia.

### Bibliografía

- Álvarez-Filip, L., Gill, J. A., Dulvy, N. K., Perry, A. L., Watkinson, A. R. & I. M. Côté, (2011). Drivers of region-wide declines in architectural complexity on Caribbean reefs. *Coral Reefs* 30(4): 1051- 1060.
- Anthony, K. R. N., Marshall, P. A., Abdulla, A., Beeden, R., Bergh, C., Black, R., Wear, S. (2015). Operationalizing resilience for adaptive coral reef management under global environmental change. *Global Change Biology*, 21(1), 48–61.
- Beyer Hawthorne L., Emma V. Kennedy, Maria Beger Chaolun Allen Chen, Joshua E. Cinner, Emily S. Darling, C. Mark Eakin, Ruth D. Gates, Scott F. Heron, Nancy Knowlton, David O. Obura, Stephen R. Palumbi, Hugh P. Possingham, Marji Puotinen, Rebecca K. Runting, William J. Skirving, Mark Spalding, Kerrie A. Wilson, Sally Wood, John E. Veron y Ove Hoegh-Guldberg. 2018. Risk-sensitive planning for conserving coral reefs under rapid climate change. *Conservation Letters*. 2018;e12587  
<https://doi.org/10.1111/conl.12587>
- Birkeland, C. 1989. The influence of echinoderms on coral-reef communities. In *Equinoderm Studies III*. Ed. M. langoux and J. M. Lawrence. Rotterdam: Balkema Press.
- Cesar, H., Burke L., Pet-Soede L. 2003. *The Economics of Worldwide Coral Reef Degradation*. Cesar Environmental Economics Consulting (CEEC) Publishing. The Netherlands. 24 p.
- Comisión Europea. 2014. *Construir la infraestructura verde para Europa*. Bélgica 24 p. ISBN 978-92-79-39996-1 doi:10.2779/2738
- Gracia, A., N. Rangel-Buitrago, J. A. Oakley, A. T. Williams. 2018. Use of ecosystems in coastal erosion management. *Ocean & Coastal Management* 156 (2018) 277e289
- Hoegh-Guldberg, O. 2011. Coral reef Ecosystems and anthropogenic climate change. *Reg Environ Change* 11 (1):S215-S227. DOI 10.1007/s10113-010-0189-2
- IYOR, 2018. <https://www.iyor2018.org/about-coral-reefs/>
- Maina J., McClanahan T. R., Venus V., Ateweberhan M., Madin J. (2011) Global Gradients of Coral Exposure to Environmental Stresses and Implications for Local Management. *PLoS ONE* 6(8): e23064. doi:10.1371/journal.pone.0023064
- McField, M., P. Kramer, L. Álvarez-Filip, Ian Drysdale, M. Rueda-Flores, A. Giró Petersen and M. Soto. (2018). Report Card for the



Mesoamerican Reef. Healthy Reefs Initiative ([www.healthyreefs.org](http://www.healthyreefs.org))

Narayan, S., Beck, M. W., Reguero, B. G., Losada, I. J., van Wesenbeeck, B., Pontee, N., Sanchirico, J. N., Carter, J., Lange, G. M., Burks-Copes, K. N. 2016 The Effectiveness, Costs and Coastal Protection Benefits of Natural and Nature-Based Defences. PLoS ONE 11(5):e0154735

doi:10.1371/journal.pone.0154735

Ondiviela, B., Losada, I. J., Lara, J. L., Maza, M., Galvan, C., Bouma, T. J., van Belzen, J. 2014. The role of seagrasses in coastal protection in a changing climate. *Coast. Eng.* 87, 158e168.

Perry, C. T., Murphy, G. N., Kench, P. S., Smithers, S. G., Edinger, E. N., Steneck, R. S., Mumby, P. J. 2013. Caribbean-wide decline in carbonate production threatens coral reef growth. *Nat. Comm.* 4, 1402.(doi:10.1038/ncomms2409)

Rau, G. H., McLeod, E. L., & Hoegh-Guldberg, O. (2012). The need for new ocean conservation strategies in a high-carbon dioxide world. *Nature Climate Change*, 2(10), 720–724.

Reaser, J. M., R. Pomerance y P. O. Thomas. 2000. Coral bleaching and global climate change: scientific findings and policy recommendations. *Conservation Biology*, Vol. 14, No. 5, pp. 1500-1511.

Spalding, M. D., Ravilious, C., Green, E. P. (2001) *World Atlas of Coral Reefs*. Prepared by the UNEP-World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA

van Oppen, M. J. H., Gates, R. D., Blackall, L. L., Cantin, N., Chakravarti, L. J., Chan, W. Y., Putnam, H. M. (2017). Shifting paradigms in restoration of the world's coral reefs. *Global Change Biology*, 23(9), 3437–3448.

## 5.8 *Despoblación, pérdida de biodiversidad y afecciones ambientales en las Reservas de Biosfera de la región biogeográfica atlántica española*

Pedro Reques Velasco<sup>1</sup>

Beni Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Catedrático de Geografía Humana de la Universidad de Cantabria.  
Miembro del Consejo Científico español del Programa M&B de la UNESCO

<sup>2</sup>Presidenta del Consejo de Gestores de la Red Española de Reservas de la Biosfera

### Introducción

La población es un elemento básico de las estructuras territoriales, de la organización social y de la estructura económica, razón por la que la dimensión demográfica gana progresivamente relevancia en los estudios sobre sostenibilidad. La población importa, tanto en las áreas demográficamente más dinámicas como en las más regresivas. La población está pasando de ser una variable dependiente a ser la variable independiente. Y si esto es así para la población en general, lo es, singularmente, para la población rural – y singularmente de montaña- conocida la profundidad y trascendencia de las transformaciones que ha experimentado en el territorio, sea cual sea la escala (continental, regional, local) a la que éstos se analicen.

En el presente trabajo se analiza el proceso de despoblación y los riesgos ambientales, sociales y económicos que éste ha conllevado en el Noroeste español poniéndose el acento en el papel de las Reservas de Biosfera de la región biogeográfica atlántica para mitigarlo.

Estas transformaciones en las últimas décadas se han traducido en una masiva pérdida de población, esto es, en una despoblación progresiva, en imposibilidad de asegurar el reemplazo generacional de un

alto porcentaje de explotaciones agropecuarias y, en consecuencia, la continuidad de éstas, en déficit de población en la llamada generación soporte (30-49 años), en un alto grado de envejecimiento y en densidades por debajo de los umbrales críticos, a lo que se suma un problema estructural: la dispersión de la población en el territorio, esto es, su débil y frágil sistema de asentamientos. Por todas estas razones despoblación rural se ha convertido en uno de los temas emergentes en las agendas políticas de los países europeos, y singularmente en España.

### La especificidad rural española

La especificidad del espacio rural –y singularmente de las áreas de montaña-españolas es que el proceso de cambio y modernización de las estructuras agrarias –y por tanto la emigración rural- se han desarrollado más tardíamente que en el resto de Europa, se ha producido en un periodo más corto y de forma más intensa. En los países del centro y norte europeo el proceso de industrialización y de modernización se desarrolló a lo largo de más de una centuria; en España fundamentalmente en los años 60 y 70 del pasado siglo. La consecuencia de este proceso y la penetración y extensión del sistema económico liberal ha provocado la desarticulación económica y territorial de los espacios rurales así como la desarticulación

demográfica y social de las comunidades campesinas. A su favor los espacios rurales siguen teniendo como activos su medio natural y los servicios ecosistémicos.

Como consecuencia, desde hace décadas la España rural y singularmente la España de montaña sufre un grave problema de despoblación. El éxodo de los habitantes desde los núcleos rurales hacia las ciudades comenzó en los años cincuenta (siglo XX), cuando muchas familias rurales buscaban un futuro mejor ocupando un puesto de trabajo en las industrias y servicios de las grandes ciudades. Esta emigración hacia las zonas urbanas se ha estado produciendo de forma constante, afectando, en mayor medida, a jóvenes y mujeres que abandonan los espacios rurales con el objetivo de buscar mejores oportunidades laborales. El resultado es que en la actualidad España, es el país más despoblado de la Europa del sur. Algunos datos: en el 93% del territorio residen tan sólo un 20% de la población española y en el 53% del territorio tan solo vive el 5% de la población, viéndose este 53% de territorio en una situación de progresiva despoblación. No es un problema que afecta solo a España: otros países como Portugal, Rumanía, Italia, Grecia y hasta Alemania, Noruega o Finlandia están experimentado este mismo proceso.

### Despoblación en las Reservas de la Biosfera

El objetivo de este trabajo es analizar en qué medida las Reservas de la Biosfera pueden contribuir a dar respuesta a los problemas de despoblación o al menos a mitigarlos. Recordamos que la figura de Reserva de la Biosfera, creada por la UNESCO hace casi medio siglo, tiene como objetivo principal distinguir a aquellos territorios donde existen ecosistemas representativos de una región biogeográfica en los que –y este rasgo es el relevante en este trabajo- las condiciones permiten un desarrollo económico sostenible

y un uso del territorio compatible con la conservación de sus recursos naturales. Otras características o requisitos que debe cumplir son estar en posesión de un valor universal excepcional en relación a temas de biodiversidad, así como posibilitar y propiciar la coordinación responsable de las administraciones, cumplir una función socioeconómica en el contexto del desarrollo sostenible para las comunidades locales, empoderar a la comunidad local, dotarse de apoyos a través de partenariados y fomentar la cooperación transnacional.

Participación, flexibilidad y compromiso, que son los tres conceptos claves en relación con las Reservas de la Biosfera, pueden verse condicionados negativamente por la despoblación del territorio de las Reservas de la Biosfera, al igual que la función de fomentar el desarrollo económico, cultural y social a nivel local, el mantener los recursos naturales para que puedan seguir siendo aprovechados por generaciones futuras y contribuir al conocimiento, e indirectamente la de promover la conservación de la diversidad de paisajes, ecosistemas, especies y genes.

España cuenta en la actualidad con 49 Reservas de la Biosfera, del total de 686 distribuidas en 122 países, esta cifra supone algo más del 7 % del total de las del mundo y sitúa a nuestro país en el primer puesto del ranking de número Reservas de la Biosfera a nivel Mundial.

Es en relación a estos ejes (desarrollo sostenible, población y asentamientos humanos y gobernanza) como debe entenderse el análisis de los factores demográficos y socioeconómicos, especialmente en un territorio como el de la región Biogeográfica Atlántica. En la Fig. 1 y la Tabla 1 adjuntas se presentan los valores absolutos y relativos referidos a las Reservas de la Biosfera de la región Biográfica

Atlántica Ibérica y el peso que en cada una de ellas tiene la(s) zona(s) núcleo, as zonas de amortiguamiento o tampón y la(s) zona(s) de transición.

intensificación de actividades o extracción descontrolada de recursos naturales.

El despoblamiento se traduce, asimismo, en un incremento de los principales problemas ambientales, pues la despoblación progresiva de los espacios rurales - singularmente de montaña- conlleva una serie aspectos negativos en cadena, entre los que caben destacarse, el abandono de cultivos, pastos y bosques y el desarrollo incontrolado de vegetación espontánea, lo que supone la degradación de paisajes y pérdida de paisajes agrarios y ganaderos.

La proliferación sin control de algunas especies vegetales también provoca una disminución de la biodiversidad al no dejar espacio para el crecimiento de otras plantas que a su vez son alimento de especies animales.

La desaparición de las tierras de cultivo en zonas donde las precipitaciones anuales se concentran en determinadas épocas del año hace que el efecto de la erosión sea mucho mayor. Los cultivos en estas áreas ejercen un efecto protector al evitar que las abundantes lluvias arrastren materiales y desgasten el suelo.

Desde la perspectiva no solo ambiental, también económica, social y paisajística, una de las consecuencias más negativas de la escasa actividad de las zonas rurales es el aumento del riesgo de que se produzcan incendios forestales, que acarrean pérdida de cubiertas vegetales y se convierten en la mayor causa de desertización a través de la pérdida de biodiversidad y de mayor erosión. En efecto al no existir ganado que se alimente de pastos y no se realizan tareas de limpieza de los montes y los campos, se produce un desarrollo incontrolado de la vegetación espontánea, que facilita la propagación del fuego en superficies mucho más extensas. A modo de ejemplo: en 2017, el número de grandes incendios en España

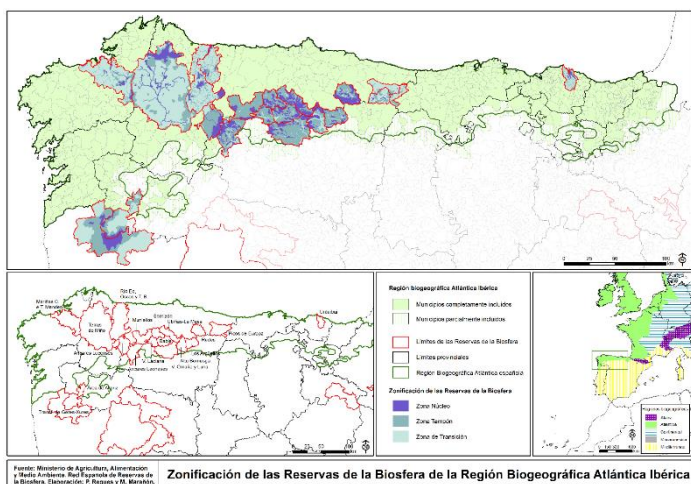


Fig. 1.- Zonificación de las reservas de la biosfera de la región Biogeográfica Atlántica Ibérica

Fuente: MAAMA. Red Española de Reservas de la Biosfera. Elaboración: P. Reques y M. Marañoñ.

Reservas de la Biosfera	Área (km2)	Valores absolutos (km2)			Valores relativos (km2)		
		Zona núcleo	Zona tampón/amortiguación	Zona transición	Zona núcleo	Zona tampón/amortiguación	Zona transición
Alto Bernesga	334,03	85,60	148,80	99,60	25,63	44,55	29,82
Área de Allariz	214,35	1,69	102,52	110,12	0,79	47,83	51,37
Babia	381,48	124,80	227,43	29,24	32,72	59,62	7,66
Las Ubiñas-La Miera	451,50	252,13	176,92	22,45	55,84	39,18	4,97
Los Ancares Leoneses	568,71	161,01	314,02	93,69	28,31	55,22	16,50
Los Argüellos	332,66	58,99	248,52	25,13	17,73	74,71	7,55
Marifães Coruñeses e Terras do Mandoe	1.172,26	65,00	222,10	884,79	5,54	18,95	75,48
Muniellos	569,48	85,48	484,11	7,48	14,81	83,89	1,30
Os Ancares Lucenses y Mts. de Cervantes, Navia y B.	536,47	145,99	341,73	74,73	25,96	60,76	13,29
Picos de Europa	636,33	163,85	438,02	14,14	25,75	71,98	2,22
Redes	372,02	202,79	151,67	22,57	53,79	40,23	5,99
Río Eo, Discos y Terras do Burón	1.592,94	153,92	300,96	1.136,62	9,66	18,89	71,35
Somiedo	290,60	105,27	176,13	11,04	35,98	60,19	3,77
Terras do Miño	3.658,69	355,02	799,87	2.482,67	9,76	21,99	68,25
Transfronteriza Gerês-Xurés	2.585,63	334,03	895,72	1.358,85	12,90	34,60	52,49
Urdulabai	220,44	26,39	92,40	141,61	11,97	23,77	54,24
Valle de Laciana	228,47	25,24	184,95	18,26	11,05	80,95	7,99
Valles de Omaña y Luna	811,62	157,80	602,71	51,11	19,44	74,26	6,30
Total área Reservas de la Biosfera de la Región Biogeográfica Atlántica Ibérica	14.966,68	2.505,00	5.888,58	6.584,24	16,74	39,34	43,99

Tabla 1.- El peso absoluto y relativo de las zonas de núcleo, tampón y transición en de la Reservas de la Biosfera de la Región Biogeográfica Atlántica Ibérica

Fuente: MAAMA. Red Española de Reservas de la Biosfera. Elaboración: P. Reques y M. Marañoñ.

La despoblación, no es sólo un proceso demográfico y económico, sino un complejo e involuntario desmantelamiento de la estructura del paisaje y del aprovechamiento del territorio por el hombre. En un medio tan antropizado durante milenios como la región atlántica española, el cese más o menos repentino de la explotación rural y el abandono de los espacios agrarios y ganaderos tradicionales puede ser casi tan peligroso a medio plazo como la

aumentó casi un 200% respecto a la media de la última década. Casi el 65% de los incendios se producen en el noroeste peninsular. (Estudio WWF Informe incendios 2018: El polvorín del noroeste). En él además se habla de una nueva generación de "superincendios" de alta intensidad, impredecibles e ingobernables para los cuerpos de extinción, que arrasaron el medio natural y áreas habitadas.

Cuando se origina un incendio en zonas con cargas de combustible muy altas (normalmente resultado del abandono rural) y en días con condiciones meteorológicas adversas (viento, altas temperaturas...), el comportamiento del fuego puede ser tan extremo que no exista ninguna posibilidad para que los medios de extinción puedan controlarlo. Los grandes incendios no se apagan con agua, sino con gestión forestal y planificación territorial. Solo reduciendo la vulnerabilidad del paisaje a la propagación de las llamas evitaremos que los GIF (grandes incendios forestales) devoren comarcas enteras. Es necesario un esfuerzo real en la prevención de incendios y es patente que el despoblamiento de las zonas rurales y el abandono de los usos tradicionales de la agricultura y la ganadería, no hacen más que agudizar este grave problema para nuestra península.

Desde la perspectiva demográfica, socioeconómica y territorial la Región Biogeográfica Atlántica Ibérica y el conjunto de 18 Reservas de la Biosfera que en ella se localizan presenta características muy diferenciadas, determinadas por los factores geográficos, tanto físicos (espacios costeros y espacios interiores, espacios de montaña y espacios de llanura, montaña media, ...) como humanos tales como los perfiles económicos más ligados a la industria, la minería, la agricultura, la ganadería, la actividad forestal o a los espacios mixtos, el poblamiento (concentrado, disperso o

diseminado, periurbano...), la accesibilidad favorecida por el desarrollo de las infraestructuras de comunicación (vías de alta capacidad, ...). Todos estos factores juegan un extraordinario papel en la articulación del territorio y explican la actual dinámica demográfica.

Los espacios rurales y de montaña de este amplio territorio han pasado de jugar un papel de reservorio demográfico hasta 1960 a soportar un proceso de despoblación por emigración hasta la última década del pasado siglo. En la actualidad la mayor parte de los municipios que conforman Reservas de la Biosfera de esta gran región biogeográfica atraviesan una situación de despoblación por agotamiento biológico, de mayor o menor intensidad, en función de su situación geográfica respecto a las principales infraestructuras de transporte y a los principales espacios urbano-metropolitanos, de los que cada vez dependen más económicamente y a los que aparecen cada vez más ligados funcionalmente.

En el año 2017 la Federación Española de Municipios y provincias publicó a través de su comisión de despoblación, "El listado de medidas para luchar contra la despoblación en España", señalando que "La regresión demográfica se ha convertido en un problema de Estado y como tal ha de responderse a él desde una perspectiva de gobernanza multinivel que, en la práctica, conlleva la implicación de todas las administraciones públicas en todos sus frentes de acción. La despoblación del medio rural es una de las realidades más severas de las que confluyen en este marco de regresión demográfica nacional, pero con peculiaridades estructurales que deben ser tenidas en cuenta."

Por su parte, el Parlamento Europeo aprueba una Resolución en noviembre 2017 en la que la despoblación adquiere por primera vez

protagonismo como asunto de Estado en la agenda continental. La resolución está basada en la propuesta de la FEMP y plantea que a la hora de definir y establecer políticas y ayudas se tengan en cuenta no sólo criterios económicos, como el PIB, sino también los demográficos, como la dispersión o envejecimiento de la población; y que se incluyan en los presupuestos partidas específicas contra la despoblación, en particular en materia de cohesión, empleo, agricultura, medio ambiente, sociedad de la información, I+D, empleo, educación, política social o transporte.

La situación de partida queda reflejada en la fig. 2 adjunta. En ella se representa la situación demográfica de cada una de las Reservas de la Biosfera de la región biogeográfica atlántica española. En el eje de abscisas se representa las tasas de crecimiento anual media acumulativo entre 2001 y 2018 (dinámica reciente de la población) y en el eje de las ordenadas el valor de un índice sintético de potencial demográfico endógeno (estructura) calculado a partir de la estandarización de un variado conjunto de indicadores. En el Indicador sintético han pesado negativamente, realidades como el envejecimiento, la dependencia de viejos, sobre-envejecimiento, la edad media, el peso de los hogares con 1 ó 2 miembros y el peso relativo de la población activa agraria y positivamente los indicadores: peso relativo de la población joven (a partir del índice de dependencia de jóvenes), capacidad de reemplazo de la población activa (activos de menos de 45 años respecto a los de más de esta edad) e índice de reemplazo (personas de 20 a 24 años en relación a los de 60-64 años). Finalmente el valor de la esfera es proporcional al peso demográfico de cada Reserva de la Biosfera.

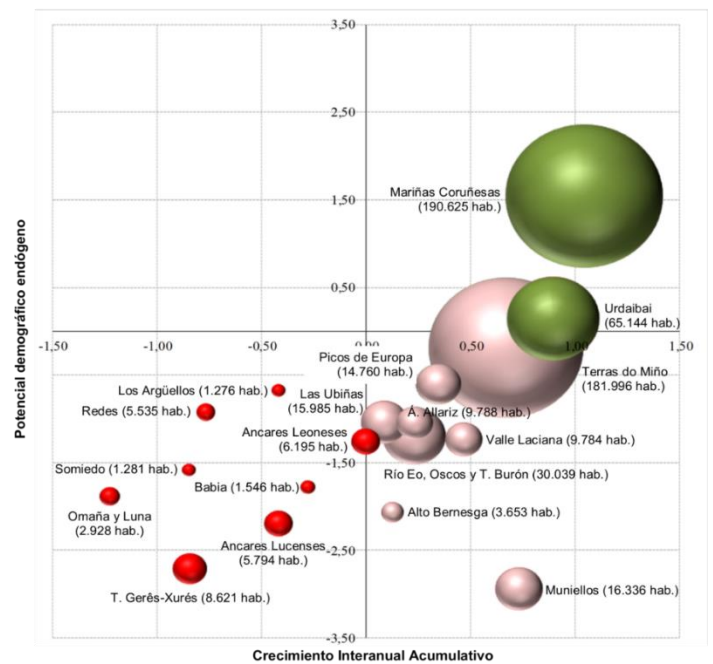


Fig. 2. Relación entre crecimiento de la población y estructura demográfica.

Fuente: INE. Padrones de Población (años del periodo 2001-2017). Elaboración: P. Reques y Marañón.

Durante el año 2019 se llevará a cabo por parte del Consejo Científico el estudio “La población ¿Factor de insostenibilidad económica, social y ambiental en las Reservas de la Biosfera de la Región Biogeográfica Atlántica Ibérica?”. Su principal objetivo será obtener información y cartografiar los resultados de los análisis demográficos referidos a lo que definimos como las distintas dimensiones de la población de la Red de Reservas de Biosfera Atlántica Ibérica. Se analizarán ejemplos o casos de consecuencias ambientales, paisajísticas y de cambios en los usos del suelo.

Entre los resultados esperados:

- Determinar la distribución de la población y delimitar los espacios que están por debajo del umbral de densidad (hab/km<sup>2</sup>) crítico.
- Cartografiar la distribución de la población, esto es, el poblamiento, a partir de los núcleos o entidades de población y analizar los desequilibrios en materia de

ocupación del territorio y a partir de esta unidad de análisis.

- Delimitar los territorios según su grado de resiliencia demográfica, a partir de su dinámica poblacional en el último siglo, centrándonos en aquéllos que solo han conocido una pérdida sostenida de población y presentan un futuro demográfico más comprometido, como consecuencia del envejecimiento de las estructuras demográficas.
- Profundizar en el tema del envejecimiento de la población en términos territoriales, pero singularmente el envejecimiento de la población activa agrícola.
- Señalar el papel jugado por las grandes infraestructuras de transporte (vías de alta capacidad) y los grandes centros urbanos en la dinámica demográfica de la región.
- Abordar el nuevo papel económico que juegan o en el futuro pueden jugar los espacios rurales de la RBAI y clasificarlos, a fin de analizar el diferente grado de vulnerabilidad y fragilidad demográfica que unas u otras reservas presentan.
- Determinar las consecuencias de la despoblación sobre el cambio en los usos del suelo en las últimas décadas.
- Profundizar, a partir de estudios de caso significativos, en las consecuencias ambientales de la despoblación.

De otra parte las Reservas de la Biosfera de este área están trabajando en la creación de una futura Red que permita trabajar en el desarrollo de programas, proyectos y objetivos comunes así como identificar y acometer líneas de cooperación ante retos y problemas iguales.

Las claves para el futuro de estas Reservas de la Biosfera son, de una parte, la educación y la investigación (educación ambiental, la formación/capacitación, investigación en

I+D+I), de otra la actividad económica desde perspectivas de sostenibilidad (el empoderamiento, el emprendimiento, el turismo sostenible, la agroalimentación, la ganadería ecológica, ...) y finalmente la componente social (promoción, visibilización y asociacionismo).

Para concluir se podría citar a Miguel Delibes cuando en su obra "El camino" escribía "las calles, las plazas, los edificios no hacen a un pueblo, ni tan siquiera le dan fisonomía. A un pueblo lo hacen los hombres y su historia". Nosotros acabamos concluyendo que los paisajes, la biodiversidad, los recursos naturales, los usos del suelo, los núcleos de población y el emplazamiento, los perfiles y las siluetas del espacio edificado de éstos, las calles y las plazas de estos núcleos no definen al territorio de una Reserva de la Biosfera. Al territorio de una Reserva de la Biosfera, lo define su historia y, sobre todo, sus hombres y sus mujeres. Sin población los territorios no tienen futuro. Sin población los elementos señalados carecen de significado, sentido y valor.

## 6 CUARTA PARTE

### 6.1 *Planeando la Gestión del Riesgo en las Reservas de Biosfera de Iberoamérica y El Caribe*

En la última jornada de celebración del Seminario se consensuaron las siguientes propuestas relacionadas con la planificación de la Gestión del Riesgo en las Reservas de Biosfera de Iberoamérica y El Caribe:

- Creación de opciones de comunicación, como por ejemplo un sitio web, redes sociales y ciclos de conferencias en línea que mantengan actualizadas a las personas involucradas e interesadas.
- Aprovechamiento de las opciones posibles de comunicación, para poner y mantener el contacto entre las Reservas de Biosfera y la población local y regional, para establecer un diálogo acerca de la planificación del uso del territorio y los recursos naturales con los técnicos, especialistas, estudiantes y opinión pública, con énfasis en la evaluación del riesgo derivado de las amenazas naturales y sociales, y las condiciones de la vulnerabilidad respectiva.
- Generación de una plataforma de intercambio de buenas prácticas y medidas para la Gestión del Riesgo, basadas en el manejo de los ecosistemas y sus áreas de influencia (ECO-GdR), para la protección de la biodiversidad, las poblaciones locales y sus medios de vida.
- Creación de un programa editorial para impulsar las publicaciones electrónicas acerca de diversos temas que permitan actuar en pro de la gestión y del manejo, de largo plazo, de la biodiversidad.
- Formulación de un manual de métodos para la identificación, evaluación y mitigación de las amenazas, vulnerabilidad, riesgo y recuperación post-desastre en las Reservas de Biosfera y sus áreas de influencia.
- Formulación de un manual con opciones para la recuperación de los daños ocasionados por eventos naturales.
- Integración de la gestión del riesgo (i) conocimiento del riesgo, ii) prevención y mitigación, iii) protección financiera, iv) gestión de emergencias y desastres) en el proceso de manejo efectivo de las áreas protegidas.
- Establecimiento de una relación estrecha con los tomadores de decisiones políticas y administrativas y el sector privado, para reforzar los enfoques basados en ecosistemas (AbE y ECO-GdR), en las áreas naturales protegidas, como soluciones naturales reducir el impacto del calentamiento global antropogénico y de otros retos del desarrollo sostenible.
- Fortalecimiento de alianzas y sinergias entre las RB y las instituciones (nacionales y sub-nacionales) para la gestión del riesgo.
- Instancia a los Gobiernos, a los gestores de las Reservas de Biosfera, al sector privado y las comunidades, a compartir la responsabilidad de promover en la educación y la cultura, la gestión del riesgo en las Reservas de Biosfera iberoamericanas.
- Solicitud a los gestores de las Reservas de Biosfera Iberoamericanas de que divulguen, en los medios de comunicación, mensajes preventivos e



informativos a la población y las comunidades, sobre el riesgo derivado de las amenazas naturales a que están expuestos y sobre cómo actuar sobre ellos; haciendo énfasis en la cultura de la prevención y no en la cultura del desastre.

- Creación y gestión de un portafolio de temas de investigación acerca del riesgo derivado de las amenazas naturales y su vinculación con la sociedad y el ambiente, para facilitar la participación de los investigadores y grupos académicos en el proceso de toma de decisiones.
- Diseño y sistematización de un mecanismo de valoración de los servicios ecosistémicos aplicables al caso de las Reservas de Biosfera.

## 6.2 Resultados del Seminario

### Introducción

Participaron en el seminario 42 personas de 17 países, entre expertos, gestores y responsables de distintos aspectos relacionados con las amenazas naturales y ambientales a las que están expuestas las Reservas de Biosfera y la región. Durante tres días se expusieron y discutieron diversas experiencias, métodos y conceptos relacionados con la gestión del riesgo y los desastres frecuentes y ocasionales que afectan los ecosistemas y los paisajes de las costas, islas y territorios de Iberoamérica y El Caribe. Quedó en claro que el rango de impacto que tienen esas amenazas depende de la condición de la vulnerabilidad natural y antropogénica; los procesos en cuestión pueden, desde beneficiar a los ciclos naturales y consolidar la estructura social, hasta resultar en desastres de gran envergadura.

### El contexto

Lo que denominamos Iberoamérica y El Caribe describe una región formada por un amplio territorio que se extiende, de manera continua, desde el hemisferio norte hasta el hemisferio sur. Su extenso litoral e islas están influenciados por los océanos Pacífico y Atlántico, los cuales interactúan con extensas superficies del continente, en combinación con las elevadas cordilleras que lo surcan de sur a norte, en su mayoría de origen volcánico y tectónico; con ello determinan las condiciones del clima y, al mismo tiempo y lo exponen a las amenazas de la geodinámica interna y externa.

Iberoamérica y El Caribe están formadas por dos grandes masas continentales, Norteamérica y Sudamérica, conectadas a través del arco antillano y del istmo

Centroamericano, lo cual explica su integración ecológica (ecosistemas y paisajes) y cultural, entre sí y con la península Ibérica, con la que comparte lenguas, especies domesticadas y cultivadas y saberes acerca del manejo de la naturaleza y de la expansión de sus núcleos urbanos.

La región tiene una larga historia de ocupación humana, actualmente evaluada en al menos 20.000 años. Ahí surgieron grandes civilizaciones que tuvieron densidades de población elevadas.

Estos son aspectos relevantes para entender, de manera general, los las amenazas atmosféricas, geológicas y sociales a las que se enfrenta la región y que, eventualmente, se pueden transformar en desastres.

### La Red de Comités y Reservas de Biosfera de Iberoamérica y El Caribe, IberoMaB

La región iberoamericana y caribeña posee, actualmente, 190 Reservas de Biosfera creadas a lo largo de 50 años y que recogen casi toda la variedad de paisajes y ecosistemas de 23 países. Su objetivo es proteger y conservar el capital natural y social regional y local, que ahora y en el futuro pueden garantizar el desarrollo y el bienestar de la población a largo plazo.

Para consolidarlas, es indispensable que cada una de ellas sea capaz de gestionar su territorio y la diversidad biológica y cultural que incorpora y tienen la responsabilidad de operar como centros estratégicos para la planificación ambiental local y regional. Para lograrlo, es indispensable evaluar las amenazas, la vulnerabilidad y el riesgo en cada territorio, su zonificación, necesidades para la conservación y las posibilidades del aprovechamiento racional de sus recursos naturales.

Para ello, también deben evaluarse sus vulnerabilidades principales ante las amenazas generadas por los cambios de las condiciones económicas, políticas y sociales a su alrededor. El conocimiento y la participación de la población local en las tareas de planificación y gestión de la naturaleza en y alrededor de las Reservas es clave para disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia socio-ecológica.

Otro aspecto de su vulnerabilidad es la insuficiencia de las estrategias actuales de comunicación social. Las Reservas tienen una manifiesta incapacidad para dar a conocer, a la opinión pública y a los tomadores de decisiones, sus propuestas y opciones, al sistema educativo sus experiencias y métodos, y a los propios habitantes el estímulo necesario para transformarlos de actores del cambio mediante los procesos ligados a la pedagogía de la sustentabilidad.

Otra situación que aumenta la vulnerabilidad se refiere al manejo tradicional de los paisajes, que se ve amenazado por la migración de las nuevas generaciones hacia los centros urbanos y el envejecimiento de los habitantes locales.

Ante estos retos, las Reservas de IBEROMaB cuentan con la fortaleza que les da mantener una comunicación continua y fluida entre ellas, con el fin de intercambiar información y experiencias, y con los colectivos de productores, planificadores y tomadores de decisiones. Para lograrlo, deben estar conectadas creando Reservas que involucren a dos o más países y establecer corredores biológicos y proyectos sustentables que vinculen Reservas en el ámbito regional, como en el caso del Corredor Biológico Mesoamericano y el Proyecto de Corredor Ecológico de Sudamérica (CONNECTA).

Otra de sus fortalezas, clave para incrementar la resiliencia del sistema socio-

ecológico, es el intercambio de saberes: entre el conocimiento tradicional y científico, entre las propuestas de los jóvenes y el conocimiento y experiencia de los viejos, entre los hombres y las mujeres, los migrantes, etc.

Por último, debe destacarse el hecho de que las Reservas de Biosfera no solo amparan y mantienen áreas de elevada diversidad natural y cultural; muchas veces incluyen también los centros de origen de la biodiversidad, de la domesticación del paisaje y de las especies y sitios en donde surgió una cultura o una visión de la naturaleza determinante de la historia ambiental y la filosofía, una idiosincrasia que ha sido el origen de cambios en el orden natural y social, sitios de alto valor para el pensamiento humano, como ocurre por ejemplo con las Reservas de Biosfera Archipiélago de Colón (Galápagos) y Tehuacán Cuicatlán (México).

### Conclusiones

1. Las Reservas de Biosfera tienen una gran capacidad para enfrentar y gestionar el riesgo derivado de las amenazas naturales, ambientales y sociales que amenazan la biodiversidad y la diversidad cultural local y regional.
2. La zonificación de las Reservas de Biosfera está diseñada para mantener los procesos sociales y ecológicos del paisaje, coadyuvando a que la relación entre la sociedad y la naturaleza sea cada vez más estrecha y promoviendo que la población sea cada día más participativa.
3. Las Reservas de Biosfera fundamentan su razón de ser en la conservación y aprovechamiento sostenible de la estructura y funcionamiento del paisaje, el movimiento de la diversidad y la búsqueda de opciones para el mantenimiento de la diversidad, como un

mosaico construido entre al ambiente natural y transformado.

4. Los ecosistemas naturales contribuyen con la reducción de los daños ocasionados por los eventos destructivos de origen natural y antropogénico, a través de soluciones basadas en la naturaleza; por lo tanto, constituyen espacios y recursos para potenciar la gestión del riesgo.
5. Las estrategias de la Gestión del Riesgo, basadas en las capacidades propias de los ecosistemas, deben evidenciar, con claridad, a los grupos sociales beneficiados por la reducción de su vulnerabilidad ante las amenazas naturales y antropogénicas y demostrar su valor, más allá de la restauración ecológica clásica.
6. Es indispensable que la Gestión del Riesgo y la reducción de la vulnerabilidad natural y social formen parte de los planes de acción de las Reservas de Biosfera, como una línea de actuación específica y con el propósito de proteger, tanto la diversidad natural como la cultural y, de esta forma, aumentar la resiliencia.
7. La base para la reducción de la vulnerabilidad natural y social en las Reservas de Biosfera está en la recuperación, el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, de los procesos ecológicos que conservan la biodiversidad y los procesos que soportan la trama social.
8. La clave para el buen funcionamiento de las Reservas de Biosfera y para garantizar su contribución al manejo del ambiente, radica en la relación que hay entre la sociedad y la naturaleza y en la capacidad de participación de la población.
9. La necesidad de elaborar estrategias de comunicación efectivas para las Reservas

de Biosfera, que permitan desarrollar una concientización pública sobre la Gestión del Riesgo, contemplando acciones para reducir la exposición y disminuir la vulnerabilidad frente a las amenazas.

10. Las Reservas de Biosfera deben contar con programas de observación, evaluación, vigilancia y de línea base, para valorar con precisión la magnitud de los impactos y daños ambientales en caso de desastres.
11. La aplicación de programas de capacitación y entrenamiento a los pobladores de las comunidades locales constituye un elemento determinante en la Gestión del Riesgo.
12. La interacción armónica entre las comunidades humanas y la naturaleza en las Reservas de Biosfera provee herramientas para prevenir los desastres y mitigar sus consecuencias.
13. Las Reservas de Biosfera favorecen el empoderamiento de las comunidades locales mediante procesos participativos en la planificación de los programas de Gestión del Riesgo y son escenarios de desarrollo de experiencias exitosas, potencialmente aplicables en otras áreas.
14. La Gestión del Riesgo en las Reservas de Biosfera debe incorporar las prácticas y saberes tradicionales de las comunidades locales.
15. La Gestión del Riesgo debe ser un proceso orientado a formular y ejecutar acciones de manera consciente, concertada y planificada entre los órganos y los entes de los Estados y los particulares, para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo derivado de las amenazas naturales en una localidad o en cualquiera de las zonas de las Reservas de Biosfera, atendiendo a sus realidades ecológicas,

geográficas, poblacionales, sociales, culturales, políticas y económicas.

16. La Gestión del Riesgo derivado de las amenazas socio-naturales y tecnológicas en las Reservas de Biosfera, y los procesos, competencias, funciones y acciones a ella vinculadas, se deben regir por los principios de legalidad, participación, celeridad, eficacia, eficiencia, transparencia, probidad, corresponsabilidad, desconcentración, descentralización, cooperación y coordinación, de conformidad con lo establecido en la legislación de cada país de Iberoamérica.
17. Las políticas nacionales para la gestión del riesgo debe ser de carácter transversal a todas las instancias del Poder Público y a los particulares. Debe contener el conjunto de lineamientos emitidos por los Estados, dirigidos a evitar o disminuir los niveles del riesgo en el territorio nacional y, en particular, en las áreas protegidas y en las Reservas de Biosfera. Debe además fomentar la generación de capacidades para afrontar las emergencias y desastres y la incorporación activa de las instituciones privadas, así como la participación permanente de la comunidad.
18. Es importante identificar el riesgo prevalente en las Reservas de Biosfera según su ubicación y presión por demanda de los recursos que provee, de acuerdo con los escenarios que resultan más impactantes en sus áreas de influencia y amortiguamiento, para poder establecer las estrategias efectivas de gestión en el corto, mediano y largo plazo.
19. Se debe reconocer que las Reservas de Biosfera poseen la capacidad de proveer recursos que benefician el desarrollo del ser humano, tomando en cuenta que su aprovechamiento debe ser equitativo y

controlado, para evitar así el deterioro de los ecosistemas. Como inicio clave de la Planificación de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales deberá establecerse una estrategia a considerar para el manejo sostenible de estas áreas.

Contacto: [secretaria.mab.esp@oapn.es](mailto:secretaria.mab.esp@oapn.es)