





Revisión

# Capacidad de carga y resiliencia de los sistemas socio-ambientales desde un enfoque sostenible

## Carrying capacity and resilience of socio-environmental systems from a sustainable approach

Libys Martha Zúñiga Igarza<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-9669-8658>, Juna Marco Molinas Roja<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-4248-216X>, Tamara Tania Cohen Egler<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-6549-7343>

### Historial del artículo

Recibido: 15 agosto 2020

Aceptado: 15 septiembre 2020

<sup>1</sup>Universidad de Holguín, Cuba;

<sup>2</sup>Universidad Europea del Atlántico, España;

<sup>2</sup>Instituto de Planeamiento Urbano Regional de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, Brasil.

Email: [lmzi@uho.edu.cu](mailto:lmzi@uho.edu.cu)

Artículo de acceso abierto bajo licencia Creative Commons Atribución NoComercial CompartirIgual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



**Resumen:** La asociación de la resiliencia con la capacidad de carga permite mantener la autorregulación en sistemas socio-ambientales, imprescindible para la estabilidad de los recursos del patrimonio ambiental en función de alcanzar un desarrollo sostenible. Esta idea resulta de un análisis teórico-conceptual, mediante el empleo de métodos teóricos y empíricos. Constituye el objetivo del presente artículo sistematizar las concepciones existentes sobre resiliencia y capacidad de carga de los sistemas socio-ambientales, en el sentido de un análisis integrativo, que favorezca su aplicación en estudios dirigidos a la disminución de efectos negativos ante riesgos asociados a una gestión irracional de los recursos mencionados.

**Palabras clave:** Resiliencia, capacidad de carga, sistemas socio-ambientales, enfoque sostenible.

**Abstract:** The association of resilience with carrying capacity allows maintaining self-regulation in socio-environmental systems, essential for the stability of the resources of the environmental heritage in order to achieve sustainable development. This idea results from a theoretical-conceptual analysis, through the use of theoretical and empirical methods. The objective of this article is to systematize the existing conceptions on resilience and load capacity of socio-environmental systems, in the sense of an integrative analysis, which favors its application in studies aimed at reducing the negative effects of risks associated with irrational management of the resources mentioned.

**Keywords:** Resilience, carrying capacity, socio-environmental systems, sustainable approach.

**Citación recomendada para este artículo:** Zúñiga Igarza, L. M., Molinas Roja, J. M., Cohen Egler, T. T. (2020). Capacidad de carga y resiliencia de los sistemas socio-ambientales desde un enfoque sostenible. *Monteverdia*, 13 (2), pp. 51-56. Recuperado de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/3310>

### Introducción

El tema de la capacidad de carga de los sistemas socio-ambientales ha sido muy tratado y discutido. Como concepto fertiliza en la década del 1970 y existen varias definiciones, entre ellas: García (1986), la reconoce como “la tolerancia de cada punto del territorio para acoger los usos del suelo sin que se produzcan deterioros en el medio más allá de los límites tolerables, p.17”; Shelby y Heberlein, (1986), plantea que “es el nivel de uso más allá del cual los impactos exceden en los niveles especificados por las

normas de evaluación” (p.19). Según Saveriades (2000):

“(…) no existe todavía una definición generalmente aceptada ni un procedimiento sistemático para valorarla; sin embargo se evidencian variables asociadas como: magnitud e intensidad; equilibrio a lograr entre las pérdidas y los beneficios desde el punto de vista de la economía y la naturaleza; uso que se le da al recurso, o producto;... por lo que se puede considerar que es el número máximo que puede

recibir un espacio geográfico y (o) físico, de forma tal que su nivel de uso funcione como mediador de equilibrio entre los beneficios obtenidos y el costo de los impactos hacia el medioambiente, garantizando el mantenimiento de la naturaleza y la sociedad” (p 22).

A pesar de los esfuerzos realizados por la comunidad científica para conceptualizar el término, (Balvanera, et. al., 2017; Silva, et. al., 2017), persisten criterios disociados al respecto. La capacidad de carga ha puesto a relieve las relaciones entre los impactos, el nivel de uso y los límites a establecer. Ha evidenciado además que, entre la causa del impacto y el efecto, hay unos intervalos espaciales y temporales que, aunque conocidos, son difíciles de cuantificar tales como: límites elásticos, tolerancias, rangos o simplemente resiliencia. La resiliencia absorbe la fluctuación de sus elementos para mantener la autorregulación, la conservación y estabilidad de cada sistema o recurso donde se desenvuelve. Para ello desarrolla cualidades de absorción, resistencia y recuperación a través de la composición física de cada componente intrínseco. Manifiesta formas diferentes a presiones o niveles de usos, así como a sus umbrales. En ese sentido Mateo (2004) aclara que:

“(…) los sistemas ambientales, vistos como totalidades se caracterizan por un grupo de propiedades, entre ellas: no son constantes, sino dinámicamente variables; caracterizados por la propiedad de la “resiliencia”, que se usa para designar el hecho de que los sistemas no son fijos, sino que se mueven en determinados límites (...) donde raramente alcanzan situaciones de equilibrio (...) el equilibrio no es una balanza, sino un péndulo (...) en cambio, “la estabilidad”, viene a ser la medida de la resiliencia de los sistemas naturales (...) significa, que los diferentes elementos del sistema están balanceados y mutuamente se ayudan a mantener dentro de determinados límites e impiden que el sistema global se derrumbe, provocándose un colapso” (p. 11).

En ese sentido, para el logro de la estabilidad a nivel socio-ambiental y en cada uno de los subsistemas que lo conforma es necesario estudiar el patrimonio ambiental, como componente de la interrelación sociedad-naturaleza que demanda el ser humano para su subsistencia. Capra (1998) plantea que,

“(…) dichos componentes no pueden ser entendidos aisladamente (...) es una sola disciplina, la de la vida en sus diferentes ambientes (...) esta crea las condiciones aptas para su propia existencia, conforma y cambia el entorno al que se adapta; y este entorno, a su vez, retroalimenta la vida que cambia, actúa y crece en él” (pp. 22-35).

De forma general cada uno de los recursos que conforma el patrimonio ambiental poseen límites en su estructura interna para desarrollar con eficiencia su funcionamiento en el sistema superior al que pertenece. Estos límites propician la conservación de sus estructuras a través de sus funciones, en pos de un equilibrio propio o en contribución al sistema inmediato o superior respectivamente. Mateo, (2004) aclara que la dimensión funcional “exige del diseño de la capacidad de carga de las diferentes partes constituyentes del objeto o recursos, de tal manera que se minimicen los impactos, los peligros y los riesgos” (p. 157).

Desde estas concepciones generales, se infiere que para mantener capacidades de carga de cualquier sistema y manifestar algunas formas de estabilidad hay que controlar la resiliencia. Es por ello no debe contemplarse como una fórmula matemática, o como un método mecánico en los diferentes recursos naturales y contruidos, pues no representa un límite, sino sus niveles de estabilidad contenidos dentro del valor de la capacidad de carga del recurso que se analice. Entenderla, además, como una herramienta de flexibilidad en rangos y parámetros que dependen de cada configuración territorial, de procesos básicos externos, así como de las amenazas de la región y del lugar es un aspecto esencial que brinda enfoques de sostenibilidad.

Es por ello que la resiliencia es uno de los aspectos expuestos en el objetivo 11 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible declarados en el 2015, (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018); como marco de acción mundial para la agenda 2030. Dicho objetivo 11 es para la ciudad y propone conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Estas contribuciones teóricas deducen que la planificación de la capacidad de carga de los recursos naturales y contruidos (edificios para cualquier uso, infraestructuras de soporte, dígame vías, comunicaciones, redes hidrosanitarias, entre otros que

el ser humano construye para el desarrollo de la vida) a través de la resiliencia es esencial para ayudar al desarrollo urbano-territorial y la búsqueda de equidad en el desarrollo regional.

### **Materiales y métodos**

Para el desarrollo de esta investigación se siguió en el análisis empírico, que identificó las experiencias y otros aspectos vinculados con los actores, los procesos y las acciones (metodología FAP) que se despliegan en dichas circunstancias, (Egler, 2007). Con posterioridad se evaluaron las concepciones de Morín (1977, 1988) desde la teoría de la complejidad para el análisis de la investigación social como de las ciencias técnicas, las ciencias naturales y de la tierra. Por otro lado, se reconocieron los métodos de la investigación científica desde una perspectiva dialéctica como métodos de análisis como el inductivo-deductivo, análisis-síntesis, modelación, sistémico estructural. Se relacionaron además todos aquellos componentes que podían tributar desde una visión transdisciplinar a un desarrollo teórico conceptual del tema, como los aportes y análisis de diferentes estudios en cada área del conocimiento.

### **Resultados y discusión**

Existen diversas experiencias de cálculos de capacidades de carga para diferentes recursos como áreas naturales, recursos construidos de valor patrimonial, flujos de visitantes, entre otras (Cifuentes, 1992; Walker, et. al., 1994; Saveriades, 2000; García, 2001; Segrado, et. al., 2008; López y López, 2008; Ugarte, 2010; Zúñiga y Perez, 2012; Schlüter y Drummond, 2012; García y De La Calle, 2012; Plascencia, 2013; Perruolo y Christopher, 2017; Basurto-Cedeño, et. al, 2018; Martínez, et. al., 2018; Maldonado, 2019; Munar, 2019). En muchas ocasiones son normas de diseño para los países de acuerdo a determinadas vulnerabilidades de recursos construidos o edificados en general como: capacidad de carga para el suelo, playas, senderos, para las estructuras de hormigón armado, de acero, cargas de viento; en fin, para todo el diseño de edificaciones, espacios naturales de alta fragilidad, y redes técnicas como: vías, puentes, sistemas hidrosanitarios y servicios técnicos, entre otros.

En este sentido, cada evaluación de las capacidades de cargas en los recursos construidos o edificados, esta se evalúa de forma específica. Como ejemplo en las

estructuras de hormigón armado en zonas sísmicas, se considera previamente que el planeta Tierra debe ser visto como un sistema dinámico, complejo, cambiante y susceptible a las modificaciones del entorno natural, por lo que existen diversas clasificaciones: el origen, causa, aparición, escala, e impacto que producen, entre otros componentes. Desde estas perspectivas, su concepción es evaluada de la siguiente manera:

- Fenómeno natural asociado a la dinámica del planeta Tierra.
- Amenaza o peligro para los elementos socio-ambientales expuestos a su probabilidad de ocurrencia.
- Premisas de desastres, donde se vincula la amenaza y el nivel de riesgo en función de la vulnerabilidad de los elementos.

Ciertamente hay normativas ya a nivel de evaluación del recurso construido o edificado que insertan el probable efecto de los sismos y que se expresan como aceleraciones que impactan las edificaciones. Sus objetivos son aminorar con el diseño y la forma de construcción para dichas edificaciones, bajo concepciones sismo resistentes y por ende de evitar su colapso y las pérdidas de vidas humanas e infraestructura física, social, económica y ambiental, que es lo fundamental en toda normativa. Es importante apuntar también, que para que las edificaciones verticales y horizontales se les puedan llamar resilientes, no deberá faltar la tolerancia sismo resistente que se denomina ductilidad en estos casos específicos. Esta se relaciona con la capacidad de la estructura o elemento estructural de soportar deformaciones inelásticas, es decir daño sin pérdida significativa de capacidad. Si una estructura o elemento estructural es diseñado de modo que tenga ductilidad, es posible reducir las fuerzas de diseño. Se produce, además, economías en términos de tamaño de los elementos estructurales; por lo tanto, todas las estructuras en zonas sísmicas deben incorporar algún grado de ductilidad.

De forma general para calcular la estabilidad de las edificaciones se demandan análisis de las particularidades de las estructuras a diseñar, su entorno inmediato y el ecosistema al que pertenecen. En ellas intervienen además las propiedades físicas y mecánicas de los materiales y los esfuerzos a los que se someten los materiales y elementos. Entre las

propiedades físicas de los materiales se encuentran los análisis de la porosidad, compacidad, permeabilidad, capilaridad, heladicidad, higroscopicidad, conductividad térmica y conductividad eléctrica. En cuanto a las propiedades mecánicas de los materiales se analizan: la fuerza de rotura, tensión de rotura, tenacidad, dureza, fragilidad, elasticidad, plasticidad, rigidez, fatiga y fluencia. También es vital analizar los esfuerzos a los que se someten los materiales y elementos como la tracción, compresión, pandeo, cortadura o cizalladura, torsión y flexión.

Es por ello que la resiliencia considera los elementos estructurales de cualquier recurso construido; las interdependencias sistémicas intrínsecas; y las fluctuaciones de los procesos básicos internos. Para los recursos construidos, la diferencia está en que dicha capacidad es dada por el ser humano en el diseño de los elementos que lo conforman y es otorgada por la tolerancia que cada elemento desarrolle en pos de su estabilidad de acuerdo al uso que se le dará a la edificación a diseñar. En cuanto al funcionamiento a nivel urbano-territorial, se demanda ante todo de la evaluación del modelo espacial de los sistemas ambientales que lo conforman como reflejo del espacio físico, la distribución e interrelaciones entre los diferentes tipos de uso del suelo, con los objetos económicos y sociales; y los flujos y nexos que se establecen entre ellos. Constituye una expresión concreta de las formas de organización social y política que han determinado la ocupación, la posesión y la apropiación de los recursos, (Mateo, 2004) desde una consideración de la estabilidad socio-ambiental.

### Conclusiones

El análisis de la capacidad de carga en su relación con la resiliencia es un importante reconocimiento a través del cálculo planificado de dichas capacidades de cargas lo que constituye un aporte al desarrollo sostenible por su enfoque preventivo. Para los recursos construidos, la diferencia está en que dicha capacidad es dada por el diseño de los elementos estructurales que lo conforman en el logro de su estabilidad, mediante el aprendizaje técnico y especializado de profesionales dedicados al tema para minimizar pérdidas o daños.

La resiliencia como herramienta es dirigida a la acción como base del cálculo de la capacidad de carga de los recursos socio-ambientales lo que contribuye

sustancialmente a mejorar las condiciones de estos y se torna no solo como un componente esencial en la reducción de la vulnerabilidad; sino como herramienta básica para llegar a enfoques de sostenibilidad.

### Agradecimientos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES-, a la Universidad Federal de Rio de Janeiro y su Instituto de Planeamiento Regional y Urbano. En especial a la Dra C. Tamara Tania Cohe Egler, por su dedicación en esta investigación posdoctoral.

### Financiamiento de la investigación

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES-, realizó el financiamiento de estancia a través de una beca de investigación posdoctoral por seis meses a la autora principal de este artículo.

### Contribución de los autores

Zúñiga Igarza: planeación de la investigación, revisión documental, análisis de resultados, redacción del artículo y revisión final.

Molinas Roja: planeación de la investigación, redacción del artículo y revisión final.

Cohen Egler: planeación de la investigación, redacción del artículo y revisión final.

### Conflictos de intereses

En este artículo no se manifiestan conflicto de intereses.

### Referencias

- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F. D., y Zermeño\_Hernández, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88 (1), 141-149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>
- Basurto-Cedeño, E. M., Pennington-Gray, L., y Basurto-Cedeño, X. (2018) Identificación de riesgos en destinos turísticos: el primer paso para incrementar la resiliencia. *Turydes: Turismo y Desarrollo*, 24 (6). Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/turydes/24/riesgos-destinos-turisticos.html>
- Capra, F. (1998). "La trama de la vida. Una nueva

- perspectiva de los sistemas vivos. Barcelona: Anagrama.
- Cifuentes Arias, M. (1992). Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas (No. 333.95 C569d). Turrialba, CR: CATIE.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. CEPAL, Santiago de Chile
- Egler, T. T. (2007). Diversidade metodológica para a pesquisa de redes sociotécnicas. En T. T. Egler, Ciberpólis: redes no governo da cidade (págs. 25-45). Rio de Janeiro: 7Letras.
- García Hernández, M. (2001). Turismo y conjunto monumentales: capacidad de acogida turística y de gestión de flujos de visitantes. Tesis doctoral inédita. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- García Hernández, M., y de la Calle Vaquero, M. (2012). Capacidad de carga en grandes recursos turístico-culturales. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32 (2), 253-274. DOI: [https://doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2012.v32.n2.39720](https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n2.39720)
- García Menéndez, L. (1986). La actividad turística en relación con la capacidad de acogida del territorio en la comunidad valenciana. En A. Pedreño Muñoz. *Ecología, economía y turismo en el Mediterráneo*. (pp. 26-32). Alicante, España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- López Bonilla, J. M. y López Bonilla, L. M. (2008). La capacidad de carga turística: Revisión crítica de un instrumento de medida de sostenibilidad. *El Periplo Sustentable*, 15 (2), 123-150. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193415512006>
- Maldonado Oré, E. M. (2019). Impacto ambiental del visitante y capacidad de carga turística en el área de conservación regional Huaytapallana. Tesis doctoral inédita. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Martínez Ortíz, L. Y., Yépez Rosado, A. J., Gavilánez Buñay, T. C., Gómez Hidalgo, R. A., Guerrero Tipantuña, M. R., Hidalgo Robalino, D. H., y Guanoquiza Toaquiza, W. F. (2018). Impacto socioambiental y predicción de riesgos por ecoturismo en Parroquia Sangay, Morona Santiago, Ecuador. *Biotecnia*, 20 (2), 3-14. DOI: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v20i2.592>
- Mateo Rodríguez, J. M. (2004). Planificación y gestión ambiental. Ciudad de la Habana, Cuba: Universidad de La Habana.
- Morin, E. (1988). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa, 1998
- Morin, Edgar (1977). *La Méthode*. Paris: Éditions du Seuil, 2008
- Munar, F. X. R. (2019). Capacidad de carga socioambiental de la isla de Eivissa. *Papeles de Geografía*, (65), 175-177. Recuperado de <https://revistas.um.es/geografia/article/view/362181>
- Perruolo G., y Cristopher C., (2017). Estimación de capacidad de carga turística en el área Chorro El Indio, estado Táchira, Venezuela. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 26 (2): 77-90. DOI: <https://doi.org/10.15446/rcdgv26n2.59259>
- Plascencia Betancourt, R. R. (2013). Procedimiento para determinar la capacidad de carga de los recursos turísticos en un territorio. Tesis de maestría inédita. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba.
- Saveriades, A. (2000). Establishing the social tourism carrying capacity for the tourist resorts of the east coast of the Republic of Cyprus. *Tourism Management*, 21 (1), 147-156. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(99\)00044-8](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(99)00044-8)
- Schlüter Vasconcelos, C. y Drummond Câmara, J. B. (2012). Evaluación de la capacidad de carga física del parque municipal de Itiquira, Formosa (GO), Brasil. *Estudios y perspectivas en turismo*, 21 (1), 996-1012. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5254017.pdf>
- Segrado Pavón, R., Palafox Muñoz, A., y Arroyo Arcos, L. (2007). Medición de la capacidad de carga turística de Cozumel. *El Periplo Sustentable*, 13 (1), 33-61. Recuperado de <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/5055>



- Shelby, B. & Heberlein, T. A. (1986). Carrying capacity in recreation settings. Oregon, USA: Oregon State University Press
- Silva, L., El-Deir, S., & Silva, R. (2017). Princípios da sustentabilidade no planejamento socioambiental do Comitê Ecos de Pernambuco. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 14(30), 215-242. DOI: <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v14i30.1080>
- Ugarte Solís, A. (2010). Metodología de modelación de escenarios de riesgo sísmico en Managua, Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 23(1), 9-17. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5006252.pdf>
- Walker O., Zúñiga I., Rojas A., y Rodríguez G., (1994). "Plan director de Pinares de Mayarí". Informe central del Plan de Ordenamiento territorial de la Meseta de Pinares de Mayarí, Holguín, Cuba. Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF), Holguín:DPPF, Holguín
- Zuñiga Igarza, L. M. y Pérez Campdesuñer, R. (2012). Desarrollo local turístico bajo la concepción de una metodología para gestión ambiental urbana en Gibara, Cuba. *Estudios y Perspectivas en Turismo*. 21 (1), 339 – 354. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5237789.pdf>