

## La huella ecológica aplicada al análisis de la relación hombre-naturaleza en comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia

Francisco Andrés Carabelli<sup>1\*</sup>, Laura Liliana Forti<sup>2</sup>, Carlos Alfredo Baroli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; <sup>2</sup> Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Chubut; <sup>3</sup>Facultad de Ingeniería y Facultad de Cs. Económicas, Sede Esquel, Universidad Nacional de la Patagonia SJB.

\* Autor de correspondencia: [francisco.carabelli@gmail.com](mailto:francisco.carabelli@gmail.com)

### Resumen

La Huella Ecológica es una herramienta que permite estimar y expresar en hectáreas los requerimientos de consumo de recursos de una población que están ligados con un área de tierra productiva correspondiente. Asociado con ello, la determinación de la capacidad de carga de un territorio -expresada como superficie bioproductiva- es un factor esencial para dimensionar el peso de las actividades humanas que lo afectan. A su vez, el cálculo de las distintas Huellas específicas – de los alimentos, de la vivienda, del transporte, de bienes y servicios- posibilita el diseño de un andamiaje para basar planes de ordenación del territorio, aun cuando la metodología de cálculo de la Huella no se aplica habitualmente a estos procesos (de ordenación territorial). Con la intención de que pueda utilizarse para tal fin, un equipo integrado por docentes de instituciones universitarias y técnicas desarrolló durante seis años una adaptación de la metodología primaria para aplicarla a comunidades pequeñas y medianas en cuanto a su desarrollo social y económico. Tal adaptación se basó en tres aspectos que pueden considerarse innovadores respecto de la metodología original de cálculo de la Huella: a) la construcción de los conjuntos de datos para calcular las Huellas específicas y las áreas bioproductivas, b) la deducción de factores locales (nacionales) de conversión para el cálculo de la huella energética y c) la proposición de mecanismos para el involucramiento de la población local de modo que pueda ir consustanciándose con esta herramienta. Se sintetizan aquí los principales resultados que se obtuvieron entre los años 2009 y 2015, los que ponen de manifiesto que este indicador puede ser, para la escala de una comunidad, no sólo un potente indicador de los impactos que un estilo dado de vida causa sobre el capital natural sino también una herramienta útil para caracterizar las potencialidades y las restricciones de un territorio que deben ser tenidas en cuenta de manera indispensable para planificar con criterios de sustentabilidad procesos de desarrollo socioproductivo.

**Palabras clave:** capital natural, desarrollo sustentable, planificación.

### Introducción

La Huella Ecológica es un indicador que busca determinar el impacto del consumo de una comunidad dada sobre el medio natural, asociado con un determinado estilo de vida “promedio” o estándar que dicha comunidad se ha dado. En su concepción original, la metodología de cálculo de la Huella emplea información secundaria, proveniente de estadísticas y censos de los que se dispone sobre los distintos consumos vinculados a los alimentos, vivienda, transporte, bienes y servicios. Sin embargo, como señala Matteucci (2005), en nuestros países en vías de desarrollo no siempre se dispone de los valores para calcular la Huella Ecológica, tales como los rendimientos de cada producto en su sitio de producción, especialmente al nivel de las jerarquías jurisdiccionales inferiores a la nacional. Frente a esta situación, un equipo académico y técnico con presencia local y territorial en Patagonia se ha enfocado desde hace algo más de un quinquenio en la modificación parcial de la metodología original, que se está aplicando experimentalmente en comunidades de pequeña y mediana escala –desde cientos a algunas decenas de miles de personas- para conocer la Huella Ecológica de las mismas generando la información necesaria y promoviendo la participación ciudadana.

En este breve texto se describen algunas iniciativas en la provincia de Chubut, que sintetizan las principales características y avances en la aplicación de la modificación metodológica previamente mencionada. El objetivo principal de esta propuesta académica en el mediano plazo es diseñar una herramienta que pueda ser útil para la gestión ambiental en municipios de pequeña y mediana escala referida a la cantidad de habitantes.

### Materiales y Métodos

La Provincia de Chubut comprende un vasto territorio de 224.686 km<sup>2</sup>, que se extiende entre los paralelos 42° y 46° de Latitud Sur. Cuenta con una población de casi 510 mil habitantes, de acuerdo con información del Censo Nacional 2010 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011). La provincia tiene cinco ciudades principales, cuatro de ellas en la zona costera y la restante en el sector cordillerano: *Rawson* que es la Capital provincial, se ubica a ambas orillas del río Chubut, cerca de su desembocadura en el Océano Atlántico; su principal actividad es político-administrativa. *Comodoro Rivadavia*, ubicada sobre la costa del Golfo San Jorge, es la primera ciudad de la Provincia por su cantidad de habitantes, siendo su actividad principal la producción de petróleo, que comenzó en el año 1907. Es además sede de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. *Trelew*, situada sobre la margen izquierda del Río Chubut, y distante 20 km de Rawson, es una ciudad industrial y comercial, de gran crecimiento debido a la radicación de importantes industrias textiles y sintéticas. *Puerto Madryn*, situada en el Golfo Nuevo, es una ciudad cuyas principales actividades son la pesca, la producción de aluminio y el turismo. *Esquel*, por su parte, se encuentra ubicada en el valle homónimo en la zona cordillerana. Su proximidad al Parque Nacional Los Alerces le confiere atributos de ciudad turística, característica que se ve fortalecida por la presencia de un centro de deportes invernales, el único con el que cuenta la Provincia (Carabelli et al. 2000).

En esta última ciudad y en la Villa Futalaufquen, ubicada en el Parque Nacional citado precedentemente, se están desarrollando acciones para conocer su Huella Ecológica, en ambos casos con el acompañamiento de instituciones y personas que se muestran profundamente interesadas por las perspectivas de utilización de este indicador para la toma de decisiones en torno al desarrollo social y productivo de la comunidad.

La Villa Futalaufquen, que ocupa alrededor de 32 hectáreas, es el único asentamiento urbano del Parque Nacional Los Alerces en el noroeste cordillerano de la provincia de Chubut, con alrededor de 50 viviendas y una población ligeramente superior al centenar de habitantes, en su mayor parte empleados de la Administración de Parques Nacionales con sus familias, gendarmes, docentes y empleados de la escuela. Esquel, por su parte, cuenta con una población de 40.000 habitantes y ocupa una superficie aproximada de 600 hectáreas. La actividad económica está centralmente vinculada a la administración pública, tanto en forma directa (salarios principalmente) como indirecta (mayoritariamente mediante obras públicas). El turismo es aún una promesa de actividad dinamizadora de la economía local, que se caracteriza por una marcada estacionalidad. La actividad agropecuaria local carece de la capacidad de generar empleos en cantidad y calidad para incluir a una cantidad significativa de personas. Los comercios y servicios complementan la actividad local.

El análisis de la Huella Ecológica permite estimar los requerimientos de consumo de recursos y de asimilación de basura para una población humana determinada o una economía en términos de un área de tierra productiva correspondiente (Wackernagel & Rees 1996). Como señalan Lenzen & Murray (2003), la Huella Ecológica se concibió originalmente como un método simple y elegante para comparar la sustentabilidad del uso de recursos entre diferentes poblaciones.

En la metodología original, el proceso de cálculo de la Huella Ecológica tiene dos pasos principales: a) Contabilizar el consumo de las diferentes categorías (productos y residuos) en unidades físicas; b) Transformar los consumos en superficie biológica productiva, a través de Índices de Productividad. El consumo se define considerando la producción local y las importaciones de productos a los que se sustraen las exportaciones, mientras que la Huella Ecológica resulta del cociente entre consumo y productividad (el rendimiento de un área productiva). Por ello, los cálculos de la Huella Ecológica se

basan en que por un lado se pueden contabilizar físicamente (en toneladas) los recursos consumidos y que estas cantidades pueden traducirse en área biológicamente productiva (en hectáreas), por el otro. Al mismo tiempo, como bien lo plantean Haberl et al. (2004), la medida puede incluso extenderse a un producto o un proceso económico. Este procedimiento de cálculo es factible cuando se cuenta con la información apropiada. Incluso a nivel de grandes ciudades, existen muchos problemas para obtener los datos necesarios. Esto hace que se tenga que calcular la Huella Ecológica a un nivel muy general que dificulta su utilización como herramienta de actuación local (Rueda Palenzuela 1999). Otro aspecto que complejiza el cálculo de la Huella para grandes ciudades es que las áreas desde donde se importan sus recursos se encuentran distribuidas a lo largo de varias partes del mundo, y, en muchos casos, conocer la productividad en origen de la formidable gama de productos que se consumen en el espacio urbano es una empresa demasiado exigente. Por otra parte, en tiempos de globalización, las ciudades grandes compiten entre ellas por el suministro global de capital natural (Amend et al. 2011).

Para la mayoría de localidades de pequeña y mediana escala socioeconómica en Patagonia el desafío principal consiste en generar la información para las categorías específicas de consumo y de áreas productivas, así como caracterizar las productividades en origen de los productos que se importan y los factores de conversión (factores de rendimiento y equivalencia). La obtención de dicha información se realiza tomando en consideración los aspectos metodológicos que se sintetizan en el siguiente esquema (Figura 1):

Categoría de huella	Acciones metodológicas específicas	Productos específicos	Acciones metodológicas generales	Productos generales
Alimentos	Planificar e instrumentar campañas informativas para sensibilizar a la comunidad	Perfil de consumo de alimentos de una comunidad	Involucrar a los gobiernos municipales	Escenarios prospectivos
Bienes	↓	Cuantía de los productos alimenticios consumidos		
Servicios	Diseñar y realizar encuestas en la comunidad (familias, comerciantes)	Sitios de proveniencia de los alimentos		
Vivienda	Determinar tipologías-tipos constructivos de viviendas	Bases de datos con los consumos en las distintas categorías	Deducir factores locales (nacionales) de conversión de escalas y unidades	Estrategias alternativas para un desarrollo productivo con cuidado ambiental
	↓	Planificación estratégica para el crecimiento edilicio urbano		
Transporte	Gestionar información sobre viviendas (materiales, superficie promedio, cantidad)		Desarrollar un programa informático para el cálculo de la huella	Empoderamiento de ámbitos municipales y organizaciones civiles
	↓	Establecer una escala según antigüedad y tipo de vehículo		
Residuos	Cuantificar el consumo del parque automotor urbano	Sistema más eficiente de gestión del tránsito vehicular	Desarrollar un programa informático para el cálculo de la huella	Propuestas educativas incorporadas a mallas curriculares de estudios secundarios y terciarios
	Indicar y cuantificar áreas actuales y potenciales para deposición y tratamiento			
Áreas bioproductivas	Clasificar y cuantificar las áreas municipales con potencial productivo	Cartografía de áreas actuales y potenciales para la producción		

**Figura 1.** Síntesis de los principales aspectos metodológicos del enfoque de Huella Ecológica para comunidades de pequeña y mediana escala socioeconómica (Fuente: Carabelli et al. 2012).

## Resultados

La cuantificación de las Huellas específicas para las localidades de Villa Futalaufquen y Esquel se halla en proceso por lo que los resultados son preliminares. En el caso de la Villa Futalaufquen, deben ajustarse los procedimientos para refinar la información, adicionando nueva a la que ya se ha obtenido (Tabla 1). Respecto de Esquel, las tareas actuales están dirigidas a cuantificar el consumo de bienes y servicios y a determinar las superficies bioproductivas relacionadas. La Huella del Transporte ha sido preliminarmente estimada, aunque de manera similar a la situación de la Villa Futalaufquen, la misma debe perfeccionarse cuando se cuente con nueva información (Tabla 1).

**Tabla 1.** Matriz de superficies por categoría de consumo para las comunidades de Villa Futalaufquen<sup>(1)</sup> y Esquel<sup>(2)</sup>.

Categorías consumo (Has)	Categorías bioproductivas (Has)				
	Agrícola	Pastos	Bosques	Área construida	Energía
Alimentos	20,5 <sup>(1)</sup> 4687 <sup>(2)</sup>	331,5 <sup>(1)</sup> 31.750 <sup>(2)</sup>			
Vivienda			10,8 <sup>(1)</sup>	0,5 <sup>(1)</sup>	156 <sup>(1)</sup>
Transporte					130 <sup>(1)</sup>
Servicios					14.980 <sup>(2)</sup>
Servicios					24,3 <sup>(1)</sup>
<b>Total</b>	<b>649,3<sup>(1)</sup> / 51.417<sup>(2)</sup></b>				

La Villa Futalaufquen, radicada en un Parque Nacional con predominio de bosques nativos, cuenta con una superficie de área forestal suficiente para cubrir los requerimientos de provisión de madera (para construcción y leña) y absorber las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con esta salvedad, el consumo de los habitantes de la Villa en las categorías "Alimentos" y "Servicios" requiere disponer de una superficie anual de producción de 376,3 hectáreas (que resulta de sumar la superficie agrícola, de pastos y de energía, esta última para los servicios). Al disponer de una superficie efectiva de 31,5 hectáreas (proveniente de restar la superficie construida a la superficie "total" en la que se extiende el poblado), el **déficit ecológico** de la Villa es de 344,8 hectáreas, equivalente a casi 11 veces la superficie actual (Carabelli et al. 2011).

Para satisfacer sus hábitos alimenticios de consumo, la población de Esquel se apropia -de manera indirecta, pues la casi totalidad de los productos que consume provienen de territorios extralocales- de una cantidad de hectáreas que llega casi a triplicar el área bioproductiva de la que potencialmente dispone para generar una producción local (Carabelli et al. 2016). Si a esto se adiciona la superficie de bosques en la categoría "Energía" necesaria para absorber las emisiones del parque automotor local, se evidencia que respecto del área que ocupan los bosques comunales en el ambiente periurbano, de 1600 hectáreas, se requiere una superficie que excede esta área en casi 9,4 veces. Aunque preliminares, estas comprobaciones ponen de manifiesto que confrontando dos categorías de consumo -una de las cuales se cuantificó sólo parcialmente- con las categorías bioproductivas correspondientes, se revela un déficit ecológico de 12 veces el área efectivamente disponible.

## Discusión

En el caso de Esquel, este resultado pone de manifiesto que es factible, en tanto se dispone de tierra productiva ociosa dentro del ejido, elaborar estrategias para alentar iniciativas que puedan fortalecer y también diversificar las actividades de producción de alimentos que actualmente se realizan en el territorio comunal. De este modo, se otorga una entidad concreta al planteo

formulado en la Introducción, cuando se señala que la finalidad de esta iniciativa académica es adaptar el concepto del indicador “huella ecológica” a las realidades y necesidades de municipios que no cuentan con la información para calcularlo, y que simultáneamente puedan emplear tal información para promover acciones de desarrollo. Ha sido ésta una de las circunstancias que interesó al Gabinete de Gobierno Municipal para comprometerse activamente en el proceso de cálculo de la Huella Ecológica, pues evidencia que es conveniente y necesario considerar iniciativas de desarrollo productivo y de cuidado ambiental que se demuestren viables, para su implementación a la escala municipal. Desde esta perspectiva, el cálculo de la Huella Ecológica para estas comunidades no se concibe como un punto de llegada sino, por el contrario, como una plataforma de salida que puede mostrar su utilidad para apoyar estrategias de transformación de hábitos y patrones de uso y consumo del capital natural por otros que se demuestren más razonables y sensatos para el sostenimiento y mejoramiento de estos singulares ambientes. Al respecto, Wackernagel & Yount (2000) sostienen que además de permitir analizar la situación presente, la Huella Ecológica proporciona un marco para la planificación sustentable en los ámbitos público y privado.

### Bibliografía Citada

- Amend T, Barbeau B, Beyers B, Burns S, Eißing S, Fleischhauer A, Kus B, Pobleto P. 2011. ¿Un Pie Grande en un Planeta Pequeño? Haciendo cuentas con la Huella Ecológica. Triunfando en un planeta con cada vez mayor escasez de recursos. En: La sostenibilidad tiene muchos rostros No. 10. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn. 140 p.
- Carabelli F, Rojas-Córsico I, Alonso J, Menger M, Baroli C. 2016. Desarrollo de un programa informático para el cálculo de la Huella Ecológica de los Alimentos. Teukén-Bidikay, Revista Latinoamericana de Investigación en Organizaciones, Ambiente y Sociedad, en prensa.
- Carabelli F, Baroli C, Forti L, Tabares C. 2012. La Huella Ecológica en la toma de decisiones promotoras del desarrollo municipal. Teukén-Bidikay, Revista Latinoamericana de Investigación en Organizaciones, Ambiente y Sociedad, Vol. 3, 241-260.
- Carabelli F, Forti L, Hessy L, Mendoza N, Baroli C, Tabares C. 2011. Promoviendo la transformación positiva de nuestro impacto sobre el entorno: La Huella Ecológica de la Villa Futalaufquen (Parque Nacional Los Alerces) y su potencial para generar nuevas formas de utilizar el capital natural. En: Actas V Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica (REDIBEC). Disponible en: <http://fich.unl.edu.ar/CISDAV/>
- Carabelli F, Antequera S, Martín G, Gómez M. 2000. Análisis Ambiental y Social de las Cuencas Hidrográficas Cordilleranas de la Prov. del Chubut. Serie Téc. N° 5. CIEFAP-GTZ-DGBYP. 60 p.
- Haberl H, Wackernagel M, Krausmann F, Erb KH, Monfreda C. 2004. Ecological footprints and human appropriation of net primary production: a comparison. *Land Use Policy* 21: 279-288.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2011. Provincia del Chubut. Población total y variación intercensal absoluta y relativa por departamento. Años 2001-2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010. Disponible en: [http://www.estadistica.chubut.gov.ar/archivos/Censo2010/poblacion/P1-\\_Chubut.xls](http://www.estadistica.chubut.gov.ar/archivos/Censo2010/poblacion/P1-_Chubut.xls).
- Lenzen M, Murray S. 2003. Ecological Footprint – Issues and Trends. The University of Sydney. ISA Research Paper 01-03. 27 p.
- Matteucci SD. 2005. De la Ecología Urbana a la Urbanoecología. *Fronteras* Vol. 4 (4):18-30. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA.
- Rueda Palenzuela S. 1999. Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana. Fundació Fòrum Ambiental. 40 p.
- Wackernagel M, Yount JD. 2000. Footprints for sustainability: the next steps. *Environment, Development and Sustainability* 2:21-42.
- Wackernagel M, Rees W. 1996. Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth. The New Catalyst, Bioregional Series 9, New Society Publishers, Gabriola Island, BC, 160 p.