

Artículo de investigación

Análisis de sostenibilidad mediante la huella ecológica y biocapacidad de la ciudad de Portoviejo – Ecuador

Sustainability analysis through the ecological footprint and biocapacity of the Portoviejo city-Ecuador



Joyce Melanie Solórzano Moreira¹
Wendy Virginia Alarcón Mendoza²
Holanda Teresa Vivas Saltos²

✉ <https://orcid.org/0009-0007-6681-5455>
✉ <https://orcid.org/0009-0003-1831-3793>
✉ <https://orcid.org/0000-0003-3544-443X>

¹Universidad de Valencia VIU | Valencia - España | CP 46100

²Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL | Manabí – Ecuador | CP 130250

✉ joycemelanie.sm@gmail.com

<http://doi.org/10.26423/rctu.v12i1.861>
Páginas: 57- 69

Resumen

La Huella Ecológica (HE) y la Biocapacidad (BC) son indicadores clave de sostenibilidad, expresados en hectáreas globales (hag). La HE mide las necesidades de consumo de recursos y asimilación de residuos, mientras que la BC representa el espacio productivo disponible. En el año 2020, la ciudad de Portoviejo contaba con 246 003 habitantes, que conformaban un potencial grupo dependiente de territorios que asimilan sus residuos y producen recursos. El objetivo del estudio fue calcular los indicadores para determinar la sostenibilidad de la ciudad, aplicando el método compuesto de Wackernagel y Rees (1996), se realizó el cálculo de la huella ecológica obteniendo un valor de 0,553 hag/persona/año y una biocapacidad de 0,362 hag/persona/año, evidenciando un déficit ecológico en 2020, concluyendo que serán necesarias 47 011,17 hectáreas para satisfacer las necesidades. La determinación de estos indicadores, precisa las consecuencias que tienen los patrones de consumo, permitiendo resultados para el posterior uso y beneficio de la población y el entorno.

Palabras clave: desequilibrio ambiental, Indicadores biofísicos, presión urbana.

Abstract

The Ecological Footprint (EF) and Biocapacity (BC) are key sustainability indicators, expressed in global hectares (gha). The EF measures resource consumption and waste assimilation needs, while the BC represents the available productive space. In 2020, the city of Portoviejo had 246,003 inhabitants, forming a potential dependent group of territories that assimilate their waste and produce resources. In this regard, the objective of this study was to calculate indicators that determine the sustainability of the city. Applying the composite method of Wackernagel and Rees (1996), the ecological footprint was calculated. The results obtained were 0.553 gha/person/year and a biocapacity of 0.362 gha/person/year. These values demonstrate an ecological deficit in 2020 and suggest that 47 011.17 hectares would be necessary to meet the needs. Determining these indicators specifies the consequences of consumption patterns and provides results for the subsequent use and benefit of the population and the environment.

Keywords: Biophysical indicators, environmental imbalance, urban pressure.

Recepción: 22/04/2025 | Aprobación: 17/06/2025 | Publicación: 27/06/2025

1. Introducción

El desarrollo sostenible de una ciudad está condicionado por varios factores relacionados con los asentamientos humanos y con sus actividades [1]. El dinamismo de las zonas urbanas genera hasta el 80% del consumo total de energía del planeta y el 75% de las emisiones antrópicas globales de gases de efecto invernadero. El agotamiento asociado de los recursos naturales, la generación a gran escala de residuos y contaminantes y la intensificación de las desigualdades son también presiones urbanas sobre el ecosistema [2].

Actualmente, se reconoce ampliamente que los recursos del planeta son limitados [1]. Por ello, un creciente número de organizaciones y gobiernos preocupados por los problemas ambientales del sobreconsumo y la planificación territorial, usan regularmente la huella ecológica como un indicador biofísico para generar mayor nivel de conciencia y a la vez estimular respuestas que consideren la cuestión crítica de vivir dentro de los límites que establecen los ecosistemas [3]. La huella ecológica mide la superficie de tierra y agua biológicamente productiva que un individuo, una población o una actividad necesitan para producir, todos los recursos que consumen y los residuos generados que absorben, utilizando tecnología y prácticas de gestión de recursos. Es decir, calcula la cantidad de tierra y agua biológicamente productiva necesaria con la finalidad de producir recursos renovables para una población humana [4].

Este indicador en sí no puede separarse de sus componentes ni de la biocapacidad necesaria para sostener el consumo. La capacidad biológica, o biocapacidad, es la aptitud natural del ecosistema para regenerar los bienes y servicios en función de la demanda antrópica. Por lo tanto, incluye la capacidad de producir material biológico y reciclar las emisiones de carbono generadas por los seres humanos. Teniendo en consideración que depende exclusivamente del tipo de ecosistema, del clima y de la gestión, y puede variar de un año a otro y de una región a otra [5].

En los últimos cincuenta años, la huella ecológica de la humanidad a nivel del globo ha crecido aproximadamente un 190%, mientras que la capacidad biológica del planeta sólo ha aumentado en un 27% [6]. Esto ha resultado en una disminución continua de la biocapacidad global a medida que la población sigue en aumento [3].

América del Sur por su parte, aporta más del 30% de la biocapacidad mundial, mientras que la huella ecológica es inferior al 10%. Sin embargo, en las últimas tres décadas, América Latina y la región del Caribe han experimentado un aumento de los niveles de contaminación atmosférica debido al incremento de la población urbana y al consumo de combustibles fósiles. La biodiversidad única de la región y las disparidades económicas requieren un modelo de desarrollo adecuado a la sobreabundancia de recursos naturales y a la excesiva desigualdad, creando una dimensión social, económica y ambiental complicada [7].

En el caso de Ecuador, de acuerdo a cifras reportadas para el año 2022, el país presentó una biocapacidad de 1,9 hectáreas globales (hag) y una huella ecológica de 1,7 hag [8]. Adicionalmente, según información histórica desde 1970 hasta 2017, el promedio de biocapacidad per cápita se estimó en 1,17 hectáreas [9], mientras que el promedio de su huella ecológica desde 1990 hasta el año 2016 fue de 0,66 hectáreas *cápita* [10]. Estos valores reflejan un superávit estimado entre

el 10% y el 40%, lo que muestra cómo el país, junto a otros en Sudamérica, continúa actuando como una fuente de biocapacidad para otras regiones [11]. Situación, que combinada con el aumento de la HE, ha llevado en los últimos años a una notable depreciación de su superávit ecológico.

Según Guarín y Vitoncó (2022), "las ciudades están consumiendo los recursos más rápido de lo que la Tierra los puede reponer"[7]. El consumo colectivo de recursos junto con el consumo de tierras puede sobrepasar las limitaciones de la capacidad local de bioseguridad, lo que supone importantes riesgos sanitarios y medioambientales para la población local [12].

Conocer el estado de superávit o déficit ecológico para una ciudad es vital, ya que, muchos ecosistemas urbanos que se encuentran bajo un déficit, no pueden satisfacer las necesidades de producción y consumo, por ende, necesitan consumir los recursos ecológicos de otras ciudades. Ante esto, las regiones que ceden sus recursos, exigen el pago de compensaciones por su ocupación [13].

Frente a tales circunstancias, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas ha reconocido el papel clave de las ciudades como centros de la vida económica, social y cultural que pueden abordar simultáneamente múltiples objetivos de sostenibilidad y ofrecer respuestas más rápidas y prácticas a los retos relacionados. El Objetivo 11 de la agenda pretende crear condiciones de vida sostenibles en ciudades y comunidades. La definición de este como parte del plan de acción, representa el reconocimiento de la importancia de abordar el vínculo entre urbanización y desarrollo sostenible [14].

De igual forma, los países de manera particular deben evaluar sus actuales planes estratégicos con el fin de evitar la erradicación de tierras para la agricultura, la fauna y la flora [4]. En consecuencia, Ecuador exhibe el Plan de Desarrollo 2024-2025, donde menciona que el desarrollo urbano sostenible es una prioridad y tiene como objetivo garantizar el acceso a las oportunidades financieras y a la resiliencia territorial en todos los municipios. Así mismo, pretende ejecutar un manejo articulado del entorno urbano, a través de la adopción de políticas coherentes y coordinadas, contribuyendo a la mejora de la calidad del hábitat urbanístico, cumpliendo con criterios de inclusión, seguridad y resiliencia [15].

Dado que los indicadores biofísicos como la huella ecológica y la biocapacidad actúan como variables clave de la sostenibilidad, su relevancia aumenta al evaluar las implicaciones derivadas de los patrones de comportamiento de los habitantes. Esto permite comprender el grado en que las ciudades contribuyen a dicho fenómeno. Además, el análisis descentralizado de estos podría generar resultados más precisos y efectivos, los cuales serían de utilidad para optimizar los beneficios tanto para la ciudad como para su población.

En este contexto, la ciudad de Portoviejo, con una población aproximada de 246 003 habitantes en el año 2020, representa un grupo poblacional cuya demanda de territorios para la absorción de residuos y provisión de recursos naturales resulta significativa. No obstante, se desconoce si dichas demandas superan los límites biofísicos de la ciudad, lo que podría comprometer su sostenibilidad a largo plazo.

Esta investigación busca responder a las inquietudes de la población respecto a la sustentabilidad de su estilo de vida, evaluando tanto la huella ecológica como la biocapacidad de Portoviejo. Además, realiza un análisis descriptivo de ambas variables con el fin de determinar si la ciudad enfrenta un déficit ecológico o un superávit.

2. Materiales y Métodos

Se empleó una metodología descriptiva donde se recogió información y se midieron las variables de huella ecológica y biocapacidad. Esta investigación buscó especificar

propiedades importantes en el contexto urbano sostenible portovejense [16].

Se delimitó la zona de estudio de la ciudad de Portoviejo, mediante la utilización de capas digitales suministradas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Portoviejo, y se elaboró un mapa con el software ArcGIS versión 10.4.1., para conocer los límites de la zona urbanizada, conformadas por nueve parroquias: Portoviejo Matriz, 12 de Marzo, Andrés de Vera, Colón, Francisco Pacheco, Picoazá, San Pablo, 18 de Octubre y Simón Bolívar (Figura 1).

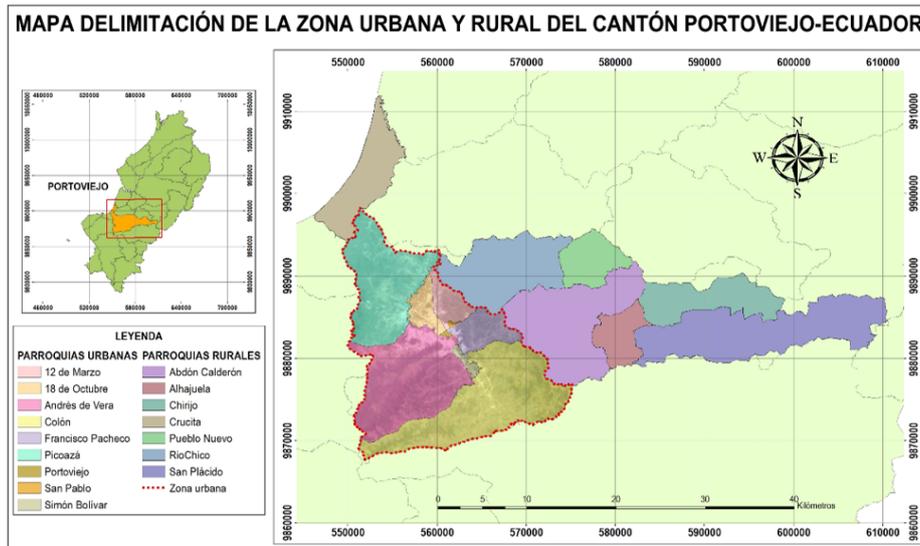


Figura 1. Mapa de delimitación de parroquias urbanas del cantón Portoviejo.

La ciudad de Portoviejo, localizada a una latitud sur de 9883415,02 m y longitud este de 560914,89 m, se caracteriza por tener una temperatura promedio anual de 24 °C, con máximas relativas que pueden alcanzar hasta 36°C. Acorde a la información geoespacial suministrada, posee una extensión territorial de 418 km² [17, 18]. Así también, entre las principales fuentes de empleo del cantón se destacan las actividades agropecuarias. Sin embargo, en el ámbito urbano se observó que el 33,4 % de los habitantes se dedica a servicios personales y sociales, mientras que el 40,6 % está vinculado a actividades relacionadas con los servicios de producción [18].

Recopilación de información de las necesidades de consumo

Para esta actividad se aplicó una encuesta durante el año 2020 (Anexo A). Esta técnica es empleada cuando no existen registros de cifras de consumo y producción de residuos [19]. Dado que la ciudad de Portoviejo, presenta una población considerable, la aplicación autogestionada de encuestas a toda la población resultaba inviable. Por esta razón, debido a la situación derivada de la pandemia de COVID-19, la aplicación de las encuestas se llevó a cabo mediante la plataforma Google Forms. Asimismo, las preguntas seleccionadas fueron validadas por expertos, los cuales poseen “voces calificadas” para confirmar el contenido del instrumento [16]. No obstante, no se tomó en consideración la segmentación demográfica y

socioeconómica. Seguidamente, se seleccionó una muestra representativa de la población, mediante una ecuación estadística para cálculo de muestras finitas [20], lo que permitió determinar el número mínimo de encuestas necesarias y garantizar la confiabilidad de los resultados.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N-1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra.
- N = Número de habitantes.
- Z = 1,96 al cuadrado (seguridad del 95 %).
- p = proporción esperada (5 %=0,05).
- q = 1-p (0,95).
- d = precisión (5 %=0,05).

Cálculo de la huella ecológica

Se aplicó el modelo propuesto por Wackernagel y Rees (1996), adaptado por Pérez, De Marco y Álvarez (2015) [21], con modificaciones específicas para ajustarlo a las condiciones particulares de la ciudad.

La estimación de la huella ecológica estuvo compuesta por subhuellas, definidas por: subhuella energía, subhuella cultivos, subhuella pastos, subhuella mar, subhuella bosque y subhuella de superficie construida. Los valores obtenidos

fueron procesados utilizando el software Excel, y los resultados se organizaron en tablas [22].

El cálculo inició con la medición del consumo total de productos por individuo al año, considerando la suma de la cantidad de cada producto elaborado dentro del territorio, más los productos del mismo tipo importados, restando posteriormente la cantidad exportada. Con el fin de obtener los datos anuales necesarios para el cálculo de las subhuellas ecológicas, los resultados fueron extrapolados a un período de doce meses.

$$Consumo = Produccion + Importacion - Exportacion \quad (2)$$

Para la subhuella energía; se tomó en cuenta la electricidad, petróleo crudo, diésel, gasolinas super, extra y ecopaís. En el caso de la subhuella cultivos los productos considerados

fueron cereales, hortalizas, tubérculos, cítricos, frutas. Para la subhuella pastos; la carne de res, carne de cerdo carne de pollo, huevos, leche y queso. La subhuella mar conformada por la carne de pescado, carne de pescado envasado y otros alimentos marinos. Por último, para la subhuella bosque se seleccionó el consumo de papel y madera.

El valor total de consumo para cada producto se dividió entre el número de habitantes, calculando así el consumo per cápita anual en kilogramos (kg/cap). Posteriormente, este consumo per cápita se dividió entre el rendimiento promedio del producto (kg/ha). Es decir, la metodología se basó en cuantificar el consumo de las diferentes categorías de productos y transformarlo en índices de productividad (rendimientos) (Tabla 1). De este modo, se determinó el área requerida por cada habitante para satisfacer sus necesidades (hag/cap).

Tabla 1: Rendimiento y Factores de conversión.

Rendimiento	Factor de conversión	
	Factores de emisión Kg CO ₂	Área de absorción de CO ₂
Es la superficie biológicamente productiva necesaria. Dependen del tipo de producto	Emisión de CO ₂ por producción de cada hidrocarburo.	Hectárea por cada 250.000 hab
	Unidad: kg/ha – kg CO ₂ /ha	

Fuente: Tobasura (2008).

Cabe señalar que, en el caso de la categoría energética se emplearon factores de conversión derivados de factores de emisión de CO₂ y la capacidad de absorción de carbono por hectárea (Tabla 1) [22]. Estos rendimientos y factores de conversión, permitieron unificar en una misma unidad de medida, e incorporarlos al cálculo, considerando que estos van a depender de las características de la región (clima, edafología, producción agropecuaria, tecnología, etc.). Finalmente, las subhuellas ecológicas en unidades de hag/cap son sumadas con los datos de la subhuella de superficie construida, logrando obtener la huella ecológica total por habitante. Para el caso de recolección de datos adicionales, se utilizó información proveniente de entidades nacionales e internacionales sobre Ecuador.

Es fundamental reconocer que los datos obtenidos durante la emergencia sanitaria, no reflejan una realidad desde la cotidianidad, sin embargo, exponen cómo esta situación diferenciada contribuye a cambios en los hábitos de consumo de productos durante el periodo estudiado.

Identificación de las áreas ecológicamente productivas

Mediante el empleo de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y capas digitales del Departamento de Urbanismo y Sostenibilidad del GAD, se identificaron las áreas ecológicamente productivas y su extensión geográfica; con el fin de posteriormente calcular la biocapacidad de la ciudad.

Cálculo de la biocapacidad

En base a la metodología aplicada por Tobasura (2008) [22], el cálculo de la capacidad de carga (CCT) (hag/cap/año) se realizó mediante la sumatoria de las hectáreas utilizadas como superficie agrícola (SA), superficie forestal (SF) y superficie construida (SPC), las cuales fueron divididas para el total de la población de la ciudad de Portoviejo (NH), así

como lo indica la siguiente ecuación:

$$CCT = \sum \left(\frac{SA + SPC + SF}{NH} \right) \quad (3)$$

Análisis de la sostenibilidad de la ciudad de Portoviejo

El análisis de la sostenibilidad se obtuvo a partir de la diferencia entre el resultado obtenido de la huella ecológica y el resultado de la biocapacidad, de acuerdo a la siguiente ecuación [21], donde se mostraría el superávit o déficit ecológico total (SDET):

$$SDET = CCT - HET \quad (4)$$

3. Resultados y Discusión

Se determinó una muestra representativa de 384 personas, ofreciendo información útil que fue procesada y ubicada en las tablas que se desglosan posteriormente. En la Tabla 2, correspondiente a la subhuella energética, se destacó que el mayor consumo per cápita anual correspondía a la gasolina Ecopaís. Según los datos, el 46,6 % de la población encuestada disponía de un vehículo propio, lo cual es consistente con el incremento del parque automotor en el cantón Portoviejo, que pasó aproximadamente de 40 000 a 60 000 vehículos en los últimos seis años (2020-2025) [23, 24]. En cuanto al consumo de electricidad, se reportó que durante el año 2020 el promedio nacional por persona en Ecuador fue de 1,47 kWh [25], mientras que en la ciudad de Portoviejo este consumo casi duplicó dicho promedio durante el mismo periodo, reflejando un gran impacto de la subhuella energía por parte de la ciudadanía portovejense.

Tabla 2: Resultados de la subhuella de energía.

Subhuella energía	
Subhuella energía	Consumos p/c año
Electricidad	3,61 MWh
Petróleo Crudo	456 kg
Diesel	4 613 kg
Super	3 231 kg
Extra	1 920 kg
Ecopaís	7 333 kg
Subtotal: 0 510 hag	

Respecto a la variable rendimiento, se obtuvieron datos oficiales sólo para la subhuella cultivos; para las subhuellas pastos, mar y bosque, fue necesario realizar un desglose de fórmula y extrapolar o interpolar los datos para obtener el valor final de la variable para cada subhuella. En el caso de la subhuella cultivos (Tabla 3), se obtuvo que la mayor demanda per cápita por año fue de los cereales, siendo imperante resaltar que para esta variable sólo se tomó en consideración el arroz. Así mismo, para las frutas se obtuvo una menor demanda per cápita por año. El cantón Portoviejo posee una superficie arrocera de 421 ha, que suelen realizarse a pequeña escala y de manera familiar, reflejando un total de 302 productores [26], denotando así el nivel de producción y consumo de este producto, el cual además de ser parte de su economía también conforma un espacio dentro de su soberanía alimentaria.

Tabla 3: Resultados de la subhuella de cultivos.

Subhuella cultivos		
Producto	Demanda p/c año (kg)	Rendimiento (kg/ha)
Cereales	82,98	5.780
Hortalizas	46,13	53.837
Tubérculos	51,76	43.930
Cítricos	53,14	32.820
Frutas	44,55	38.560
Subtotal: 4,975x10-4 hag		

En la Tabla 4, se evidencia que el mayor consumo per cápita por año de la subhuella pasto fue de los huevos (240 196 unidades), seguido por la leche, y registrando el valor más bajo, la carne de res. Para el año 2020 se registró un aumento de casi el 100% en huevos de mesa, existiendo a nivel nacional un consumo de 196 huevos p/c año [27]. Considerando que la encuesta se llevó a cabo durante el periodo de la pandemia, muchas familias enfrentaban dificultades económicas significativas. En este contexto, el consumo de este producto se posicionó como una alternativa accesible para garantizar una alimentación balanceada, adaptándose a las restricciones presupuestarias de los hogares.

Tabla 4: Resultados de la subhuella pastos.

Subhuella pastos		
Producto	Demanda p/c año (kg)	Rendimiento (kg/ha)
Carne de res	21,50	742,5
Carne de cerdo	26,09	640 019,95
Carne de pollo	44,16	185 502,44
Huevos	625,51	34 153 846
Leche	138,08	20 000
Queso	38,80	1 000
Subtotal: 3.431x10-2 hag		

En relación a la subhuella mar, como se detalla en la Tabla 5, la mayor demanda per cápita anual corresponde a carne de pescado fresca, mientras que la menor se asocia a carne de pescado envasada. Según comentarios de algunos

encuestados, el bajo consumo de atún y otros mariscos, como el camarón, se atribuye principalmente a preocupaciones personales relacionadas con la salud. El consumo promedio anual de mariscos en Ecuador es de 7,8 kilogramos por persona, lo cual representa un porcentaje relativamente bajo respecto al consumo local [28]. De igual manera, este fenómeno podría explicarse no solo por motivos de salud, sino también por factores económicos, ya que los precios pueden ser de \$5-\$6 por libra en supermercados, y entre \$3-\$4 por libra en mercados o tiendas, lo que limita su consumo regular.

Tabla 5: Resultados de la subhuella mar.

Subhuella mar		
Producto	Consumos p/c año (kg)	Rendimiento (kg/ha)
Carne pescado	33 688	189,65
Carne pescado env.	12 230	282,14
Otros alim. marinos	15 692	816,46
Subtotal: 6x10-4 hag		

Para la Subhuella bosque (Tabla 6), se muestra que la madera fue de mayor demanda anual en relación al papel. Por un lado, la mitad de los encuestados señalaron haber comprado productos de madera para su hogar. En cuanto al papel, el 76,8% de los encuestados señalaron haber consumido menos de una resma de papel al año, debido a que la situación de la crisis sanitaria limitó el uso de este recurso y dinamizó la utilización de medios digitales durante el 2020. La afectación en las ventas para el subsector de productos de papel tuvo una disminución promedio semanal del 20% durante este periodo [29], contribuyendo también a la reducción de su importación, puesto que los productores de papel en el Ecuador asumen una alta demanda de insumos extranjeros, presentando una balanza deficitaria de \$240 340 en ese año, sumado también a la escasa industria en este sector [30].

Tabla 6: Resultados de la subhuella bosque.

Subhuella bosque		
Producto	Consumos p/c año (kg)	Rendimiento (kg/ha)
Papel	21,67	6 900
Madera	202,64	33 351,14
Subtotal: 1,22x10-6 hag		

En el caso de la subhuella de superficie construida, según información obtenida a través de datos espaciales geográficos, la ciudad de Portoviejo cuenta con 1 825,37 ha, dando como resultado un subtotal de 0,0074 hag/cap/año. Referente a un trabajo realizado en el Municipio de la provincia de Villa Clara-Cuba, el cual posee un número poblacional y de extensión territorial menor a Portoviejo, obtuvieron que la subhuella de superficie construida era de 0,0066 ha/cap/año [31], denotando que, en relación a la ciudad bajo estudio esta presenta valores admisibles. Sin embargo, es importante destacar el papel fundamental de la planificación de los asentamientos urbanos, para lo cual el GADM de Portoviejo (2021) establece estructurar una ciudad compacta, densa y eficiente que oriente su crecimiento en altura (vertical) [18], para optimizar el uso y ocupación del suelo.

Empleando la fórmula de HET, se sumaron los valores de cada subhuella calculada y se obtuvo el resultado total. Donde

se destaca (Figura 2) que la subhuella de mayor peso dentro del total fue la subhuella de energía con 92,3% (0,5109 hag/hab), seguida de la subhuella pasto con 6,2% (0,03431

hag/hab) y las subhuella de superficie construida con 1,3% (0,007420 hag/hab) tal como se muestra a continuación:

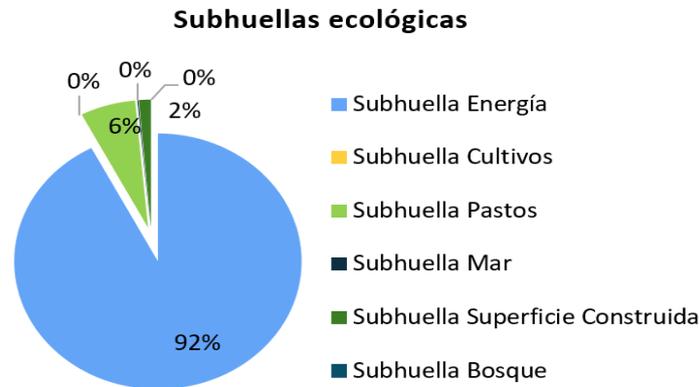


Figura 2. Representación de las subhuellas ecológicas de la ciudad de Portoviejo.

Al evaluar las subhuellas mencionadas, se determinó que la huella ecológica (HE) de la ciudad de Portoviejo en el año 2020 fue de 0,553 hag/hab. Este resultado permitió realizar una comparación con otras ciudades. Si bien no se identificaron estudios disponibles correspondientes al mismo año, se encontró que para el año 2015 la ciudad de Loja presenta una similitud poblacional a Portoviejo, pero con una extensión mayor (1800 km²), registra una HE de 1,91 ha/hab/año, es decir, tres veces más que Portoviejo [32]. Por otro lado, al contrastar con un municipio de la provincia de Villa Clara, en Cuba, cuya HE es de 0,6603 ha/hab/año [31], se encontró que la huella ecológica de Portoviejo era un 16,71% menor. Esto resulta relevante, ya que, a pesar de que Portoviejo tiene una población mayor que el municipio cubano, su impacto ecológico per cápita sigue siendo inferior. Asimismo, tomando como referencia un estudio sobre la huella ecológica en 24 municipios de Perú durante el período 2011-2021, se identificó un incremento sostenido en los valores reportados, con una media nacional que pasó de 2,12ha/hab a 2,86 ha/hab. Esto indica que, en general, la HE en los departamentos peruanos supera ampliamente la registrada en Portoviejo [33].

El sostenimiento y funcionamiento de las ciudades, en general, no se limita a sus propios territorios, ya que, son sistemas abiertos que dependen de sus alrededores [34]. En

el caso de Portoviejo, esta dependencia se extiende hacia las parroquias rurales, conformadas por: San Plácido, Alajuela, Abdón Calderón, Crucita, Río Chico, Chirijos y Pueblo Nuevo [18], de las cuales la ciudad obtiene recursos naturales y servicios ambientales esenciales para su funcionamiento. En este contexto, se evaluó el uso del suelo del cantón Portoviejo, que abarca un total de 6 373,13 ha de superficie agrícola, de las cuales solo el 7,15% corresponde a un área agrícola sustentable. Además, el cantón cuenta con 67.687,84 ha de superficie forestal (75,96%), distribuidas en 18 838,06 ha destinadas a conservación y producción forestal, 39 809,02 ha exclusivamente para conservación, y 9 040,75 ha correspondientes al Patrimonio Natural del cantón. Finalmente, la superficie construida asciende a 15 048,48 ha (16,89%), dividida en 14 002,36 ha de área agrícola rural y 1 046,12 ha de área residencial rural. La Tabla 7 presenta un resumen detallado de estos resultados.

La superficie ecológica con mayor porcentaje corresponde a las áreas que por sus condiciones biofísicas, ambientales y socioeconómicas, son utilizadas en actividades productivas, protección del Patrimonio Natural y servicios ambientales asociados. Luego están las áreas con asentamientos humanos ubicadas en el suelo rural y por último las que corresponden a suelos de producción cantonal, enfocados al manejo y aprovechamiento sustentable del suelo.

Tabla 7: Uso de suelo del cantón Portoviejo.

Superficie Forestal	Superficie Población Construida	Superficie Agrícola	Total
67 687,84 ha	15 048,48 ha	6 373,13 ha	89 109,47 ha

De acuerdo a la ecuación de CCT y según los datos de la actividad anterior, la biocapacidad para satisfacer las necesidades de la población de la ciudad de Portoviejo fue de 0,362 ha/hab. Acorde al estudio ejecutado en el Departamento de Caldas, específicamente en la ciudad de Manizales, Colombia, se reporta una biocapacidad de 1,93 ha/cap/año [22]. La elección de este caso como referencia se fundamenta en la limitada disponibilidad de información sobre biocapacidad en ciudades de tamaño medio en la región, así como en la similitud entre Manizales y Portoviejo

en términos de población y extensión territorial. Además, resulta relevante puesto que considera la superficie total del Departamento para el cálculo de la biocapacidad, reconociendo que la ciudad depende de los recursos y servicios ambientales de su entorno. De manera análoga, en el caso de Portoviejo se tomó en cuenta la extensión total del cantón para calcular la capacidad de carga. Sin embargo, incluso considerando toda la superficie del cantón, Portoviejo no logra abastecer los consumos per cápita de la ciudad, ya que se necesitarían 4 011,17 ha adicionales para cumplir la

demanda.

Para analizar la sostenibilidad de la ciudad de Portoviejo, Wackernagel y Beyers (2019) plantean que “el objetivo fundamental de una sociedad sostenible debe ser lograr que

su huella ecológica (HE) sea menor que su capacidad de carga territorial (CCT)” [3]. Este enfoque permite establecer un marco de referencia claro para medir el impacto ambiental de una población y determinar su equilibrio ambiental.

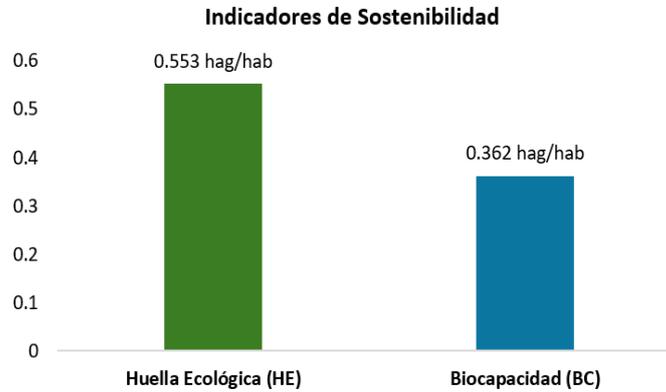


Figura 3. Huella ecológica y biocapacidad de la ciudad de Portoviejo.

Tomando en cuenta el resultado de la huella ecológica, restadas a la biocapacidad obtenida, la ciudad de Portoviejo presentó un déficit ambiental de 0,1911 hag/hab. Lográndose evidenciar en la Figura 3 el contraste entre ambas variables estudiadas. Es decir, que la ciudad utiliza más tierra de la que posee, suponiendo entonces que para poder satisfacer las necesidades de toda la población serán necesarias 47 011,17 hectáreas. Bajo esta premisa, se considera que la ciudad de Portoviejo no es sostenible.

Como se observa en la Figura 2, la mayor parte de este déficit ecológico, se le adjudica a la subhuella energía, específicamente al sector de eléctrico. A pesar de que, durante el 2020, a nivel nacional las necesidades energéticas registraron una disminución en la demanda de electricidad, debido al confinamiento y reducción de las actividades industriales, comerciales y de transporte. A nivel provincial, Manabí alcanzó un consumo de energía de 1 570,73 GWh, teniendo una mayor demanda del sector residencial (30%) en ese periodo [35, 36]. La electricidad se ha convertido en un insumo muy significativo para las actividades cotidianas, generando demandas cada vez mayores. Para lo cual se sugiere la adquisición de electrodomésticos, iluminación y climatización con eficiencia energética, además de concientizar e informar en base a buenos hábitos de consumo, evitando una demanda eléctrica excesiva, sin alterar el confort [36].

El déficit ecológico está estrechamente relacionado con las condiciones naturales y sociales del desarrollo local, así como con la urbanización continua. Este se convierte en un punto de referencia para determinar si se cumplen las condiciones mínimas para la sostenibilidad en un área determinada [37]. Por lo tanto, se sugiere que los gobiernos locales formulen una planificación científica y razonable, refuerce la mejora ecológica de los recursos terrestres, cambie la forma de uso del suelo, aplique medidas de conservación de energía y reducción de emisiones, y promueva el desarrollo sostenible de las ciudades basadas en los recursos [38]. En las localidades de ingresos más bajos, centrarse en la transformación ecológica puede ser una estrategia básica para impulsar una calidad de vida aceptable [39].

Diseñar las ciudades sostenibles del futuro, aprendiendo de las lecciones del pasado y anticipando los retos, implica articular una visión multiescalar y seguir principios clave de energía, ecología, infraestructura, residuos, agua, habitabilidad, movilidad, accesibilidad, economía y cultura, al mismo tiempo que se responde a los grandes cambios globales que se producen en el camino [40]. La Nueva Agenda Urbana adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible, Hábitat III en Quito, establece estándares globales de logros en desarrollo urbano, replanteando la forma en que debemos gestionar las ciudades, lo cual incluye la cooperación de todos los niveles de gobierno, así como de la sociedad civil y el sector privado. Sirviendo de base para la definición de políticas orientadas al desarrollo de una ciudad, creando prosperidad compartida y estabilidad [41].

Es importante reconocer que la metodología aplicada pueda tener ciertas limitaciones, como la carencia de una segmentación por grupos durante la aplicación de la encuesta, o una mayor variedad de productos representativos de consumo local en las subhuellas, lo cual podría haber brindado una visión más detallada y orientada en la discusión de resultados. Además de que la metodología de Wackernagel y Rees (1996) ha sido criticada por basarse en fuentes de datos limitados que no abordan todos los aspectos de la sostenibilidad, puesto que no tiene en cuenta la variedad de valores, procesos y servicios ecológicos que se pierden debido a las actividades humanas, como la biodiversidad, la calidad del agua y el secuestro de carbono [42]. Sin embargo, la mayor ventaja de esta metodología es que este indicador presenta un mensaje claro sobre la situación de una localidad de una manera muy fácil de calcular y comprender. Esta claridad y menor complejidad, facilita que la información llegue a responsables políticos y público en general para su comprensión y posterior propuesta de soluciones [43].

4. Conclusiones

Se obtuvo que la huella ecológica fue de 0,553 hag/hab y la biocapacidad de 0,362 hag/hab, dando como resultado que

la ciudad de Portoviejo en el año 2020 contempla un déficit ecológico de 0,191 hag/hab, demostrando a través de los indicadores biofísicos que la ciudad es insostenible.

En comparación con otra ciudad a nivel nacional y algunos países de América Latina que presentan densidades poblacionales similares, Portoviejo mostró una huella ecológica relativamente baja. Esto sugiere que durante el año 2020 el impacto ambiental per cápita no alcanzaba niveles críticos. Sin embargo, la HE por sí sola, no proporciona un panorama completo sobre el estado de sostenibilidad en la ciudad.

Se sugiere incorporar en próximas investigaciones, el cálculo de subhuellas que impliquen el consumo de otros recursos, tomando en consideración la segmentación demográfica y geográfica de los encuestados; además, se recomienda aumentar la variedad de productos en cada subhuella. Asimismo, es necesario plantear propuestas de políticas públicas multiescales que posibiliten la disminución del impacto de la huella ecológica, basándose en indicadores obtenidos anualmente, con el fin de orientarse a una localidad más equilibrada en términos de sostenibilidad urbana.

Financiamiento:

El trabajo de investigación no figuró ninguna fuente de financiamiento.

Conflicto de intereses:

Las autoras de este artículo declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de autor/es:

Bajo los lineamientos CRediT (Taxonomía de Roles de Contribuyente), los autores dan fe de las contribuciones realizadas al trabajo de investigación, que se detallan: Autor principal 50% Joyce Solórzano: visualización, revisión-edición, redacción del borrador, adquisición de financiación, recursos y materiales, análisis de datos, conducción de la investigación, metodología. Coautor 1 30% Wendy Alarcón: visualización, adquisición de financiación, recursos y materiales, análisis de datos, metodología. Coautor 2 20% Teresa Vivas: revisión-edición, validación, supervisión, administración del proyecto.

5. Referencias

1. BELČÁKOVÁ, I, DIVIAKOVÁ, A, BELAŇOVÁ, E. Ecological footprint in relation to climate change strategy in cities. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. 2017, vol. 245, n.º 1062021. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/6/062021>.
2. BENITES, A, SIMOES, A. Assessing the urban sustainable development strategy: An application of a smart city services sustainability taxonomy. *Ecological Indicators* [online]. 2021, vol. 127, n.º 1107734. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107734>.

3. WACKERNAGEL, M, BEYERS, B. Managing Our Biocapacity Budget. *Canadá: New Society Publishers* [online]. 2019. ISBN 13. 978-0865719118.
4. MOROS-OCHOA M, CASTRO-NIETO G, QUINTERO-ESPAÑOL A, LLORENTE-PORTILLO C. Forecasting Biocapacity and Ecological Footprint at a Worldwide Level to 2030 Using Neural Networks. *Sustainability* [online]. 2022, vol. 14, n.º 17. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su141710691>.
5. KUMAR, S, CHATTERJEE, U, DAVID RAJ, A. Ecological Footprints of Climate Change: Adaptive Approaches and Sustainability. *Ecological Footprints in Changing Climate: An Overview* [online]. 2023, págs. 3-30. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-15501-7>.
6. COLLINS, A, GALLI, A, HIPWOOD, T, MURTHY, A. Living within a One Planet reality: the contribution of personal Footprint calculators. *Environmental Research Letters* [online]. 2020, vol. 15, n.º 2. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5f96>.
7. VAN DER WOUDE, D, CASTRO, G, MOROS, M, LLORENTE, C, QUINTERO, A. Artificial intelligence in biocapacity and ecological footprint prediction in latin America and the caribbean. *Environment, Development and Sustainability* [online]. 2024, págs. 1-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05101-7>.
8. ALVARADO, R, TILLAGUANGO, B, CUESTA, L, PINZON, S, ALVARADO, M, IŞIK, C, DAGAR, V. Biocapacity convergence clubs in Latin America: an analysis of their determining factors using quantile regressions. *Environmental Science and Pollution Research* [online]. 2022, vol. 29, n.º 44, págs. 66605-66621. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20567-6>.
9. MANTILLA, L, RUIZ, D, MATILLA, A. Huella ecológica y zonas bioproductivas. Una mirada desde la economía ecuatoriana. *CIENCIA UNEMI* [online]. 2024, vol. 17, n.º 44, págs. 52-64. Disponible en: <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol17iss44.2024pp52-64p>.
10. TILLAGUANGO, B, ALVARADO, R, DAGAR, V, MURSHED, M, PINZÓN, Y, MÉNDEZ, P. Convergence of the ecological footprint in Latin America: the role of the productive structure. *Environmental Science and Pollution Research* [online]. 2021, vol. 28, n.º

- 43, págs. 59771-59783. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14745-1>.
11. PEINADO, G, MORA, A, GANEM, J, FERRARI, B. Las huellas de la contradicción entre desarrollo y ambiente. Un análisis del metabolismo socioeconómico en América del Sur a través de sus huellas ecológica e hídrica. *Revista del CESLA. International Latin American Studies Review* [online]. 2020, vol. 25, págs. 103-122. Disponible en: <https://doi.org/10.36551/2081-1160.2020.25.103-122>.
 12. MALLICK, SURAJ KUMAR. Urban built-up area footprint (UBAF): A novel method of urban bio-capacity and ecological sensitivity assessment. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2024, vol. 440, pág. 140846. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140846>.
 13. YANG, Y, ZHANG, Y, YANG, H, AND YANG, F. Horizontal ecological compensation as a tool for sustainable development of urban agglomerations: Exploration of the realization mechanism of Guanzhong Plain urban agglomeration in China. *Environmental Science & Policy* [online]. 2022, vol. 137, págs. 301-313. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.09.004>.
 14. BLASI, S, GANZAROLI, A, DE NONI, I. Smartening sustainable development in cities: Strengthening the theoretical linkage between smart cities and SDGs. *Sustainable Cities and Society* [online]. 2022, vol. 80, pág. 103793. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103793>.
 15. SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN. Smartening sustainable development in cities: Strengthening the theoretical linkage between smart cities and SDGs. *SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN* [online]. 2024. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/PND2024-2025.pdf>.
 16. SAMPIERI, R. H, COLLADO, C, BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. *Sexta Edición. México: McGraw-Hill* [online]. 2024. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>.
 17. INEC. Proyecciones poblacionales 2010 – 2020. *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]* [online]. 2023. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales-2010-2020/>.
 18. GADM PORTOVIEJO. GADM PORTOVIEJO. *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]* [online]. 2021. Disponible en: http://ordenanzas.portoviejo.gob.ec:9090/ordenanzas/b_ordenanza.down?id_archivo=1657.
 19. VALLS-VAL, K, BOVEA, M. Carbon footprint in Higher Education Institutions: a literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy* [online]. 2021, vol. 23, págs. 2523-2542. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02180-2>.
 20. BADI, M, CASTILLO, J, GUILLEN, A. Tamaño óptimo de la muestra. *Innovaciones de Negocios* [online]. 2008, vol. 5, n.º 1, págs. 53-65. Disponible en: <https://doi.org/10.29105/rinn5.9-5>.
 21. PÉREZ, D, DE MARCO, O, ÁLVAREZ, P. Reflexiones globales, particularidades ecuatorianas. *Revista Ciencia UNEMI* [online]. 2015, vol. 8, n.º 14, págs. 93-103. Disponible en: <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol8iss14.2015pp93-103p>.
 22. TOBASURA, I. Huella ecológica y biocapacidad: indicadores biofísicos para la gestión ambiental. *Revista Luna Azul* [online]. 2008, págs. 119-136. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3217/321727228008.pdf>.
 23. CHILAN-SÁNCHEZ, M, GALARZA, L. Efecto de la recaudación tributaria del impuesto a los vehículos motorizados de Portoviejo del 2022. *Revista Social Fronteriza* [online]. 2024, vol. 4, n.º 1. Disponible en: [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(1\)140](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(1)140).
 24. JÁCOME-MACÍAS, D, PÉREZ-LOOR, D, GARCÍA-VINCES, J. Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano de Portoviejo desde Ramos Iduarte hasta Monumento de Agricultura. *Revista Científica "INGENIAR": Ingeniería, Tecnología e Investigación* [online]. 2022, vol. 5, n.º 9. Disponible en: <https://doi.org/10.46296/ig.v5i9edespmar.0050>.
 25. MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NO RENOVABLES. Balance Energético Nacional 2020. *MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NO RENOVABLES* [online]. 2020. Disponible en: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/01-CAP% C3 % 8DTULO - 01BEN-2020-Web-17-46.pdf>.
 26. BERMÚDEZ-ESPINOZA, L, MURILLO-MORA, M, RUIZ-CEDEÑO, S. Actores de la cadena de valor del arroz en Manabí. Un estudio

- documental. *Polo del Conocimiento* [online]. 2020, vol. 5, n.º 8, págs. 743-763. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554348>.
27. CORPORACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE ECUADOR. Estadísticas Públicas: Información del Sector Avícola Público 2020. *CORPORACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES DE ECUADOR* [online]. 2020. Disponible en: <https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>.
 28. GONZABAY, A, CEVALLOS, H, GARZÓN, V, QHIZPHE, P. Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. *Polo del Conocimiento* [online]. 2021, vol. 6, n.º 9, págs. 1040-1058. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094522>.
 29. MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA. Covid-19 en el Ecuador. Impacto Económico y Perspectivas. *MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA* [online]. 2020. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/Boletin-Impacto-Covid-19.pdf>.
 30. CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL. Fabricación de papel y productos de papel. *CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL* [online]. 2021. Disponible en: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Productos-de-papel.pdf>.
 31. PÉREZ, Y, RODRÍGUEZ, I, PINO, M, RODRÍGUEZ, R. Cálculo de la huella ecológica en un Municipio de la Provincia de Villa Clara. *Revista Centro Azúcar* [online]. 2019, vol. 46, n.º 3, págs. 54-65. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n3/2223-4861-caz-46-03-54.pdf>.
 32. BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Huella de ciudades. Ciudad de Loja. *BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE* [online]. 2017. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1663/Huellas%20de%20Ciudades-Ciudad%20de%20Loja.pdf?sequence=47&isAllowed=y>.
 33. MAMANI, J. C. Q., MAMANI, M. G, QUISPE, L. P, TAVERA, M. T. E, ZAPANA, G. R. Q, AND ORTEGA, H. E. F. Factores determinantes de la Huella Ecológica en el Perú, periodo 2011-2021. *Revista Alfa* [online]. 2025, vol. 9, n.º 25, págs. 134-152. Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.337>.
 34. GALLI, A, IHA, K, PIRES, S, MANCINI, M, ALVES, A, ZOKAI, G, AND WACKERNAGEL, M. Assessing the ecological footprint and biocapacity of Portuguese cities: Critical results for environmental awareness and local management. *Cities* [online]. 2020, vol. 96, pág. 102442. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102442>.
 35. AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. Estadística anual y multianual 2020 del sector eléctrico ecuatoriano. *AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES* [online]. 2024. Disponible en: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/09/Estadistica-2020-baja.pdf>.
 36. TORRES, Á, PISCO, J, PÉREZ, R, AND VERA, I. Monitoreo en tiempo real del consumo de energía eléctrica residencial que permita su apropiada gestión. *Revista Universidad y Sociedad* [online]. 2024, vol. 12, n.º 2, págs. 218-222. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000200218&lng=es&tlng=pt.
 37. LIN, D., HANSCOM, L., MURTHY, A., GALLI, A., EVANS, M., NEILL, E., MANCINI, M. S., MARTINDILL, J., MEDOUAR, F.-Z., HUANG, S., AND WACKERNAGEL, M. Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012-2018. *Resources* [online]. 2018, vol. 7, n.º 3, pág. 58. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/resources7030058>.
 38. WU, JING; BAI, ZHONGKE. Spatial and temporal changes of the ecological footprint of China's resource-based cities in the process of urbanization. *Resources Policy* [online]. 2022, vol. 75, pág. 102491. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102491>.
 39. WACKERNAGEL, M., LIN, D., EVANS, M., HANSCOM, L., AND RAVEN, P. Defying the Footprint Oracle: Implications of Country Resource Trends. *Sustainability* [online]. 2019, vol. 11, n.º 7, pág. 2164. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11072164>.
 40. BIBRI, S. Data-driven smart sustainable cities of the future: An evidence synthesis approach to a

- comprehensive state-of-the-art literature review. *Sustainable Futures* [online]. 2021, vol. 3. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2021.100047>.
41. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS* [online]. 2024. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>.
42. RADÁCSI, L, AND SZIGETI, C. The illusion of the Holy Grail of decoupling: Are there countries with relatively high SDGI and moderately low ecological footprint? *Environmental and Sustainability Indicators* [online]. 2024, vol. 22, pág. 100379. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100379>.
43. THORNBUSH, M. J, AND THORNBUSH, M. J. Case Study–Methods. The Ecological Footprint as a Sustainability Metric: Implications for Sustainability. *Springer, Cham* [online]. 2021, págs. 51-66. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-62666-2_4.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezclem, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.

A. ANEXO

Muchas gracias por participar en la encuesta, por favor sea lo más sincero posible y tómesese el tiempo necesario para completarla. Toda la información que usted proporcione durante el cuestionario será confidencial.

VIVIENDA

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

2. ¿Qué tamaño tiene su casa?

- 50 – 100 metros cuadrados
- 100 – 150
- 150 – 200
- 200 – 250
- más de 250

3. ¿En el año anterior compró algún producto de madera para su hogar?

- Sí
- No

4. ¿Cuántos productos de madera adquirió para su hogar en el año anterior?

- Mesa de centro
- Comedor
- Dormitorio
- Velador
- Sillas

5. ¿Cuánto papel se consume en su hogar al mes?

- 1 o 2 resmas de papel
- Menos de una resma de papel
- 3 a 4 resmas de papel

ENERGÍA

6. ¿Qué fuentes de energía usa en su hogar? Marque todas las respuestas aplicables.

- Electricidad
- Gas natural, propano o gas licuado del petróleo
- Fueloil
- Madera o biomasa

7. ¿Cuánto es el consumo de luz eléctrica en su hogar al mes? (Puede verificar su factura para el dato de kWh)

\$ (USD):

kWh: _____

8. ¿Cuántos tanques de gas utilizan por mes?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6 o más

9. ¿Qué hace para ahorrar energía en su hogar? Marque las respuestas

- Apagar las luces al salir de las habitaciones
- Usar regletas de enchufes para la desconexión de múltiples aparatos
- Apagar los ordenadores y los monitores cuando no los estoy usando
- Secar la ropa al aire libre siempre que es posible
- Mantener el termostato bajo durante el invierno (de 20 a 22°)
- Desenchufar los aparatos pequeños cuando no los estoy usando
- Usar un mínimo de maquinaria eléctrica de jardinería

COMIDA

10. En una semana normal cuantas libras consume de:

- Carne de res: _____
- Carne de cerdo: _____
- Carne de Pollo: _____
- Pescado: _____
- Pescado enlatado (atún, sardina): _____
- Camarón: _____
- Queso: _____
- Cereales (pan, maíz, arroz): _____
- Cítricos (limón, naranja, mandarina): _____
- Fruta (uva, manzana, guineo, papaya): _____
- Hortalizas: lechuga, _____
- Tubérculos: papa, cebolla, yuca _____
- Huevos _____

11. En una semana normal cuántas litros consume de:

- Leche/lácteos _____

12. ¿Usted produce su propia comida?

- Sí
- No

13. ¿Si eligió "sí", qué produce?

TRANSPORTE

14. ¿Cómo se moviliza?

- A pie
- En bicicleta
- Transporte público
- Vehículo privado

15. Si utiliza auto:

Número de vehículos que tiene en casa:

- Ninguno
- 1 vehículo
- 2 vehículos
- Más de 2 vehículos