

POLICY BRIEF

UNA NUEVA INFRAESTRUCTURA PARA LA AMAZONÍA

Roberto Schaeffer, Roxana Barrantes*, Aldebaro Klautau, Alfonso Malky, Ana Carolina Oliveira Fiorini, Ana María Durán Calisto, Antonio Abelem, Cynthia Simmons, Larissa Chermont, Marcos Okamura, Marliz Arteaga, Oriana Lucía Heredia Flores, Ricardo Delgado, Rafael Soria* | *Co-autores líderes

MENSAJES CLAVE

(i) La infraestructura en la Amazonía ha priorizado el desarrollo nacional y otros intereses, que generalmente se inclinaban hacia actividades extractivas (minería, energía, agricultura/ganadería) y políticas industriales nacionales (por ejemplo, la Zona Franca de Manaus), en lugar de las necesidades de las poblaciones locales o las cuestiones ambientales, tales como el mantenimiento y protección de la alta diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos, lo que resulta en un proceso de desarrollo insostenible y de baja calidad.

(ii) Es necesario un nuevo paradigma para adaptar la infraestructura existente y también para planificar y construir la infraestructura futura, tanto a nivel nacional como sub-nacional. Este nuevo paradigma debería basarse en el concepto de configuración espacial e incluir la consideración de soluciones basadas en la naturaleza y el Conocimiento Indígena y Local (ILK). La infraestructura de transporte existente ha provocado una considerable deforestación en toda la región. Es crucial que cualquier inversión en transporte vaya acompañada de una fuerte regulación y cumplimiento para evitar una mayor pérdida de bosques. La conectividad mejora cuando la gama de opciones de transporte (marítimo, aéreo, ferroviario, por carretera), son considerados como una sola red. En el caso de la Amazonía, el transporte acuático y la aviación son opciones que podrían brindar conectividad con un menor impacto ambiental, tomando en consideración la adaptación a eventos climáticos extremos (por ejemplo, sequías, inundaciones, olas de calor e incendios forestales).

(iii) La Amazonia exporta energía generada por grandes instalaciones hidroeléctricas, mientras que ella misma enfrenta importantes déficits de suministro de energía, especialmente para las poblaciones aisladas. Un nuevo modelo de desarrollo sostenible, necesita de ríos que fluyan saludables y exige que no se instalen nuevas grandes represas hidroeléctricas. Las turbinas hidrocinéticas de pequeña escala pueden ofrecer suministro de energía en zonas remotas. Del mismo modo, es imprescindible garantizar el acceso a energía renovable, asequible, confiable y de pequeña escala para todos los pobladores de la región.

(iv) El agua es abundante en la Amazonía, pero el acceso al agua potable y al saneamiento es limitado. Los nuevos métodos y tecnologías para promover el agua potable y el saneamiento son clave y requieren un enfoque integrado, que también debería incluir el despliegue de soluciones de gestión de residuos sólidos que consideren el concepto de economía circular.

(v) La conectividad digital es un aspecto estratégico para el desarrollo y la integración social y económica, así como también para la inclusión social. El desarrollo del sector de las comunicaciones puede contribuir al bienestar de todos, reduciendo las barreras en el acceso a la educación y a los servicios de salud, y facilitando el desarrollo de nuevos procesos, productos y mercados innovadores en la región.

RECOMENDACIONES

(i) La nueva infraestructura sostenible para la Amazonía debería ser planificada por y para los pobladores Amazónicos, asegurando que las perspectivas y realidades locales sean escuchadas y tomadas en consideración, abordando las necesidades de una nueva socio-bioeconomía de bosques en pie y ríos que fluyen saludables, y que por ende mantienen sanos a los ecosistemas de la región.

(ii) La infraestructura debería ser parte de un plan para crear riqueza y empleos al mismo tiempo proteger al medio ambiente. Se deben desarrollar soluciones para cada comunidad con la participación de la población local, identificar ejemplos positivos y mejores prácticas, y establecer intercambios de conocimientos que involucren a las partes interesadas y a los tomadores de decisiones relevantes. Se deben considerar las características y necesidades específicas de cada comunidad y se debe empoderar a la población local para que participe en el desarrollo de nuevos proyectos.

(iii) Se deben priorizar las opciones de transporte multimodal con bajas emisiones de carbono, como el transporte fluvial y la aviación eléctrica a pequeña escala, que pueden mitigar significativamente la deforestación, la degradación forestal y otros impactos asociados resultantes de la construcción y el uso de carreteras.

(iv) Las soluciones energéticas para la Amazonia deben priorizar el uso de los recursos locales disponibles, evitando opciones que impulsen conflictos socio-ambientales (como las represas). Se debe invertir en generación de energía descentralizada para permitir el suministro de energía a comunidades aisladas sin la necesidad de una gran expansión de las líneas eléctricas. Para ello, las micro-redes basadas en fuentes de energía renovable son una buena opción. Además, las soluciones energéticas deberían promover la sustitución de combustibles fósiles en el transporte local.

(v) Es crucial mejorar, construir y mantener instalaciones de saneamiento en toda la región Amazónica. Se necesitan controles adecuados de las aguas residuales urbanas, la contaminación plástica, el mercurio y otros metales pesados y agroquímicos. Los gobiernos regionales y los municipios, deben priorizar el tratamiento de aguas residuales para preservar la salud de la biota acuática y de las poblaciones humanas. Las ciudades medianas y grandes deberían considerar la posibilidad de renovar las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales existentes y recuperar las plantas críticas, mientras que las ciudades pequeñas y las zonas rurales podrían utilizar humedales artificiales. Los hogares aislados, las zonas rurales y las ciudades pequeñas también pueden utilizar la fitoremediación, una opción de saneamiento sostenible, eficaz y de bajo costo. Sin embargo, se necesitan más estudios sobre la posibilidad de implementar estas soluciones en las grandes ciudades Amazónicas.

(vi) Es fundamental desarrollar proyectos de conectividad basados en nuevos modelos de negocios, como redes comunitarias, que involucren directamente a la población local. De la misma manera, se debe fomentar, el uso de enlaces satelitales y tecnologías de telefonía móvil de quinta y sexta generación (5G/6G) para desplegar redes de acceso son las mejores opciones para la región.

(vii) Es necesario crear condiciones propicias para el nuevo paradigma de la infraestructura, lo que implica sentar las bases para su implementación exitosa abordando factores legales, financieros, tecnológicos y humanos. Los requisitos previos para implementar el nuevo paradigma de infraestructura de manera efectiva incluyen: un marco político sólido y de apoyo, financiamiento adecuado, investigación y desarrollo, desarrollo de capacidades, participación de las partes interesadas y fortalecimiento de las instituciones locales y los sistemas de gobernanza.

A. INTRODUCCIÓN

La Amazonía es el hogar de una diversidad de residentes, incluidos aproximadamente 410 grupos Indígenas y una multitud de comunidades

riberañas cuyos medios de vida están entrelazados con la biodiversidad de la región^{1,2}. La Amazonía también alberga a unos 6 millones de pequeños agricultores y aproximadamente 28 millones de residentes urbanos que hoy

representan al menos el 70% de la población de la región³. Satisfacer las necesidades de infraestructura de los diversos residentes de la región es un desafío, especialmente dadas las brechas sustanciales en la provisión de servicios básicos a los pueblos Amazónicos (por ejemplo, agua potable y saneamiento, transporte y servicios de comunicación/digitalización⁴), así como las múltiples y a menudo opuestas cosmovisiones sobre el desarrollo de la región entre los pobladores Amazónicos⁵.

En un esfuerzo por maximizar el acceso a la riqueza mineral y otros productos básicos, así como expandir los mercados nacionales e internacionales y reducir el costo de transporte de los productos básicos, las naciones y territorios Amazónicos han llevado a cabo planes coordinados de infraestructura para construir corredores de transporte multimodal que conecten los océanos Atlántico y Pacífico, así como la región Amazónica, con el resto de América del Sur y del mundo^{6,7} (Figura 1). Estos planes



RESUMEN GRÁFICO: Un nuevo paradigma es necesario para adaptar la infraestructura de la Amazonía.

han incluido la construcción de 147 proyectos hidroeléctricos (además de 160 que ya están en construcción o en operación) para ampliar la producción de electricidad en apoyo del desarrollo industrial y la construcción de embalses para mejorar la navegabilidad del río Amazonas y sus afluentes (Figura 1). Los costos socio-ambientales de dicha infraestructura son muy elevados⁸. Por ejemplo, las carreteras provocan deforestación; más del 90% de la deforestación ocurre dentro de 5,5 km de las carreteras existentes¹⁹; y, en muchos casos, la construcción de represas ha resultado en altos niveles de ilegalidad y desigualdad en las ciudades cercanas debido a los trabajadores migrantes,

además de violaciones de los derechos de los Pueblos Indígenas y Comunidades Locales (IPLC)^{10,11}. Algunos aspectos no se tienen en cuenta como potencialmente afectados por la infraestructura, como los beneficios no monetarios proporcionados por el Conocimiento Indígena y Local (ILK) y la innovación, la biodiversidad y otros aspectos que aportan a los bosques en pie y ríos conectados¹².

Para la Amazonía, una región de dimensión continental, la planificación se realiza principalmente de arriba hacia abajo, y los desequilibrios de poder favorecen a los actores económicos y políticos que ejercen presión para



REPRESAS EXISTENTES Y PLANEADAS EN LA AMAZONÍA

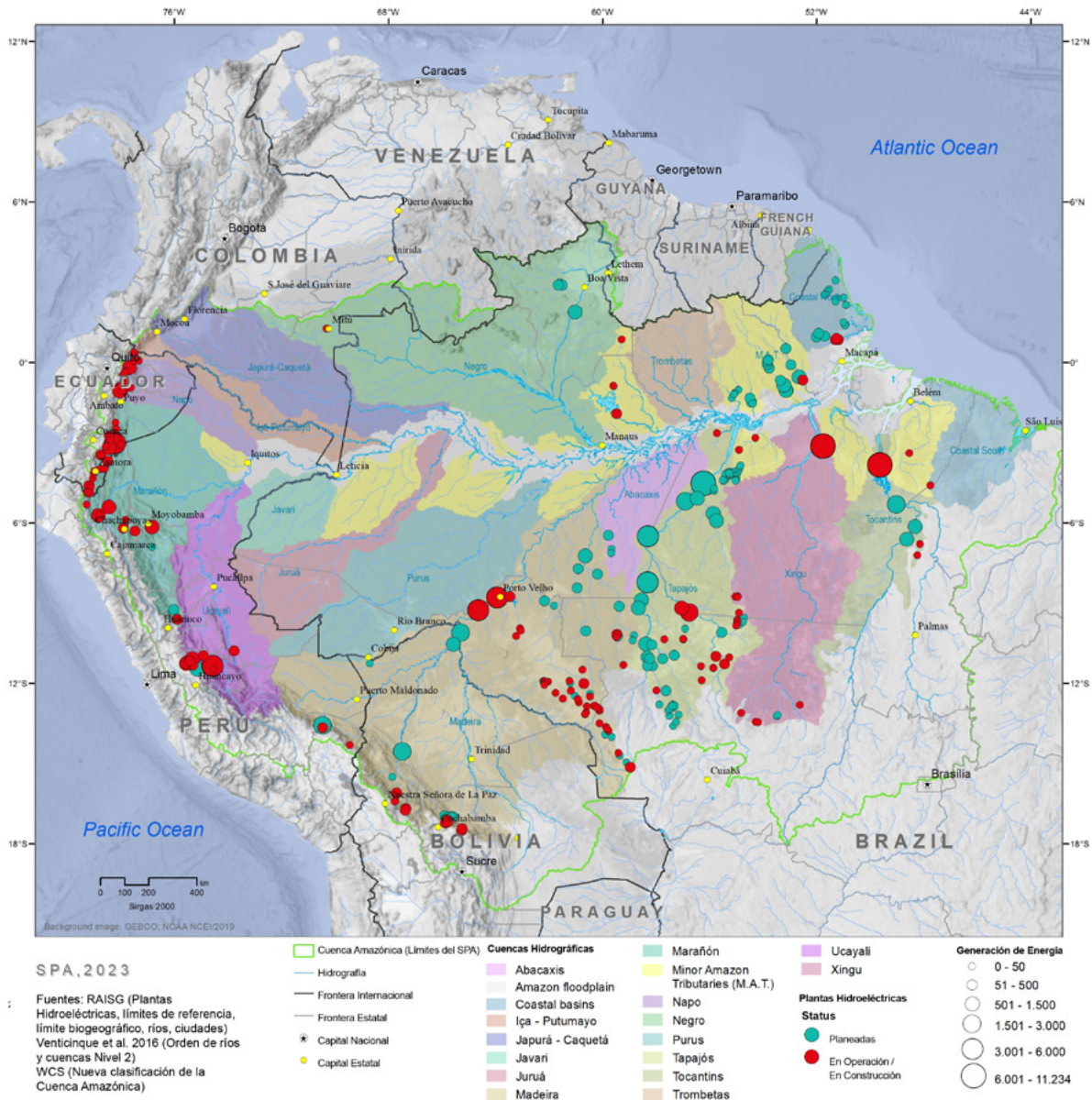


FIGURA 1. Infraestructura existente y planeada en la Amazonía para (a) Transporte y (b) Producción de energía mediante el establecimiento de plantas hidroeléctricas.

construir la infraestructura que desean, a pesar de que los grupos sociales abogan por estrictas regulaciones sociales y ambientales y consultas previas, realizadas durante estos proyectos¹³⁻²⁰. Sin embargo, la infraestructura influye en el logro de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)²¹. Por lo tanto, se necesita un nuevo paradigma para definir una infraestructura sostenible y resiliente para la región.

El nuevo paradigma de infraestructura debe considerar los seis principiosⁱ propuestos por los países del G20 para guiar las inversiones en infraestructura de calidad para promover un desarrollo verde, resiliente e inclusivo²², así

ⁱ Principios: "Maximizar el impacto positivo de la infraestructura para lograr un crecimiento y desarrollo sostenible; aumentar la eficiencia económica en vista del costo del ciclo de vida; integrar consideraciones ambientales en la infraestructura; desarrollar resiliencia contra los desastres naturales; integrar consideraciones sociales en la inversión en infraestructura; fortalecer la gobernanza de la infraestructura".

como los siete principiosⁱⁱ de “La Visión Amazonía Viva”⁵ del Panel Científico por la Amazonía (SPA). La principal preocupación debería ser identificar mejoras en la conectividad y la accesibilidad que promuevan la deforestación cero, faciliten el crecimiento socio-bioeconómico²³, aumenten el acceso a oportunidades y perspectivas laborales y mejoren los niveles de vida. Se deben utilizar el conocimiento y la ciencia locales para considerar la variación climática estacional regional y para proyectar futuros potenciales de la Amazonía en función del cambio climático global²⁴ y carteras variables de inversiones en infraestructura verde^{25,26}. Los peligros naturales pueden alterar la infraestructura, impactando negativamente la competitividad de la región, por lo cual se debe destacar la importancia de desarrollar resiliencia contra estos efectos. Además, el proceso de planificación e implementación de infraestructura en la Amazonía debería seguir un modelo más inclusivo, horizontal y democrático. Este enfoque revisado tiene como objetivo involucrar activamente a todas las partes interesadas, aceptando la diversidad de realidades de la región, con especial énfasis en involucrar a los IPLC. Además, una infraestructura ambiental y socialmente racional podría convertirse en un catalizador para el bienestar de las poblaciones Amazónicas y la protección de los recursos de la región²⁷.

ⁱⁱ La Amazonía es un sistema geodiverso y biodiverso que debe ser valorado, respetado y protegido. 2. Las funciones de los ecosistemas Amazónicos brindan beneficios a múltiples escalas. 3. El uso de los recursos naturales de la Amazonía y sus ecosistemas debe respaldar los procesos, funciones y medios de vida ecológicos frente a una crisis climática y posibles puntos de no retorno. 4. Las áreas urbanas y rurales de la Amazonía deben funcionar como sistemas productivos integrados que promuevan y apoyen una amplia gama de beneficios socioeconómicos y ecológicos. 5. La gobernanza Amazónica debe incluir procesos participativos de compromiso entre diversos actores y en todas las escalas para el bienestar del conjunto. 6. La Amazonía alberga diversos sistemas de conocimientos experienciales y culturas resultantes de la conexión entre las personas y la naturaleza, o diversidad biocultural, que deben ser valorados, reconocidos y protegidos. 7. Reconocer los derechos de los pueblos indígenas, afrodescendientes y otras comunidades locales y garantizar su acceso a la justicia es primordial para promover el bienestar de todos.

Este informe de políticas se centra en el transporte, la energía, el agua y el saneamiento y la infraestructura digital. Si bien se reconoce la naturaleza inseparable de la infraestructura con la gobernanza y el financiamiento, estos dos últimos temas no son abordados de manera completa en este documento.

B. SOLUCIONES DE INFRAESTRUCTURA INCLUSIVAS

1. Transporte

Una red de transporte eficiente es primordial para el desarrollo económico de todas las naciones. Un sistema integrado de carreteras, ferrocarriles, vías navegables, puertos y aeropuertos es la arteria que permite el flujo fluido de personas, bienes y servicios, reduciendo los costos de transporte y ampliando el alcance del mercado. Además, facilita el acceso a oportunidades de empleo, educación y salud, y fomenta la cooperación y el intercambio de ideas, ayudando a difundir soluciones dentro y entre las comunidades. Los sistemas logísticos inadecuados obstaculizan las operaciones fluidas, lo que lleva a una escalada de los costos de transacción que puede disminuir la ventaja competitiva de la región. El desafío de transportar eficientemente personas y productos es ampliamente reconocido como un impedimento importante para el desarrollo de la economía regional de la Amazonía²⁸⁻³⁰.

Las carreteras en la Amazonía están profundamente relacionadas con la deforestación^{8,9}; por lo tanto, dar prioridad a modos de transporte alternativos podría ayudar a lograr la conectividad deseada con menores impactos ambientales. Las carreteras, tanto legales como ilegales, facilitan el acceso a los especuladores de tierras y a la maquinaria para la minería y la

tala (ilegal), lo que resulta en una invasión de áreas protegidas y territorios de los IPLC, lo que a menudo conduce a disputas territoriales y conflictos sociales^{8,31}. Un proceso de toma de decisiones mejor informado, que considere lugares donde los retornos económicos son positivos y los impactos negativos son comparativamente bajos, daría como resultado la construcción de muchas menos carreteras, en ubicaciones cuidadosamente elegidas que podrían evitar áreas social y ambientalmente sensibles²⁸. Incluso en estos casos, la construcción de carreteras debería ir acompañada de un aumento de la aplicación de la ley y de la participación de las partes interesadas locales. Reducir la dependencia de las redes de carreteras en la Amazonía es de suma importancia para salvaguardar la biodiversidad y proteger los territorios de los IPLC, respetando sus formas de vida y patrimonios culturales^{9,32,33}.

En el caso de los ferrocarriles, si bien pueden ser una opción menos dañina ambientalmente que las carreteras, también generan deforestación e impactos socioambientales, tanto directa como indirectamente^{8,34,35}. Los ferrocarriles resultan ventajosos para transportar grandes volúmenes de mercancías a largas distancias³⁶. Como resultado, los ferrocarriles de la región están previstos principalmente para la exportación de mercancías³⁷⁻³⁹, ya que no está justificado transportar pasajeros en una zona de baja densidad poblacional. Por lo tanto, es importante entender quién se beneficia de la construcción de ferrocarriles en la Amazonía. Se espera que los menores costos de transporte de los ferrocarriles planificados contribuyan a la conversión de pastos a soya, lo que posiblemente conduzca a una deforestación desplazada^{8,40,41}. Al igual que ocurre con las carreteras, la expansión ferroviaria normalmente no se justifica si se consideran los impactos socioambientales. Sin embargo, se recomienda el mantenimiento de las vías férreas

existentes para evitar la ampliación de carreteras con rutas similares, como ocurrió en Amapá, Brasil⁴².

La región Amazónica cuenta con una compleja y extensa red fluvial. Las poblaciones Amazónicas han florecido a lo largo de los ríos durante mucho tiempo, utilizando los ríos como principal medio de transporte^{43,44}. Esta red se utiliza intensamente hoy en día y los planes para utilizar los ríos como principal opción de transporte se han promocionado como una estrategia de desarrollo durante décadas^{45,46}. Si bien el transporte fluvial puede tener graves impactos en los ecosistemas acuáticos⁴⁷, este también tiene la mayor eficiencia por tonelada transportada⁴⁸. Sin embargo, se necesitan mejoras en la infraestructura de navegación para optimizar la eficiencia y seguridad del transporte fluvial^{49,50}. Además, son necesarias inversiones para garantizar la navegación durante todo el año y mejorar su eficiencia, ya que la estación seca puede amenazar la navegabilidad, especialmente en años con fuertes fenómenos de El Niño, y restringir el flujo de personas, bienes y servicios^{24,51}. Durante los años 1998, 2005, 2010, 2015/2016 y 2023/2024, la Amazonía se vio gravemente afectada por sequías y aumentos de temperaturas sin precedentes, exacerbando las vulnerabilidades causadas por los cambios antropogénicos en el uso del suelo y los efectos combinados del cambio climático⁵². La previsión anticipada de los niveles de agua puede mejorar la eficiencia del transporte por vías navegables, al guiar la selección del tamaño de los buques y mantener las condiciones de navegabilidad⁵³. Sin embargo, se necesita más investigación para desarrollar vehículos limpios y de múltiples escalas que se adapten a diferentes tamaños de canales hidrológicos, particularmente a la luz de la posibilidad de que se produzcan estaciones secas más frecuentes y severas en los escenarios de cambio climático.

La aviación de pequeña escala podría complementar el transporte fluvial en la región Amazónica. El transporte aéreo puede desempeñar un papel fundamental dadas las largas distancias dentro de la región, las bajas densidades de población y las diversas condiciones climáticas. Los viajes aéreos conectan la región Amazónica entre sí y con el mundo, transportando personas y carga de alto valor. Aviones pequeños, como aviones de caza, sirven a comunidades remotas con bienes y suministros esenciales⁵⁴. Si bien los costos operativos pueden ser altos, su relevancia se centra en que ofrecen la posibilidad de tener acceso a cualquier lugar remoto dentro de la Amazonía⁵⁵. Los hidroaviones utilizan la infraestructura de transporte fluvial existente, lo que genera ganancias financieras sin necesidad de realizar inversiones masivas en infraestructura aeroportuaria. Los hidroaviones ya se utilizan en la región y también podrían crear nuevas oportunidades económicas y mejorar el acceso a servicios esenciales para las personas que viven en zonas remotas⁵⁶.

2. Energía para Todos

Existe una paradoja en la Amazonía porque, si bien produce energía generada por grandes instalaciones hidroeléctricas (Figura 1), en general esta energía se exporta a otras regiones y la Amazonía enfrenta importantes déficits de suministro de energía, dependiendo de esta manera del uso de combustibles fósiles para producir la electricidad que se consume en gran parte de la región. Además, las poblaciones aisladas, incluidos muchos Pueblos Indígenas y Comunidades Locales, carecen de acceso a la electricidad. El acceso inadecuado a una electricidad confiable perjudica el bienestar humano y la producción local. La viabilidad de actividades como la pesca, el procesamiento de açaí, la producción de harina

de yuca y otras cadenas de valor de productos forestales, depende del acceso constante a electricidad confiable para el procesamiento, almacenamiento, transporte y mantenimiento de su competitividad^{27,30}.

El principal desafío energético en la región Amazónica ha sido garantizar su acceso universal. Incluso cuando existe suministro de energía, a menudo éste no alcanza a satisfacer la demanda local. En consecuencia, el suministro de energía debe basarse en criterios multi-objetivos que consideren factores como la asequibilidad y disponibilidad de la energía, los impactos ambientales y los posibles vínculos de producción y su contribución a la reducción de la pobreza⁵⁹⁻⁶¹. En la Amazonía, el suministro de electricidad se puede dividir en tres tipos, cada uno con sus propios desafíos: (1) Sistemas interconectados nacionales, (2) Sistemas no interconectados alimentados por electricidad suministrada principalmente a través de generadores que funcionan con diésel o gasolina, y (3) Aquellos en regiones remotas sin ningún acceso formal a la electricidad pero donde a veces la energía se suministra de forma independiente, por ejemplo mediante la iniciativa colectiva de los habitantes en la adquisición de generadores de diésel o gasolina, o mediante la instalación de paneles solares por parte de organizaciones no gubernamentales⁶¹.

La expansión de los sistemas interconectados nacionales podría realizarse, por ejemplo, con sistemas solares fotovoltaicos (PV) flotantes colocados en embalses, o con el uso de energía agrivoltaica en pastos degradados³⁰. No deberían construirse más represas a gran escala en la Amazonía⁴⁷. Las redes nacionales no cubren toda la Amazonía y, en consecuencia, en la mayoría de las situaciones es preferible la generación de energía descentralizada. Para las comunidades aisladas, tanto en sistemas no interconectados como en

regiones remotas sin ningún acceso formal a la electricidad, la atención debería centrarse en la construcción de infraestructura de generación de energía descentralizada y de pequeña escala basada en fuentes renovables locales⁶².

La región tiene un gran potencial para la generación fotovoltaica, plantas hidroeléctricas de pequeña escala con turbinas hidrocinéticas y utilización moderna de biomasa. En algunos lugares también se podría utilizar el viento; Según el Global Wind Atlas (2023)⁶³, el potencial eólico se concentra principalmente en Brasil y a lo largo de la frontera con Guyana, y en zonas costeras. Además, en la Costa Atlántica, tanto la conversión de energía térmica de las mareas como de los océanos (OTEC) podrían ser opciones viables. Además, la valorización térmica o eléctrica de los residuos y el uso de biogás de las instalaciones de tratamiento de agua y residuos orgánicos podrían contribuir a proporcionar agua y energía limpias para la región y, al mismo tiempo, proporcionar soluciones de gestión de residuos y aguas residuales. Todas estas alternativas podrían ayudar en la transición hacia una economía baja en carbono y mejorar el bienestar de la región. No hace falta decir que las diferencias regionales potenciales y las disponibilidades estacionales de cada fuente exigen que se utilice una combinación de fuentes para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la energía^{30,57,64-68}. Además, la electrificación de comunidades rurales aisladas y remotas debe ir precedida de una planificación eficaz con las partes interesadas locales, incluido el establecimiento de mecanismos de gestión que garanticen la sostenibilidad de los proyectos de electrificación. Las soluciones de electrificación a medida, deben alinearse con las características y el potencial de cada lugar⁶⁹.

Finalmente, la región Amazónica debería alejarse de los combustibles fósiles siempre que sea posible, incluso en el sector del transporte, que

puede estar en gran medida electrificado (por ejemplo, barcos y aviones eléctricos)^{30,70,71}. Además de la electrificación, es posible que se necesiten biocombustibles en la transición hacia una economía baja en carbono. Las materias primas para los biocombustibles van desde semillas oleaginosas hasta biomasa lignocelulósica en general y residuos agrícolas y forestales, todos los cuales pueden utilizarse para transformar biomasa en combustible^{30,72-75}. La producción biosostenible de combustible de aviación puede desempeñar un papel importante en la descarbonización del sector de la aviación si se combina con estrategias exitosas para controlar la deforestación⁷⁶. Un factor clave a ser considerado, es que el desarrollo de un sistema energético de base biológica requiere controles estrictos para evitar generar incentivos a la deforestación.

3. Gestión de Agua y Residuos

Aunque la Amazonía suele ser vista como un lugar con abundancia de agua, el acceso a agua potable puede ser un desafío debido al tamaño y la lejanía de la región, así como al potencial de contaminación de diversas fuentes, ya que 7 de cada 10 pobladores Amazónicos carecen de acceso a servicios seguros de agua potable y saneamiento⁷⁷. Es necesario investigar nuevos métodos y tecnologías para promover el agua potable para las personas, pero también para uso doméstico, producción de alimentos y otros fines⁷⁸. Las soluciones para mejorar el acceso al agua potable podrían incluir la recolección y almacenamiento de agua de lluvia⁷⁹; filtración ribereña⁸⁰; protección de pozos y manantiales⁸¹; sistemas de filtración de agua con filtros de bioarena, filtros cerámicos o filtros de membrana para eliminar contaminantes y patógenos del agua⁸²; hervir y/o clorar el agua antes de beberla para matar microorganismos dañinos⁸³; y

purificadores de agua UV⁸⁴. Una opción interesante para la Amazonía, donde llueve abundantemente, es la recolección doméstica de agua de lluvia (DRWH). Estos sistemas recolectan agua con un nivel de contaminación mucho menor que muchos ríos, que pueden tener altos niveles de metales pesados y contaminación⁸⁵. Además, es de bajo costo y de fácil instalación y mantenimiento ⁸⁶.

El acceso al saneamiento es limitado en la Amazonía: la mayoría de los municipios recogen menos del 20% de las aguas residuales^{78,87}, y las estadísticas son peores en las zonas rurales y remotas. Las fuertes lluvias concentradas, que van en aumento, provocan grandes inundaciones y abruman las infraestructuras existentes⁸⁸. Un problema crítico es que los habitantes de la Amazonía que viven río abajo desde los centros urbanos, se enfrentan a la contaminación por aguas residuales sin tratamiento. Además, la contaminación del agua por el mercurio utilizado en la minería ilegal está aumentando, lo que afecta la salud humana y la biodiversidad ^{47,89,90}. Por lo tanto, es necesario reducir o eliminar la contaminación que ingresa a los ríos y remediar los daños a esos ecosistemas.

Mejorar el saneamiento en la región Amazónica requiere un enfoque integral y multifacético. Es necesaria la construcción y mantenimiento de instalaciones sanitarias tanto en zonas rurales como urbanas. Para zonas rurales y remotas, algunos ejemplos podrían ser los sanitarios de compostaje o los digestores de biogás (que pueden gestionar residuos y generar energía), humedales artificiales y/o el uso de plantas para el tratamiento de aguas residuales (fitorremediación)⁹¹. Las grandes ciudades también pueden incorporar estas soluciones basadas en la naturaleza^{92,93}. Las plantas nativas de los humedales, como los jacintos de agua y las totoras, pueden absorber y descomponer los

contaminantes en las aguas residuales, purificando el agua. Se pueden utilizar humedales artificiales o sistemas de tratamiento flotantes, donde las aguas residuales se dirigen a las plantas para que absorban nutrientes y contaminantes. Si bien este enfoque se considera simple de operar y mantener, además de ser rentable y alineado con los principios de conservación ecológica⁹¹, se necesitan más estudios sobre las condiciones y contextos específicos bajo los cuales se puede implementar en las grandes ciudades Amazónicas. Además, las ciudades con más de 100.000 habitantes deberían considerar la posibilidad de renovar las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales existentes y recuperar plantas críticas. Cabe mencionar que la cobertura vegetal natural también mejora la calidad del agua y reduce los costos de su tratamiento⁹⁴⁻⁹⁶.

Se necesitan soluciones de gestión de residuos sólidos, idealmente utilizando el concepto de economía circular. Un elemento clave implica la reducción de los residuos y de la contaminación⁹⁷. Cuando no es posible reducir la producción, el reciclaje se puede lograr mediante el establecimiento de centros de reciclaje exclusivos, incentivando la recompra de materiales reciclables y promoviendo su reutilización en las industrias locales. Además, se debe fomentar la artesanía local hecha a mano que utiliza materiales reciclables para poder contribuir a la reducción de desechos y la utilización creativa de recursos, como es el caso de las mujeres Kichwa, que han creado un colectivo de mujeres indígenas que trabajan para transformar materiales orgánicos y desechos inorgánicos en productos hechos a mano para lograr una independencia financiera⁹⁸. La incorporación de nuevas investigaciones y tecnologías innovadoras representa otra vía prometedora en el sector de los residuos, seguida de la facilitación de la circulación de productos y materiales.

4. Infraestructura Digital para Cerrar la Brecha Digital

La conectividad es un aspecto estratégico para el desarrollo e integración regional, así como también para la inclusión digital. El acceso a Internet puede promover la innovación en la prestación de servicios, además de reducir los costos de las transacciones comerciales⁹⁹. El Banco Mundial¹⁰⁰ reconoce el acceso a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), como una herramienta para la educación, la salud, el desarrollo económico y el bienestar social. El desarrollo del sector TIC contribuye a la innovación, permitiendo producir productos con alto valor agregado, y es importante para la integración nacional e internacional. Las TIC también desempeñan un papel crucial a la hora de cerrar la brecha en el acceso a la atención sanitaria para poblaciones geográficamente dispersas. En particular, la digitalización y la telemedicina ayudan a mejorar la eficiencia de todo el proceso asistencial, siendo útiles tanto para la prevención como para acceder a consultas médicas especializadas y realizar el seguimiento de los tratamientos seguidos por los pacientes¹⁰¹. Esto quedó evidenciado durante la pandemia de COVID-19, cuando este tipo de servicio fue ampliamente adoptado¹⁰². Al mismo tiempo, la digitalización puede reducir la demanda de transporte y el consumo de combustible asociado, aunque es importante mencionar que la digitalización todavía deja una huella material.

Existe una falta histórica de conexión y conectividad digital en la Amazonía. El modelo de telecomunicaciones actual incentiva la conectividad sólo en áreas de altos ingresos, regiones de alta densidad o áreas de nuevas construcciones donde el sector privado tiene oportunidades de negocio viables para garantizar el retorno de la inversión. La reciente expansión de Internet a través de Satélites de Órbita Terrestre

Baja (LEO) tiene un coste elevado¹⁰³. Una buena iniciativa que utiliza esta tecnología es el proyecto “Conexão Povos da Floresta” en la Amazonía Brasileña, que ha instalado internet satelital y kits de energía solar en diez comunidades Yanomami. La meta es llegar este año al menos a 500 comunidades dispersas, permitiéndoles una conectividad digital de alta calidad¹⁰⁴.

Los modelos alternativos son fundamentales para atraer el capital necesario e integrar la región Amazónica al mundo digital. Las soluciones de conectividad vía fibra óptica o radio, en la actualidad llegan a las sedes de los municipios. Sin embargo, las redes de acceso e intermediarias (“backhaul”) carecen de soluciones innovadoras para atender a los pueblos de los bosques y a las comunidades rurales aisladas. El impulso de las iniciativas de socio-bioeconomía²³ se facilitará mediante la adopción de modelos de redes comunitarias que puedan conectarse y se basen en costos compartidos para la adquisición, el montaje, la operación y el mantenimiento de la red. En el contexto tecnológico, el uso de enlaces satelitales y tecnologías de telefonía móvil de quinta y sexta generación (5G/6G) para desplegar redes de acceso, son las mejores opciones. La combinación de enlaces satelitales LEO y dispositivos de Internet de las cosas (IoT) que aprovechan la telefonía móvil 6G, permite un ecosistema de innovación tecnoeconómica en la Amazonía centrado en mantener bosques en pie y ríos que fluyen saludables, promover la socio-bioeconomía y mejorar la vida diaria de los pobladores Amazónicos¹⁰⁵.

C. CONCLUSIONES

Este informe de políticas se ha centrado en el transporte, la energía, el agua y saneamiento y la infraestructura digital, ofreciendo un

resumen de posibles soluciones. No se puede minimizar la importancia de una infraestructura completamente nueva para la región Amazónica, ya que es clave para el bienestar de todos los pobladores Amazónicos. Esta nueva infraestructura debe diseñarse considerando las características únicas de la región Amazónica, tanto en términos de sus poblaciones humanas como de su extraordinaria biodiversidad. Para implementar el nuevo paradigma de infraestructura de manera efectiva es imperativo establecer y fomentar las condiciones propicias adecuadas para una región que es tan particular.

Una de las condiciones habilitantes clave, es el desarrollo de un marco de políticas sólido y de apoyo. Esto implica crear regulaciones y lineamientos que se alineen con los objetivos del nuevo paradigma de infraestructura. Estas regulaciones deberían ir más allá de las fronteras de los países y tendrían que utilizar la cooperación entre países. En muchos países Amazónicos existe legislación relacionada con la protección del medio ambiente y con la implementación de nuevas infraestructuras. Sin embargo, las políticas ambientales no siempre se aplican o implementan adecuadamente¹⁰⁶⁻¹⁰⁸. Por ejemplo, las evaluaciones de impacto ambiental (EIA), deberían utilizarse para medir los daños sociales y ambientales, reconociendo que su eficiencia es limitada ya que estos se centran estrictamente en uno o unos pocos proyectos de infraestructura dentro de sus jurisdicciones y consideran horizontes temporales cortos¹⁰⁹⁻¹¹¹. La planificación de infraestructura y sus consiguientes EIA, deben considerar proyectos de infraestructura integrados en toda la cuenca, capturando potencialmente los impactos acumulativos y sinérgicos de todo el sistema de infraestructura²⁴. Además, el nuevo paradigma de infraestructura requiere una perspectiva de largo plazo y debe incluir mecanismos que promuevan el compromiso sostenido y la continuidad en la implementación de este paradigma, incluso frente

a cambios políticos o fluctuaciones económicas. Y debido a que toda infraestructura puede facilitar actividades ilegales (al igual que las legales), la aplicación paralela de la ley también es primordial, junto con la creación de mecanismos para evitar la corrupción que cambiaría la planificación e implementación de proyectos¹¹².

Un financiamiento adecuado es esencial para impulsar y sostener proyectos de infraestructura dentro del nuevo paradigma. Esto puede implicar inversiones públicas y privadas, donaciones, subsidios localizados a corto plazo, modelos comerciales innovadores que incluyan a las poblaciones locales, pagos por servicios ambientales u otros mecanismos financieros para garantizar que los proyectos sean financieramente viables y puedan avanzar de manera sostenible con un enfoque en toda la cuenca. Se deben analizar los desafíos que plantean las necesidades financieras, porque este es un tema muy complejo y debe estar alineado con el nuevo paradigma.

La investigación es fundamental ya que puede ayudar a informar sobre los impactos socio-ambientales existentes y potenciales de la infraestructura existente y planificada. Esta puede ayudar a crear soluciones innovadoras basadas en el contexto local y planificar la resiliencia contra los desastres naturales, el cambio climático y otras circunstancias imprevistas. Se pueden diseñar tecnologías y mecanismos de vanguardia para fomentar la adopción de soluciones de infraestructura avanzadas, sostenibles y eficientes. Además, el establecimiento de sistemas eficientes de datos e información es vital para monitorear y gestionar proyectos de infraestructura. Esto permite la toma de decisiones en tiempo real y la capacidad de adaptarse a circunstancias cambiantes. Asimismo, en áreas donde aún no hay una solución clara, es necesaria inversión en investigación e innovación para encontrar alternativas que se ajusten a los numerosos contextos locales de

la región Amazónica, encontrando propuestas concretas y viables de cómo utilizar los recursos disponibles de manera sostenible.

El desarrollo de capacidades y la participación de las partes interesadas son de suma importancia para reforzar los sistemas de gobernanza local. Esto implica desarrollar la base de habilidades y conocimientos de los profesionales y la fuerza laboral local para fortalecer la participación local, así como invertir en educación, capacitación y asistencia técnica para empoderar a las comunidades locales para que administren sus recursos, participen en los procesos de toma de decisiones e implementen prácticas sustentables. Fomentar el intercambio de conocimientos entre comunidades locales, investigadores y formuladores de políticas, puede facilitar el desarrollo de soluciones específicas para cada contexto, siendo especialmente importante abrir debates sobre la incorporación de estándares de sostenibilidad en la planificación territorial y en la ejecución de proyectos de infraestructura en la región Amazónica¹³. La promoción de mecanismos de gobernanza inclusivos y transparentes, puede amplificar las voces locales y abordar sus necesidades, además de facilitar la rendición de cuentas⁵. En ese sentido, es imperativo empoderar las voces Amazónicas y asegurar su participación activa en el diseño de la infraestructura de la región, preservando su patrimonio cultural y cultivando una socio-bioeconomía próspera que pueda elevar su estándar de vida^{23,114}. Es esencial que las aspiraciones, necesidades y conocimientos de los habitantes de la Amazonía estén entrelazados en el tejido de la planificación y del desarrollo de infraestructura, fomentando un enfoque verdaderamente inclusivo. A través de este esfuerzo concertado, se puede lograr una sinergia entre la población Amazónica y las iniciativas de desarrollo más amplias.

D. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a quienes contribuyeron a este informe de políticas. Esto incluye la opinión experta de: Caroline Rocha, Romira Bandura, Philip Fearnside, Liljana Sekerinska (The World Bank), Cornelius Fleischhaker (The World Bank), Carlos Antonio Costa (The World Bank), Eric Shayer (The World Bank), Sandra Berman (The World Bank), Amy Juelsgaard (The World Bank), Ana Maria Gonzalez Velosa (The World Bank), Pilar Fernandez (The World Bank); de los Miembros del Comité Científico de SPA: Carlos Nobre, Marielos Peña-Claros and German Poveda; del colaborador de la Consulta Pública: Bernardo Flores (Universidade Federal de Santa Catarina). Agradecemos también a la Secretaría Técnica del SPA: Isabella Leite Lucas y Federico Ernesto Viscarra. Editado por Lauren Barredo. Traducido del inglés al portugués por Leonardo Locatelli y del inglés al español por Federico Ernesto Viscarra.

E. REFERENCIAS

1. Science Panel for the Amazon. 2021. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021. C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, et al. (Eds.) United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. 48 pages.
2. Athayde S, Shepard G, Cardoso TM, et al. 2021. Chapter 10: Critical Interconnections between Cultural and Biological Diversity of Amazonian Peoples and Ecosystems. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds.) Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
3. Indvik KB, Gallo I, Quintana M, Blac F and do Canto O. 2018. Amazon Cities and Sustainable Urban Development. GIZ, Brasília.

4. Bandura R, McKeown S and Silveira FM. 2020. Sustainable Infrastructure in the Amazon Connecting Environmental Preservation with Governance, Security, and Economic Development Brazil Country Case Study. Center for Strategic and International Studies. Washington, USA.
5. Alencar A, Painter L, Athayde S, et al. 2021. Chapter 25: A Pan-Amazonian Sustainable Development Vision. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E. et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
6. Albert JS, Carnaval AC, Flantua SG, et al. 2023. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science* 379(6630), eabo5003.
7. Escalante-Moreno H. 2022. From IIRSA-COSIPLAN to the Belt and Road Initiative: Infrastructure for Extractivism in Latin America. In: East Asia, Latin America, and the Decolonization of Transpacific Studies, 89-114.
8. Berenguer E, Armenteras D, Lees AC, et al. Chapter 19: Drivers and Ecological Impacts of Deforestation and Forest Degradation. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
9. Barber C, Cochrane M, Souza C and Laurance W. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation* 177: 203-209, ISSN 0006-3207.
10. Jaichand V and Sampaio AA. 2013. Dam and be damned: the adverse impacts of Belo Monte on indigenous peoples in Brazil. *Hum. Rts. Q.* 35, 408. 27
11. Scabin FS, Junior NNP and da Cunha Cruz JC. 2015. Judicialização de grandes empreendimentos no Brasil: uma visão sobre os impactos da instalação de usinas hidrelétricas em populações locais na Amazônia. *Revista Pós Ciências Sociais* 11(22).
12. Costa FA, Ciasca BS, Castro ECC, et al. 2021a. Socio-biodiversity Bioeconomy in the State of Pará. Brasília, DF: The Nature Conservancy (TNC Brasil), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Natura, IDB-TN-2264, 2021.
13. Becker B.K. 2001. Revisão das políticas de ocupação amazônica: é possível identificar modelos para projetar cenários? *Parcerias estratégicas*, Brasília. 12, 135 -159.
14. Simmons CS. 2002. The Local Articulation of Policy Conflict: Land Use, Environment, and Amerindian Rights in Eastern Amazonia. *The Professional Geographer* 54 (2):241-258.
15. Bebbington A, Chicchon A, Cuba N, et al. 2020. Priorities for governing large-scale infrastructure in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(36), 21829-21833.
16. Barros AC, McKenney B, Bhattacharya A, et al. 2020. Sustainable Infrastructure to Secure the Natural Capital of the Amazon Building the Future of Quality Infrastructure. In: Asian Development Bank Institute (Org.). Building the Future of Quality Infrastructure. 1 ed. Tóquio: Asian Development Bank Institute. 65-72. 25 ISBN 978-4-89974-221-0 (Print), ISBN 978-4-89974-222-7 (PDF).
17. Perz SG, Arteaga M, Baudoin Farah A, et al. 2021. Participatory action research for conservation and development: experiences from the Amazon. *Sustainability* 29. 14(1), 233.
18. Loureiro VR. 2022. Amazônia colônia do Brasil. Editora Valer.
19. Van Dijck P. 2013. The impact of the IIRSA road infrastructure programme on Amazonia.
20. Harvey P and Knox H. 2015. Roads: An anthropology of infrastructure and expertise. Cornell University Press.
21. Adshead D, Thacker S, Fuldauer LI and Hall, JW. 2019. Delivering on the Sustainable Development Goals through long-term infrastructure planning. *Global Environmental Change* 59, 101975

22. G20. 2019. Guide for quality infrastructure investment. <https://www.adb.org/sites/default/files/linked-documents/reg-54036-001-tar-ld-02.pdf>.
23. Garrett R, Ferreira J, Abramovay R, et al. Supporting socio- bioeconomies of healthy standing forests and flowing rivers in the amazon. Policy Brief. Science Panel for the Amazon.
24. Marengo JA, Espinoza JC, Fu R, et al. 2021. Chapter 22: Long-term variability, extremes and changes in temperature and hydro meteorology in the Amazon region. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
25. Simmons CS, Famolare L, Macedo MN, et al. 2018. Science in support of Amazonian conservation in the 21st century: the case of Brazil. *Biotropica* 50(6):850–858.
26. Brondízio ES, Aumeeruddy–Thomas Y, Bates P, et al. 2021. Locally based, regionally manifested, and globally relevant: Indigenous and local knowledge, values, and practices for nature. *Annual Review of Environment and Resources* 46, 481–509.
27. Abramovay R, Ferreira J, Costa FA, et al. 2021. Chapter 30: The New Bioeconomy in the Amazon: Opportunities and Challenges for a Healthy Standing Forest and Flowing Rivers. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
28. Vilela T, Malky Harb A, Bruner A, et al. 2020. A better Amazon road network for people and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(13), 7095–7102.
29. Chelala C, Chelala C and Almeida Carvalho AC. 2022. Entraves para o desenvolvimento da bioeconomia na Amazônia. In Gomes A.F et al. (orgs.) *Mestrado em desenvolvimento regional: 15 anos, na busca de sinergias, possibilidades e expectativas de desenvolvimento*. Maringá: Uniedusul.
30. Nobre CA, Feltran-Barbieri R, Costa FA, et al. 2023. *Nova Economia da Amazônia*. São Paulo: WRI Brasil.
31. das Neves PBT, Blanco CJC, Duarte AAAM, et al. 2021. Amazon rainforest deforestation influenced by clandestine and regular roadway network. *Land Use Policy* 108, 105510
32. Fearnside PM. 2007. Brazil's Cuiabá- Santarém (BR-163) Highway: The environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. *Environ. Manage.* 39, 601–614.
33. Gallice GR, Larrea-Gallegos G and Vásquez-Rowe I. 2019. The threat of road expansion in the Peruvian Amazon. *Oryx* 53, 284–292.
34. Dourojeanni M. 2016. Impacto ambiental y social que causaría una ferrovía interoceánica en el Perú. In: *Las Relaciones de China con América Latina y el Ferrocarril Bioceánico Brasil-Perú*, 95.
35. Santos DC, Souza Filho PWM, da Rocha Nascimento Jr W, Cardoso GF and dos Santos JF. 2020. Land cover change, landscape degradation, and restoration along a railway line in the Amazon biome, Brazil. *Land Degradation & Development* 31(15), 2033–2046.
36. Muramatsu R, Scarano PR, Siqueira FZ, Silva RG and Angelico AR. 2019. Desafios para o Transporte Ferroviário de Carga no Brasil: Uma Análise Setorial Informada pela Nova Economia Institucional e Teoria da Escolha Pública. In: *Estudos Econômicos Setoriais: Máquinas e Equipamentos, Ferrovias, Têxtil e Calçados*. São Paulo: Blucher.
37. Hydall RTN. 2021. A História da Madeira-Mamoré: Medos, desafios e enfrentamentos na construção da EFMM. *Das Amazônias* 4(1), 164–174.
38. Brito T, Fragoso R, Santos L, et al. 2023. Life Cycle Assessment for Soybean Supply Chain: A Case Study of State of Pará, Brazil. *Agronomy* 13, 1648.

39. De Souza MF, Tisler TR, Castro GSA and de Oliveira ALR. 2023. Port regionalization for agricultural commodities: mapping exporting port hinterlands. *Journal of Transport Geography* 106, 103506.
40. Fearnside PM. 2001. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation* 28(1), 23-38.
41. Fearnside PM and Figueiredo AMR. 2016. Deforestación de la Amazonía brasileña influenciada por la China: El caso de Mato Grosso. pp. 271-310 In: R. Ray, K. Gallangher, A. López & C. Sanborn (eds.) *China en América Latina. Lecciones para la Cooperación Sur-Sur y el Desarrollo Sostenible*. Universidad del Pacífico & Boston University, Lima, Peru. 419 pp.
42. Bastos AB, Brito DMC, Bastos AM and Bastos CM. 2021. Entre dificultades e oportunidades: a estrada de ferro do Amapá (Brasil). *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas* 13, 81-92.
43. Mann CC. 2005. 1491: New revelations of the Americas before Columbus. Knopf.
44. Neves EG, Furquim LP, Levis C, et al. 2021. Chapter 8: Peoples of the Amazon before European colonization. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
45. ANTAQ Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2018. Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros e cargas na Região Amazônica. Brasília/Belém: Antaq/UFPA.
46. Hunt JD, Pokhrel Y, Chaudhari S, et al. 2022. Cleaner engineering and technology challenges and opportunities for a South America Waterway System. *Cleaner Engineering and Technology*, 100575.
47. Fearnside PM, Berenguer E, Armenteras D, et al. 2021. Chapter 20: Drivers and impacts of changes in aquatic ecosystems. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
48. Trancossi M. 2016. What price of speed? A critical revision through constructal optimization of transport modes. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* 7, 425-448.
49. Fontes JV, de Almeida PR, Hernández ID, et al. 2023. Marine Accidents in the Brazilian Amazon: Potential Risks to the Aquatic Environment. *Sustainability* 15(14), 11030.
50. Hernández-Fontes JV, Maia HWS, Chávez V and Silva R. 2021. Toward More Sustainable River Transportation in Remote Regions of the Amazon, Brazil. *Applied Sciences*, 11(5), 2077.
51. Parry L, Day B, Amaral S. et al. 2010. Drivers of rural exodus from Amazonian headwaters. *Popul. Environ.* 32, 137-176.
52. Castellanos E, Lemos MF, Astigarraga L, et al. Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Pörtner H-O, Roberts DC, Tignor M, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689-1816.
53. De Figueiredo NM and Blanco CJC. 2016. Water level forecasting and navigability conditions of the Tapajós River-Amazon-Brazil. *La Houille Blanche* 3, 53-64.
54. Aboutanos MB, Mora FE, Nicholson B, et al. 2012. Trauma Course for an Aerial Medical Transport System in the Amazon Rainforest of Ecuador. *Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery* 1, 1-5.
55. Fenley CA, Machado WV and Fernandes E. 2007. Air transport and sustainability: Lessons from

- Amazonas. *Applied Geography* 27.2, 63–77.
56. Lanaro LR. 2021. Engenharia de custos e otimização de projetos de hidroaviões: um estudo de caso de um sistema de transporte para a Amazônia. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos/USP.
57. Matos FB, Camacho JR, Rodrigues P and Guimarães Jr, SC. 2011. A research on the use of energy resources in the Amazon. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(6), 3196–3206.
58. Viscidi L and Phillips S. Energy and mining in the Amazon. *Corporate and Financing Landscape. The Dialogue – Leadership for the Americas*.
59. Cook P. 2011. Infrastructure, Rural Electrification and Development. *Energy for Sustainable Development* 15(3), 304–313.
60. World Bank. 2008. *Designing Sustainable Off-Grid Rural Electrification Projects: Principles and Practices*. The World Bank, Washington, DC
61. UPME. 2021. *Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica - PIEC 2019-2023*. República de Colombia Ministerio de Minas y Energía. Bogotá D.C. - Colombia
62. Ustun TS. 2016. The importance of microgrids & renewable energy in meeting energy needs of the Brazilian Amazon. 2016 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon).
63. Global Wind Atlas. 2023. <https://globalwindatlas.info/en> (accessed November 15, 2023).
64. Lucena AFP, Schaeffer R, Szklo A, Soria R and Chávez-Rodríguez M. 2013. Energy security in the Amazon. A report for the Amazonia Security Agenda Project.
65. Almeshqab F and Ustun TS. 2019. Lessons learned from rural electrification initiatives in developing countries: Insights for technical, social, financial and public policy aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 102, 35–53.
66. da Costa Oliveira CH, Barros MDLC, Branco DAC, Soria R and Rosman PCC. 2021. Evaluation of the hydraulic potential with hydrokinetic turbines for isolated systems in locations of the Amazon region. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 45, 101079.
67. Du T, Jing Z, Wu L, et al. 2022. Growth of ocean thermal energy conversion resources under greenhouse warming regulated by oceanic eddies. *Nature Communications* 13(1), 7249.
68. Araujo RO, Ribeiro FCP, Santos VO, et al. 2022. Renewable Energy from Biomass: an Overview of the Amazon Region. *Bioenergy. Res.* 15, 834–849.
69. Andrade CS, Rosa LP and Da Silva NF. 2011. Generation of electric energy in isolated rural communities in the Amazon Region a proposal for the autonomy and sustainability of the local populations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(1), 493–503.
70. Guamán F, Ordoñez J, Espinoza JL and Jara-Alvear J. 2015. Electric-solar boats: an option for sustainable river transportation in the Ecuadorian Amazon. In 6th International Conference on Energy and Sustainability, WIT Transactions on Ecology and The Environment, Wessex, UK, v. 195, 439–448.
71. Bonilla RZ, Bhandari R and Rodarte AP. 2021. Multi-attribute assessment of a river electromobility concept in the Amazon region. *Energy for Sustainable Development* 61, 139–152.
72. Younis A, Benders R, Delgado R, et al. 2021. A System analysis of the bio-based economy in Colombia: A bottom-up energy system model and scenario analysis. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 15(3), 481–501.
73. Gonzalez-Salazar MA, Venturini M, Poganietz W-R, Finkenrath M, and Leal, MRLV. 2017. Combining an accelerated deployment of bioenergy and Land Use Strategies: Review and insights for a post-conflict scenario in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73, 159–177.

74. Araujo RO, Ribeiro FC, Santos VO, et al. 2021. Renewable energy from biomass: an overview of the Amazon region. *BioEnergy Research*, 1-16.
75. van Els RH, de Souza Vianna JN and Brasil Jr ACP. 2012. The Brazilian experience of rural electrification in the Amazon with decentralized generation—The need to change the paradigm from electrification to development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(3), 1450-1461.
76. Fiorini AC, Angelkorte G, Maia PL, et al. 2023. Sustainable aviation fuels must control induced land use change: an integrated assessment modelling exercise for Brazil. *Environmental Research Letters* 18(1), 014036.
77. World Vision. 2023. World vision lanza iniciativa centrada en la niñez en la cuenca amazónica. [accessed 31 August 2023] <https://home.worldvisionamericalatina.org/world-vision-iniciativa-cuenca-amazonica/>
78. Andrade LC, Pedro JPB and Gomes MCRL. 2021. Desafios no abastecimento de água e saneamento em comunidades ribeirinhas da várzea da Amazônia Central. *Justiça climática no Antropoceno*.
79. Morales Rojas E, Díaz Ortiz EA, Medina Tafur CA, et al. 2021. Rainwater Harvesting and Treatment System for Domestic Use and Human Consumption in Native Communities in Amazonas (NW Peru): Technical and Economic Validation. *Scientifica* 14, 1-17.
80. Abd-Elaty I, Saleh OK, Ghanayem HM, Zeleňáková M and Kuriqi A. 2022. Numerical assessment of riverbank filtration using gravel back filter to improve water quality in arid regions. *Frontiers in Earth Science* 10, 1006930.
81. Gonçalves de Melo MG, Medeiros RS, Sampaio PTB and Vieira G. 2018. Sustainability issues: riparian vegetation and its importance in the hydrological cycle in Amazonian ecosystems. *Journal of Security and Sustainability Issues* 7(4):861-868
82. Murphy HM, Sampson M, Farahbakhsh K and McBean E. 2010. Microbial and chemical assessment of ceramic and BioSand water filters in rural Cambodia. *Water Science and Technology: Water Supply* 10(3), 286-295.
83. Rothstein JD, Leontsini E, Olortegui MP, et al. 2015. Determinants of caregivers' use and adoption of household water chlorination: A qualitative study with peri-urban communities in the Peruvian Amazon. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 93(3), 626.
84. Hussain S. 2009. Performance evaluation of the household ultraviolet water purifier. *Desalination and Water Treatment* 11(1-3), 132-143.
85. Webb J, Coomes OT, Mergler D. et al. 2018. Levels of 1-hydroxypyrene in urine of people living in an oil producing region of the Andean Amazon (Ecuador and Peru). *Int Arch Occup Environ Health* 91, 105-115.
86. Yannopoulos S, Giannopoulou I and Kaiafa-Saropoulou M. 2019. Investigation of the current situation and prospects for the development of rainwater harvesting as a tool to confront water scarcity worldwide. *Water* 11(10), 2168.
87. Mansur AV, Brondízio ES, Roy S, et al. 2016. An assessment of urban vulnerability in the Amazon Delta and Estuary: a multi-criterion index of flood exposure, socio-economic conditions and infrastructure. *Sustainability Science* 11, 625-643.
88. Hecht S, Schmink M, Abers R, et al. 2021. Chapter 14: The Amazon in motion: Changing politics, development strategies, peoples, landscapes, and livelihoods. In: Nobre C, Encalada A, Anderson E, et al. (Eds). *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA.
89. Do Nascimento de Meneses H, Oliveira-da-Costa M, Basta PC, et al. 2022. Mercury contamination: A growing threat to riverine and urban communities in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(5), 2816.

90. Basta PC and Hacon SDS. 2020. Impacto do mercúrio na saúde do povo indígena Munduruku, na bacia de Tapajós.
91. Oliveira GA, Colares GS, Lutterbeck CA, et al. 2021. Floating treatment wetlands in domestic wastewater treatment as a decentralized sanitation alternative. *Science of the Total Environment* 773, 145609.
92. Mostafavi M and Doherty G. 2016. (Eds.). *Ecological urbanism*. Zurich: Lars Müller.
93. Mostafavi M, Doherty G, Correia M, Durán Calisto AM and Valenzuela L. 2019. *Urbanismo Ecológico en América Latina. Urbanismo Ecológico na América Latina*. Tradução: Bogéa C, Puente M, Canedo J and Silveira P. Barcelona: Gustavo Gili.
94. Zhang X, Liu X, Zhang M, Dahlgren RA and Eitzel M. 2010. A Review of Vegetated Buffers and a Meta-analysis of Their Mitigation Efficacy in Reducing Nonpoint Source Pollution. *J. Environ. Qual.* 39, 76-84, 10.2134/jeq2008.0496.
95. Mello de K, Valente RA, Randhir TO, Santos ACA and Vettorazzi CA. 2018. Effects of land use and land cover on water quality of low-order streams in Southeastern Brazil: Watershed versus riparian zone. *CATENA*. 167, 130-138.
96. Tundisi JG and Tundisi TM. 2010. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotrop.* 10(4).
97. Koul B, Yakoob M and Shah MP. 2022. Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research* 206, 112285.
98. Price K. 2022. Meet 3 Indigenous women fighting for the future of the Amazon. *Conservation International*.
99. Melhem S. 2016. *Harnessing the internet for development*. Washington: World Bank.
100. World Bank Group. 2018. *Innovative Business Models for Expanding Fiber-Optic Networks and Closing the Access Gaps*. World Bank Group.
101. García Rey AB, García CB and Egado IP. 2020. *Innovación social con conectividad y salud: telefonía celular 3G y atención materno-infantil en comunidades del Amazonas peruano*. In: *Innovación social con conectividad y salud: telefonía celular 3G y atención materno-infantil em comunidades del Amazonas peruano*. Caracas: CAF.
102. Curioso WH, Coronel-Chucos LG and Henríquez-Suarez M. 2023. Integrating Telehealth for Strengthening Health Systems in the Context of the COVID-19 Pandemic: A Perspective from Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(11):5980.
103. Vianna B (Host). 2023. Caixa de ferramentas (No. 41) [Audio podcast episode]. In Rádio Novelo Apresenta. Rádio Novelo. <https://radionovelo.com.br/originais/apresenta/caixa-de-ferramentas/>
104. Plenamata. Conectividade e capacitação para desenvolver a bioeconomia amazônica. Available at <https://plenamata.eco/2023/04/13/conectividade-e-capacitacao-para-desenvolver-a-bioeconomia-amazonica/> Revised November 11, 2023. (April 13, 2023).
105. Hardesty L. 2021. Is FWA from big carriers different than FWA from WISPS?. *Fierce Wireless*. Available at: <https://www.fiercewireless.com/tech/fwa-from-big-carriers-different-than-fwa-from-wisps>
106. Börner J, Wunder S, Wertz-Kanounnikoff S, Hyman G and Nascimento N. 2014. Forest law enforcement in the Brazilian Amazon: Costs and income effects. *Global Environmental Change* 29, 294-305.
107. Soares-Filho B, Rajão R, Macedo M, et al. 2014. Cracking Brazil's forest code. *Science* 344(6182), 363-364.
108. Chiavari J and Leme C. 2021. Where does Brazil stand with the implementation of the forest

code. A snapshot of the CAR and the PRA in Brazil's states. Climate Policy Initiative.

109. Santos SMSBM and F. M. Hernandez (Eds). 2009. Painele de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidreletrico de Belo Monte. Belem, Para.

110. Fearnside PM. 2016. The plans for hydroelectric plants and waterway construction in the Tapajos Basin: A compounding of negative impacts. In Alarcon, D. Fernandes, B. Millikan, and M. Torres. eds. 2016. Ocekadi: hidreletricas, conflitos socioambientais e resist^encia na Bacia do Tapaj os. International Rivers & Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Para, Brasilia & Santarem, Brazil.

111. Millikan B. 2016. Basin inventory studies: Characteristics of an initial and decisive phase in hydroelectric dam planning on the Tapajos River. In Alarcon, D. Fernandes, B. Millikan, and M. Torres. eds. 2016. Ocekadi: hidreletricas, conflitos socioambientais e resistencia na Bacia do Tapajos. International Rivers & Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Para, Brasilia & Santarem, Brazil.

112. Nelson DR, Pippin JS, Mansur AV and Seigerman CK. 2021. The Impacts of Infrastructure Sector Corruption on Conservation. Targeting Natural Resource Corruption.

113. Belém Declaration, 08 de agosto del 2023. https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/DECLARACION%20DE%20BELEM%20ESPAÑOL%20v08082023_0.pdf

114. Mazzone A, Fulkaxò Cruz DK., Tumwebaze S. et al. 2023. Indigenous cosmologies of energy for a sustainable energy future. Nat Energy 8, 19–29.

AFILIACIONES DE LOS AUTORES

Roberto Schaeffer: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Avenida Horácio de Macedo, 2030, Centro de Tecnologia - Bloco C-211, Cidade Universitária/Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, roberto@ppe.ufrj.br

Roxana Barrantes Cáceres: Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel 15088, Peru; Instituto de Estudios Peruanos, Horacio Urteaga 694, Jesús María, Lima, Perú, barrantes.r@pucp.edu.pe

Aldebaro Klautau: Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém – PA, Brasil

Alfonso Malky: Conservation Strategy Fund, 1800 Massachusetts Ave NW Suite 402, Washington, DC 20036, USA

Ana Carolina Oliveira Fiorini: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Avenida Horácio de Macedo, 2030, Centro de Tecnologia - Bloco C-211, Cidade Universitária/Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Ana María Durán Calisto: University of California Luskin, 337 Charles E Young Dr E, Los Angeles, CA 90095

Antonio Abelem: Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém – PA, Brasil

Cynthia Simmons: University of Florida Gainesville, Department of Geography, Gainesville – FL, 32611-5530, USA

Larissa Chermont: Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, nº 01, Guamá, Belém – PA, Brasil

Marcos Okamura: Genesis Ambiental, Rua Mário Russo nº58, Jd. São Cristóvão, Bragança Paulista – SP, Brasil

Marliz Arteaga: University of Florida, Gainesville – FL, 32611-5530, USA; Universidad Amazónica de Pando, X68R+675, Av. Acre, Cobija, Bolivia

Oriana Lucía Heredia Flores: Grupo de Análisis para el Desarrollo, Av. Alnte. Miguel Grau 915, Lima 15063, Perú

Ricardo Delgado: Centro Regional de Estudios de Energía, Cra. 7 # 73-47 Piso 13, Bogotá, Colombia

Rafael Soria: Universidad San Francisco de Quito, Campus Cumbayá, Diego de Robles s/n, Quito 170901, Ecuador

MAS INFORMACIÓN EN

laamazoniaquequeremos.org

SIGANOS

  [theamazonwewant](https://www.instagram.com/theamazonwewant)

CONTACTO

Secretaría Científico-Técnica del SPA en NY

475 Riverside Drive | Suite 530

New York NY 10115 USA

+1 (212) 870-3920 | spa@unsdsn.org