

Donde habitan los *neba*:

naturaleza, cultura e impactos ambientales
en los territorios del pueblo urarina



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



University of
St Andrews



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

Donde habitan los *neba*:

naturaleza, cultura e impactos ambientales
en los territorios del pueblo urarina



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



University of
St Andrews



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

Martín Brañas, M; Fabiano, E.; Del Castillo Torres, D. (eds.). 2023.
DONDE HABITAN LOS *NEBA*: naturaleza, cultura e impactos
ambientales en los territorios del pueblo urarina.
Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP);
Universidad de St. Andrews.
Iquitos, Perú, 256 pp.

*Donde habitan los neba: naturaleza, cultura e impactos ambientales
en los territorios del pueblo urarina.*

Primera edición, setiembre 2023

MINISTERIO DEL AMBIENTE

Av. Antonio Miroquesada 425. Urbanización San Felipe
Magdalena del Mar, Lima
<http://www.minam.gob.pe>

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA (IIAP)
Av. José Abelardo Quiñones Km 2.5, San Juan Bautista, Loreto, Perú
www.iiap.org.pe

UNIVERSITY OF ST ANDREWS /
SCHOOL OF GEOGRAPHY & SUSTAINABLE DEVELOPMENT
Irvine Building, North Street, St Andrews
<http://www.st-andrews.ac.uk>

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú
N° 2023-06644
ISBN: 978-612-4372-48-3

Queda prohibida la reproducción total o parcial
sin la autorización de los autores.

Se imprimieron 1000 ejemplares
en los talleres de Mantaraya S.R.L.
Independencia, Lima, Perú. Setiembre 2023

COORDINACIÓN EDITORIAL

Manuel Martín Brañas, Emanuele Fabiano,
Dennis del Castillo Torres

REVISIÓN CIENTÍFICA | COMITÉ EDITORIAL DEL IIAP

Carmen García Dávila, Giuseppe Gagliardi Urrutia,
Pedro Pérez Peña, Juan José Bellido Collahuacho
Los artículos siguieron el proceso de revisión por pares.

AUTORES EN ORDEN DE APARICIÓN

Katherine H. Roucoux, Gabriel García Mendoza, Selena Georgiou,
Emanuel Gloor, Adam Hastie, Eurídice N. Honorio Coronado,
M. Carina Hoorn, Ian T. Lawson, Christopher Schulz, Manuel Martín Brañas,
Jhon del Águila Pasquel, Margarita del Águila Villacorta,
Nállarett Dávila Cardozo, Cesar Jimmy Córdova Oroche,
Gabriel García Mendoza, Marcos A. Rios Paredes, Lydia E. S. Cole,
Elvis Charpentier Uraco, Sofia Valdivia Alarcón, Vanessa Vargas Bernuy,
Danae Delgado Amasifuen, Rodi Paima Roque, Welinton Marín Reyna,
Gonzalo M. Isla Reátegui, Wendy Dávila Tuesta, Timothy R. Baker,
Mark S. Reed, Nina Laurie, Luis Andueza, Emanuele Fabiano,
Juan José Palacios, Ricardo Zárate Gómez, Althea L. Davies

ELABORACIÓN DE MAPAS

Katherine H. Roucoux, Ian T. Lawson, Juan José Palacios Vega

FOTOGRAFÍAS

Katherine H. Roucoux, Eurídice N. Honorio Coronado, Lydia E. S. Cole,
Manuel Martín Brañas, Margarita del Águila Villacorta

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Gonzalo Manuel Isla Reátegui (2023). Representación del aruba, un espíritu *ijniaene* del bosque (transfigurado en lobo de río) que asusta a las niñas y niños en las comunidades urarinas.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Rodolfo Loyola Mejía

Índice

11 **Presentación**

13 **Introducción**

Capítulo 1

17 **Introducción al medio físico y biológico del pueblo urarina**

Katherine H. Roucoux, Gabriel García Mendoza, Selena Georgiou, Emanuel Gloor, Adam Hastie; Eurídice N. Honorio Coronado, M. Carina Hoorn, Ian T. Lawson

Capítulo 2

57 **Los humedales y turberas en los territorios indígenas urarinas: usos, manejo y carbono almacenado**

Eurídice N. Honorio Coronado, Christopher Schulz, Manuel Martín Brañas, Jhon del Águila Pasquel, Margarita del Águila Villacorta, Nállarett Dávila Cardozo, Cesar Jimmy Córdova Oroche, Gabriel García Mendoza, Marcos Ríos, Lydia E. S. Cole, Elvis Charpentier Uraco, Sofia Valdivia Alarcón, Vanessa Vargas Bernuy, Danae Delgado Amasifuen, Rodi Paima Roque, Welinton Marín Reyna, Gonzalo M. Isla Reátegui, Wendy Dávila Tuesta, Timothy R. Baker, Mark S. Reed, Katherine H. Roucoux

Capítulo 3

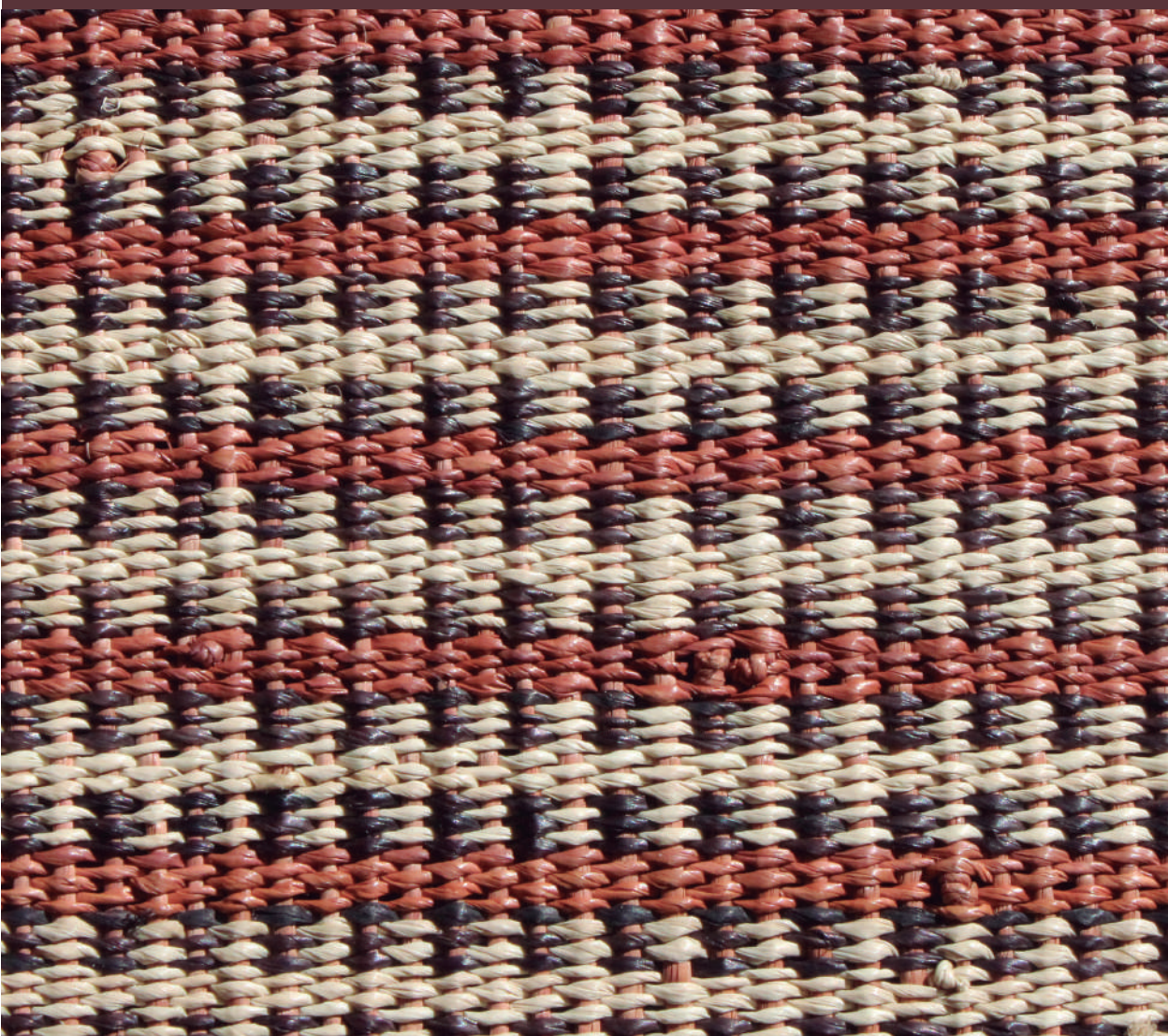
89 **La industria petrolera en la cuenca del Pastaza-Marañón y sus impactos ambientales y sociales**

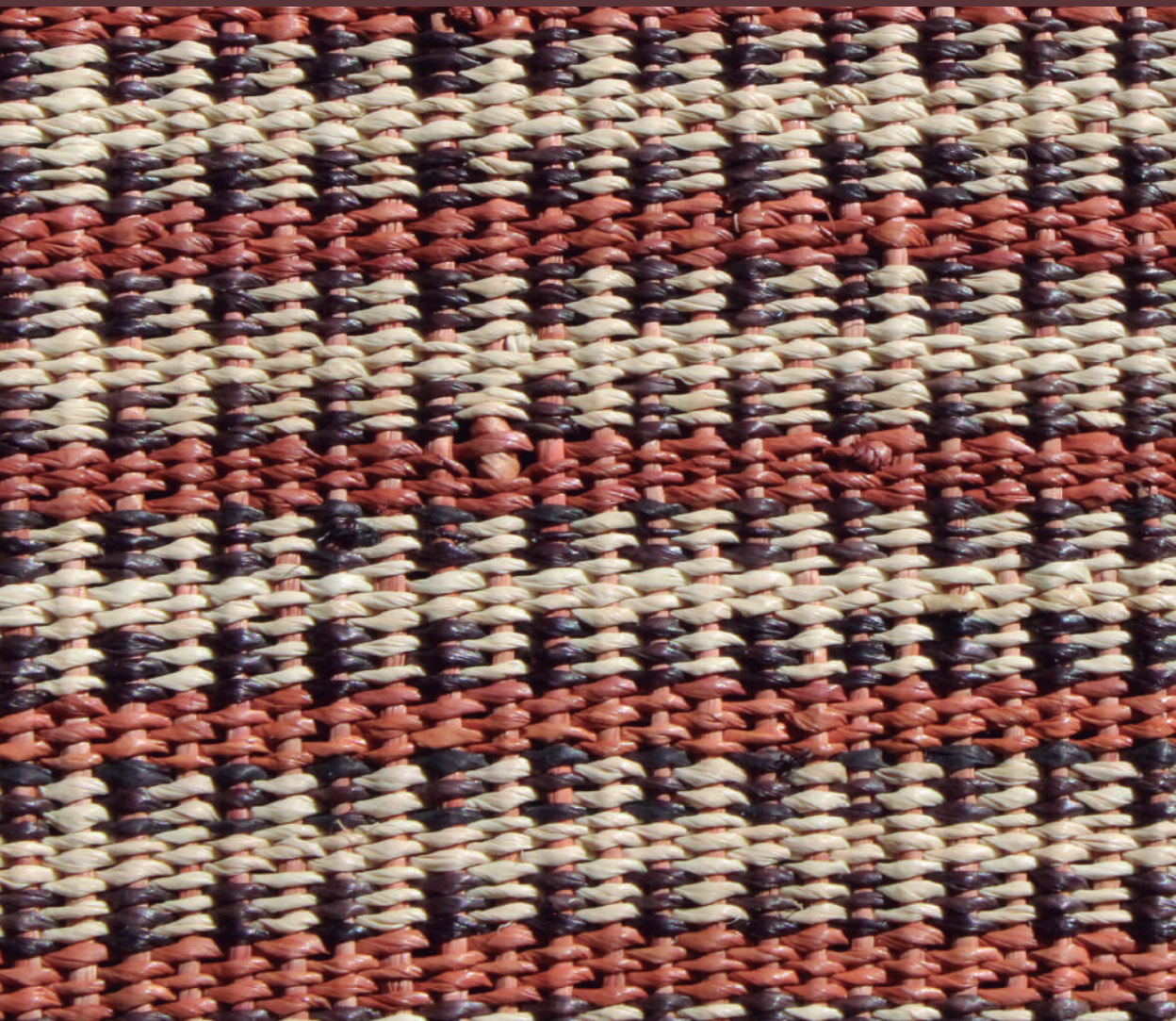
Ian T. Lawson, Nina Laurie, Christopher Schulz, Katherine H. Roucoux, Luis Andueza, Lydia E.S. Cole, Althea L. Davies, Eurídice N. Honorio Coronado, Charlotte Wheeler

- Capítulo 4**
- 111 **Subjetividad, cambio y economía extractiva en la cuenca del río Chambira**
Luis Andueza, Katherine H. Roucoux, Nina Laurie; Lydia E.S. Cole, Althea L. Davies, Ian T. Lawson; Eurídice N. Honorio Coronado, Manuel Martiín Brañas, Margarita del Águila Villacorta, Cecilia Nuñez Perez, Wendy Darlene Mozombite, Emanuele Fabiano, Charlotte Wheeler
- Capítulo 5**
- 133 **Espíritus de los humedales, conocimiento indígena y conservación en los territorios urarinas**
Emanuele Fabiano, Christopher Schulz, Manuel Martín Brañas
- Capítulo 6**
- 151 **Historia y evolución de los tejidos tradicionales del pueblo urarina**
Manuel Martín Brañas, Christopher Schulz, Juan José Palacios Vega
- Capítulo 7**
- 169 **El tejido con la fibra de aguaje en el pueblo urarina**
Margarita del Águila Villacorta, Ricardo Zárate Gómez
- Capítulo 8**
- 197 **Política, comunidad y conservación: textiles urarinas y patrimonio biocultural**
Althea L. Davies, Nina Laurie, Margarita del Águila Villacorta, Emanuele Fabiano, Manuel Martín Brañas
- 215 **Referencias bibliográficas**

3

La industria petrolera en la cuenca del Pastaza- Marañón y sus impactos ambientales y sociales





La industria petrolera en la cuenca del Pastaza-Marañón y sus impactos ambientales y sociales

Ian T. Lawson, Nina Laurie, Christopher Schulz, Katherine H. Roucoux, Luis Andueza, Lydia E.S. Cole, Althea L. Davies, Eurídice N. Honorio Coronado, Charlotte Wheeler

La industria del petróleo y el gas ha estado presente de manera importante en la Amazonía peruana desde la década de 1970. El registro histórico de esta industria, en términos de impactos ambientales y sociales, es variado. Por un lado, el petróleo ha sido un facilitador fundamental del desarrollo socioeconómico y el progreso tecnológico en todo el mundo. En Perú, como en muchos otros países, la extracción de petróleo y de gas trajo riqueza a una amplia gama de negocios relacionados con esta industria, a sus inversionistas, a los gobiernos regionales y al estado. El sector de los hidrocarburos ha proporcionado empleo remunerado a muchos miles de peruanos. Por otro lado, incluso antes del descubrimiento, en la década de 1980, de que el calentamiento global era un problema de escala global, existían preocupaciones de larga data sobre los impactos ambientales más locales de los derrames de petróleo y la contaminación del aire. Tanto los discursos públicos como los académicos, han expresado su malestar por las injusticias sociales que a veces acompañaron las acciones de la industria del petróleo y el gas. Las profundas consecuencias de la dependencia de la sociedad al petróleo y al gas aún están sujetas a mucha investigación y debate (ver, por ejemplo, Bridge y Le Billon, 2017 para una introducción crítica).

La cuenca del Chambira, situada en el complejo de humedales del Pastaza-Marañón, una zona muy rica en petróleo, ofrece una excelente oportunidad para la reflexión crítica sobre los cincuenta años de interacción de la industria petrolera con el medio ambiente y las comunidades indígenas y mestizas. La historia del petróleo es fundamental para comprender la geografía humana y ambiental de la cuenca del Chambira en la actualidad, pero su estudio también puede arrojar luz sobre las formas en las que las sociedades y los medios de vida se configuran en las fronteras extractivas, dondequiera que se encuentren. Las lecciones aprendidas serán particularmente relevantes para aquellas regiones donde la exploración del petróleo y del gas sigue vigente en la actualidad, tanto dentro como fuera del Perú (por ejemplo, en la cuenca del Congo, África: Lawson *et al.*, 2022).

La historia de la industria petrolera en Loreto

El petróleo y el gas normalmente se forman juntos en rocas sedimentarias y se acumulan (son atrapados) en las zonas donde las fallas geológicas y los plegamientos crean estructuras que evitan que migren verticalmente fuera de las rocas. A lo largo del margen oriental de los Andes, en el norte de Perú y sur de Ecuador y Colombia, una serie de cuencas geológicas contienen varios kilómetros de estratos sedimentarios que datan, en algunos lugares, del Paleozoico (ver Roucoux *et al.*, capítulo primero). Estas cuencas son localmente ricas en yacimientos de petróleo y gas y los geólogos las conocen colectivamente como la provincia del Putumayo-Oriente-Marañón.

En estas cuencas, las rocas sedimentarias marinas tienen, en algunos lugares, una edad que se remonta al Devónico (420–360 millones de años), aunque más comúnmente las rocas con reservorio de petróleo datan del Cretácico (130–66 millones de años; Higley, 2001). Aunque estos sedimentos marinos se depositaron mucho antes de la formación de la cordillera de los Andes, el levantamiento de los Andes durante el Cenozoico provocó un nuevo hundimiento, razón por la cual la cuenca del río Chambira ahora se encuentra dentro de una cuenca topográfica de 400 km de ancho (localmente denominada Pastaza-Marañón). La superficie plana de esta cuenca topográfica favorece un drenaje lento, permaneciendo gran parte de su superficie anegada y con turba (Lähteenoja *et al.*, 2009; Roucoux *et al.*, este volumen). El plegamiento y las fallas que acompañaron el levantamiento de los Andes, también crearon trampas estructurales en las rocas subyacentes a la cuenca que

acumularon petróleo y gas (Higley, 2001). Encontrar estos focos de hidrocarburos atrapados, a menudo bastante pequeños, puede ser un proceso largo y costoso. El mapeo geológico no es fácil en la cuenca del Maraón, donde apenas existen afloramientos de roca madre. La exploración petrolera se ha basado en la perforación de pozos y el uso de técnicas de prospección sísmica para mapear la geometría de los estratos.

La exploración petrolera en la cuenca del Putumayo-Oriente-Maraón la inició en 1921 (Higley, 2001) la compañía Shell, aunque el primer pozo recién se perforó en 1937 (Tschopp, 1953; Barclay, 2002). Texaco identificó zonas comercialmente viables en Orito, Colombia, en 1963, iniciándose el auge de la exploración petrolera en toda la región durante las décadas de 1960 y 1970. El primer gran hallazgo en la Amazonía peruana fue realizado en 1971 por la empresa estatal Petroperú y la privada Occidental Petroleum Corporation en el río Corrientes (Higley, 2001; San Sebastián y Hurtig, 2005; Orta-Martínez y Finer, 2010). La exploración realizada por varias empresas internacionales que utilizan líneas sísmicas 2D y perforación de prueba, aumentó rápidamente entre 1972 y 1975, junto con el desarrollo de infraestructura proporcionada por el estado (oleoductos y pozos), lo que significó el aumento considerable de la producción de petróleo durante la década siguiente (Barclay, 2002). La exploración y el desarrollo han continuado desde entonces, con fases de actividad más o menos intensa (Finer y Orta-Martínez, 2010).



Figura 1. Oleoducto atravesando territorio urarina, 2020 (Foto: Lydia Cole).

completado en 1977, transcurre desde una instalación de almacenamiento y transbordo en San José de Saramuro, en el río Marañón, hacia el oeste para cruzar los Andes. Una extensión conecta San José de Saramuro con los campos alrededor de Trompeteros y más al norte; otras ramas conectan grupos aislados de pozos, incluido el grupo conocido como 'Chambira' al suroeste de Trompeteros. En algunos lugares, particularmente al oeste de San José de Saramuro, donde el oleoducto atraviesa pantanos, el proceso de construcción involucró el dragado de un canal a lo largo del cual se transportaba el equipo en barcazas; el canal se ha mantenido hasta el día de hoy, en parte, como sumidero para evitar la propagación de derrames de petróleo (PetroPerú, 2021). En terrenos más firmes, la tubería descansa directamente o se eleva sobre la superficie del suelo y se mantiene un corredor libre de árboles para facilitar el mantenimiento. El oleoducto solo transporta petróleo crudo y no existe un oleoducto equivalente para el gas natural.

Aunque su influencia ha disminuido con el tiempo, la industria petrolera sigue siendo un elemento importante en la sociedad y economía de Loreto. El mantenimiento de la infraestructura obsoleta, de manera particular la del oleoducto, parece ser un desafío creciente, como lo demuestra la gran cantidad de derrames reportados. Por otro lado, algunos de los derrames de petróleo han sido atribuidos por algunos medios de prensa al sabotaje de quienes buscan obtener compensación o trabajo remunerado para remediar el derrame (El Montonero, 2019; Andina, 2022; El Comercio, 2022). La infraestructura petrolera también se ha convertido en un foco de malestar social, ya que es relativamente vulnerable a la acción directa destinada a forzar el cambio político (p. ej., Bnamericas, 2023; Peru Support Group, 2023).

Un desarrollo importante en los últimos quince años ha sido el reconocimiento, a nivel nacional e internacional, de que la cuenca del Pastaza-Marañón es un *hotspot* para el almacenamiento de carbono en el suelo (Freitas *et al.*, 2006; Lähteenoja *et al.*, 2009; Draper *et al.*, 2014; Hastie *et al.*, 2022; Roucoux *et al.*, este volumen; Honorio Coronado *et al.*, en este volumen). Es probable que esta parte del Perú contenga tanto carbono en sus suelos de turba como el almacenado en la biomasa de la mitad de los bosques de todo el país (Hastie *et al.*, 2022). El gobierno nacional está cada vez más interesado en el papel potencial de la gestión y conservación de las turberas para ayudar al país a cumplir con sus obligaciones de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el calentamiento global antropogénico, paradójicamente, al mismo tiempo que se beneficia económicamente de la producción de combustibles fósiles en la misma región.

La Figura 2 muestra los impactos espaciales de la industria petrolera, tanto directos como indirectos, en la cuenca del Chambira y sus alrededores, desde la década de 1970. La infraestructura incluye las numerosas plataformas que se construyen en los pozos, el Oleoducto Nor Peruano y sus estaciones de bombeo y almacenamiento, el pueblo de Trompeteros y su aeródromo, así como los muelles en Trompeteros y San José de Saramuro. Algunos de los sitios están conectados por caminos, pero, en general, ha existido poca construcción de caminos en los humedales de la cuenca del Pastaza-Marañón, en contraste con muchas otras áreas de extracción de petróleo amazónico (por ejemplo, en el Lote 192 alrededor de Andoas y al norte de Trompeteros, cerca del río Corrientes).

Los “lotes” contratados para la extracción y exploración de petróleo se extienden considerablemente más allá de la infraestructura física. Los registros públicos disponibles indican que se realizaron estudios sísmicos, principalmente durante las décadas de 1970 y 1980, a lo largo de líneas subparalelas espaciadas entre 5 y 10 km en toda la cuenca del Pastaza-Marañón (PeruPetro, 2022).

Las ubicaciones de los derrames registrados formalmente durante el período 2011-2019, están marcadas en la Figura 2 (datos de Environmental Assessment and Enforcement Agency/InfraAmazonia, 2021). En toda la región, se han producido derrames en los sitios de producción, almacenamiento y transbordo a lo largo de las tuberías. Se sabe que en el pasado el agua producida (salmuera de pozo) se vertía deliberadamente en los sistemas fluviales en grandes cantidades en otros sitios de la Amazonía peruana (Mocquet *et al.*, 2014, y ver más abajo), pero no está claro en qué medida esto ocurrió en el Lote 8.

En la siguiente sección, abordaremos con más detalle los impactos ambientales de la industria petrolera en la cuenca del Pastaza-Marañón, antes de considerar sus consecuencias sociales y socioeconómicas.

Impactos ambientales

Los principales efectos de la industria del petróleo y el gas sobre el medio ambiente natural se pueden agrupar en cuatro categorías: derrames de petróleo; vertido de las aguas producidas; deforestación y degradación del hábitat; y efectos sobre el suelo y el almacenamiento de carbono en la biomasa.

Derrames de petróleo

El petróleo crudo es un material natural, pero su vertido puede ser muy dañino para los organismos vivos. Sus efectos pueden ser agudos o crónicos. Los efectos agudos generalmente provienen de la acumulación de sustancias tóxicas como metales pesados (p. ej., cadmio, mercurio) o moléculas orgánicas (p. ej., bencenos y fenoles), pero también pueden surgir de efectos más físicos: una capa de aceite en el agua puede impedir el intercambio de oxígeno con la atmósfera, haciendo que los ecosistemas acuáticos se vuelvan anóxicos; las aves cubiertas con petróleo crudo pueden sufrir hipotermia; los estomas de las plantas y los neumatóforos (raíces para el intercambio gaseoso) se bloquean. Los efectos más crónicos a largo plazo generalmente involucran la alteración de la bioquímica del organismo, por ejemplo, al interferir con la fotosíntesis o el proceso reproductivo (por ejemplo, Shales *et al.*, 1989; Baker, 1991; Urich *et al.*, 2008; Kochhann *et al.*, 2013; Arellano *et al.*, 2015, 2017). El petróleo se degradará o “meteorizará” con el tiempo, pero en algunos casos (dependiendo de la naturaleza del derrame, la dinámica de población de los organismos afectados y las propiedades físicas y químicas del suelo), la recuperación total de un ecosistema contaminado por petróleo puede prolongarse por décadas (Wang *et al.*, 1998; Kingston, 2002).

Los derrames de petróleo informados fueron registrados en primera instancia por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERMIN (1977-2010) y luego por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA (2011-2019). Algunos de estos registros son públicos (InfraAmazonia, 2021). De estos registros se desprende claramente que los derrames de petróleo ocurren regularmente: se registraron 192 derrames, con un total de 17 760 barriles de petróleo vertidos en la cuenca del Pastaza-Marañón entre 2011 y 2019 (Lawson *et al.*, 2022; un barril estándar de petróleo equivale a 159 litros). Las consecuencias de algunos de estos derrames han sido descritas y documentadas por periodistas (p. ej., Fraser, 2016) y científicos (p. ej., e-tech International, 2014). Los efectos agudos incluyen la muerte de peces, comprometiendo uno de los componentes de los medios de vida de subsistencia en la región (p. ej., Fraser, 2014, s.f.; Azevedo-Santos *et al.*, 2021). Los efectos más crónicos no han sido tan documentados en la cuenca del Pastaza-Marañón, pero otros trabajos en la región han documentado la muerte de vegetación en áreas extensas. En el Lote 192, sobre el río Corrientes, entre 1986 y 2005, se perdieron alrededor de 12 000 ha de cobertura forestal, en su mayoría debido a derrames de petróleo (Palacios Vega *et*

al., 2019). Arellano *et al.* (2017) documentaron efectos similares de los derrames de petróleo sobre la vegetación forestal en Ecuador.

El hecho de que la cuenca del Chambira sea un complejo de humedales, probablemente la hace especialmente vulnerable a la contaminación por petróleo, debido a que este se esparce fácilmente en el agua. También es probable que la acumulación de turba en los suelos sea otro factor de vulnerabilidad, debido a que el petróleo puede persistir durante mucho tiempo en condiciones anóxicas dentro de la turba y regresar a la superficie si el nivel freático aumenta (Wang *et al.*, 1998). Los informantes urarinas han reportado la reaparición de petróleo en ríos y lagos durante la época en las que el agua está en su nivel más alto, mucho después de ocurrido un derrame, lo que posiblemente refleja esta acumulación; también informaron de la desnutrición de los peces, que vincularon con los derrames de petróleo (Manuel Martín, com. pers. y datos de entrevistas no publicados).

Agua producida

Un subproducto de la perforación en busca de petróleo es el “agua producida” o “salmuera de pozo”, generalmente una combinación de agua salada que se mezcló con el petróleo a medida que este se formaba, pero también de varios fluidos que se inyectan intencionalmente en el pozo para facilitar la perforación y la extracción del crudo. El agua producida puede ser mucho más abundante que el propio petróleo. Con frecuencia es rica no solo en sales como el cloruro de sodio, sino también en metales pesados como el plomo y el cadmio, así como en hidrocarburos. No hace muchos años el agua producida simplemente se vertía en el sistema fluvial. Se estima que unos 408 millones de barriles de agua producida se vertieron en la cuenca del Marañón durante el año 2006, cuando la práctica extractiva estaba en su apogeo (León y Zuñiga, 2020). En un importante metanálisis de muestras de agua, Yusta-García *et al.* (2017) mostraron que los límites legales de contaminantes en los ríos del Perú fueron excedidos habitualmente. Desde el año 2009 se ha solicitado a las empresas petroleras en el Perú que eliminen el agua producida de manera más responsable, a menudo reinyectándola en el pozo de petróleo, pero todavía ocurren derrames accidentales (León y Zuñiga, 2020); oficialmente, durante el periodo 2011-2019, se registraron vertidos equivalentes a 1100 barriles de petróleo (InfraAmazonia, 2021).

Las consecuencias ecológicas de la contaminación de los cursos de agua y las llanuras aluviales por el agua producida no son plenamente comprendidas. Se ha demostrado que las altas concentraciones de algunos de los componentes

del agua producida pueden ser letales para los peces y se cree que los contaminantes como los metales pesados se han propagado ampliamente a través de las redes alimentarias acuáticas (García, 1995), incluidos los peces que son fuente de proteína para las comunidades locales (Okamoto y Leifsen, 2012; Azevedo-Santos *et al.*, 2021). Se han registrado mamíferos terrestres que usan los suelos donde se produjeron los derrames como sustitutos de las collpas o lamederos de sal, lo que puede proporcionar otro punto de entrada para que los contaminantes ingresen en las redes alimentarias (Orta-Martínez *et al.*, 2018).

Deforestación y degradación del hábitat forestal

La deforestación y la degradación del hábitat ocurren inevitablemente en los lugares donde se instala la infraestructura petrolera, por ejemplo, en las plataformas de los pozos, instalaciones de almacenamiento y a lo largo de los oleoductos. En los humedales de la cuenca del Pastaza-Marañón, la construcción de carreteras, un catalizador clave de la inmigración y la degradación del hábitat (Laurance, 1999, 2013), ha sido poco frecuente, presumiblemente debido a lo complicado del terreno y a la relativa rentabilidad del transporte por río (aunque también se han utilizado habitualmente helicópteros y aviones). La limitada construcción de carreteras en los humedales contrasta fuertemente con las decenas de kilómetros de carreteras y caminos desarrollados más al norte en tierras no inundables, en el Lote 192.

Si bien, la deforestación permanente y la degradación del hábitat están relativamente restringidas en el río Chambira y sus alrededores, el proceso de exploración en busca de petróleo ha tenido impactos más generalizados. Una técnica clave en la exploración de petróleo es el estudio sísmico, que tradicionalmente implica la ejecución de varios transectos paralelos en el paisaje, registrando la vibración (generada al desencadenar pequeñas explosiones) para revelar la estructura de las rocas debajo de la superficie. Codeto *et al.* (2019) estimaron que se han realizado un total de 462 000 km de levantamientos en la Amazonía occidental. Ahora se intentan limitar los impactos ecológicos de los estudios sísmicos, por ejemplo, proporcionando equipos en helicóptero, eliminando todos los desechos, limitando el ancho de los senderos que atraviesan la vegetación y evitando la tala de árboles grandes (CEPSA, 2012). No obstante, abrir transectos a través de los bosques de los humedales remotos constituye una forma de degradación del hábitat y es probable que la escala de perturbación haya sido considerable. Yusta *et al.* (2015: 103) estimaron que en solo una parte de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, inmediatamente al

sur de la cuenca del Chambira, se perdieron unas 800 ha de cobertura forestal y otras 35 000 ha fueron sometidas a formas menores de perturbación y degradación. Se desconoce hasta qué punto estos impactos han perdurado hasta nuestros días.

En la medida en que la industria petrolera ha contribuido con la inmigración, es probable que también haya contribuido con la sobreexplotación y el agotamiento de recursos como la pesca, la caza, la madera y los frutos del bosque (que se analizan más adelante).

Impactos en el suelo y el almacenamiento de carbono en la biomasa

Hoy en día se reconoce que hay una cantidad sustancial de carbono, unos tres mil millones de toneladas, almacenada en los suelos de turba de la cuenca del Pastaza-Marañón (Draper *et al.*, 2014; Hastie *et al.*, 2022). Es razonable, por tanto, cuestionar si la industria petrolera podría tener un efecto directo en la desestabilización de estas reservas de carbono, tal vez provocando emisiones no intencionales de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, a la atmósfera. Sin embargo, parece que no hay datos publicados sobre los efectos que las actividades de la industria petrolera tendrían en el almacenamiento y secuestro de carbono en el suelo de la cuenca del Pastaza-Marañón. Podemos especular que algunas intervenciones, como la excavación de canales a través de los pantanos de turba, habrían tenido un efecto en la hidrología de las turberas, desviando la escorrentía y los caudales de los ríos, influyendo en el movimiento de los sedimentos, acelerando el drenaje, bajando el nivel freático y provocando mayores tasas de oxidación de la turba (cf. Kelly *et al.*, 2013). Asimismo, la degradación forestal a lo largo de las rutas de los oleoductos y los estudios sísmicos podrían disminuir la entrada de materia orgánica en las turberas, lo que afectaría negativamente al balance de carbono, aunque, de manera especial, en el caso de los estudios sísmicos, los efectos puedan no ser duraderos (ver discusión en Lawson *et al.*, 2022). Existe la necesidad urgente de establecer el alcance y la escala espacial de cualquier degradación de los suelos de turba, que son una importante característica de la cuenca del Chambira y los humedales circundantes.

Impactos sociales

Los impactos ambientales discutidos anteriormente tienen consecuencias directas para los medios de vida basados en la subsistencia, ya que dependen en gran medida de los animales silvestres, las plantas, el agua y el suelo. Pero la industria del petróleo y el gas ha tenido otras consecuencias de gran alcance para la sociedad y la cultura, que exploramos a continuación. Primero analizaremos las implicaciones para la renta y los impuestos, la provisión de trabajo y la inmigración resultante. Luego observaremos las formas en que la industria del petróleo y el gas han generado conflictos y consideraremos un estudio de caso de cambio cultural en una comunidad urarina de la cuenca del Chambira.

Renta e impuestos

Tras el auge de la exploración amazónica de la década de 1960 y la inversión para la construcción de oleoductos a fines de la década de 1970, los beneficios económicos generados por la industria petrolera comenzaron a fluctuar en el Perú. Las rentas petroleras (ingresos brutos menos el costo de producción del petróleo como porcentaje del Producto Bruto Interno [PBI]) alcanzaron un máximo de 10 % en 1980, pero disminuyeron rápidamente durante la siguiente década. Para 1990 representaban solo el 3,2 % del PIB y se desplomaron a menos del 0,4 % a partir de 2013 (Banco Mundial, 2023a). Si bien, el nivel registrado para el 2020 (0,18%) estuvo por debajo del promedio mundial de ese año (2,12%), este porcentaje sin embargo representa un ingreso considerable, dado que el PBI del Perú fue de \$201,7 billones en el 2020 (Banco Mundial, 2023b). El canon petrolero (impuestos, regalías y redistribución fiscal a las áreas donde se realiza la extracción) exige que un porcentaje de las ganancias petroleras se devuelvan a nivel regional para invertir en desarrollo social y económico. Sin embargo, Perú ha sido acusado de no controlar adecuadamente los ingresos petroleros, ni de informar oportunamente sobre los impactos de la extracción (Oxfam International, 2018). Los críticos también cuestionan la equidad de las distribuciones. En el caso de Loreto, la región recibe el 15 % del valor total de su producción petrolera, más el 3,75 % de la realizada en Ucayali, que antiguamente formaba parte de Loreto (ACP, 2019). Actualmente, más de la mitad de estos ingresos permanecen a nivel del gobierno regional, mientras que la asignación entre los gobiernos municipales locales es desigual. Como resultado, la inversión y el poder político se concentran en las áreas urbanas y sus alrededores,

especialmente en Iquitos (Andueza *et al.*, sometido), que a su vez se convierten en puntos focales para la inmigración.

Trabajar en y alrededor de la industria petrolera

La inmigración a los lugares donde se produce petróleo es provocada por los ingresos y las oportunidades de empleo que estos lugares parecen ofrecer. A pesar de las esperanzas de trabajo asalariado con beneficios, las oportunidades laborales para las comunidades locales en la industria petrolera son limitadas. El trabajo que se ofrece es poco calificado y en gran parte es exclusivo para los hombres. Un profundo estudio de caso sobre las dimensiones de género en los procesos de extracción de petróleo y gas, realizado en tres países por el Banco Mundial (Scott *et al.*, 2013), indicó que los hombres locales recibían salarios más bajos que los de afuera. Se encontró que los recién llegados (incluidos los que van y vienen regularmente por períodos breves) eran especialistas, mientras que la mano de obra local se etiquetaba como "no calificada" y se requería que trabajara turnos de medio día con horas extra no remuneradas. Rara vez se renovaban los contratos de quienes presentaban quejas. Las oportunidades para las mujeres locales eran reducidas y principalmente implicaban tareas no calificadas, como la limpieza, según las necesidades. Los resultados de los grupos focales realizados en algunas comunidades evidenciaron que las mujeres locales fueron estigmatizadas injustamente como "débiles" (Scott *et al.*, 2013). Tales estereotipos funcionan para confinar a las mujeres a trabajos deficientes en el sector informal. Estas construcciones, a menudo racializadas, reflejan geografías de estigmatización de género más amplias, que operan para excluir a grupos específicos de mujeres para no ser consideradas como actores del desarrollo, haciéndolas vulnerables a la explotación (Laurie y Richardson, 2021). Como en otros muchos lugares de extracción a nivel mundial, ya sea en torno a la minería o a los hidrocarburos, el Perú amazónico también ha sufrido un aumento en el tráfico de mujeres y en la prostitución (Molony, 2020; Orta-Martínez, 2007). Para algunas comunidades indígenas, el potencial de ingresos de las empresas petroleras ha incluido en ocasiones la posibilidad de negociación directa sobre reparaciones y compensaciones sociales y económicas después de los derrames de petróleo en sus territorios.

Inmigración y medios de vida para la subsistencia

La industria del petróleo y el gas no es el único elemento que impulsa la inmigración a las regiones amazónicas del Perú, pero ciertamente ha contribuido mucho. Con el aumento de la inmigración, que genera presión sobre

los recursos, pobreza, pérdida de la biodiversidad e impactos ambientales por la tala y la minería, las poblaciones no pueden obtener suficientes alimentos ricos en nutrientes. Durante los últimos cincuenta años, los recursos silvestres, especialmente aquellos que se encontraban alrededor de las comunidades mestizas, se han agotado (Schulz *et al.*, 2019). Estos recursos incluyen palmeras frutales, árboles maderables, peces, caimanes, monos, tapires y aves. Muchos pobladores locales reconocen que la pérdida de biodiversidad resultante es una amenaza para la sostenibilidad de sus medios de vida y contribuye a una crisis más amplia de desnutrición y anemia. Unido a las dinámicas sociales de cambio, en donde los alimentos tradicionales ya no se consumen o no están disponibles para su consumo, este escenario ha empeorado la ingesta de hierro en las dietas. Los datos sobre los niveles de anemia de la población en la región amazónica sugieren que el 20 % de los niños menores de cinco años presentan desnutrición crónica y el 51,2 % padecen anemia, clasificando a la región, según la OMS, como una zona de anemia severa (Delgado, 2018). La anemia tiene consecuencias a largo plazo para toda la comunidad. La deficiencia de hierro aumenta el riesgo de mortalidad materna e infantil, así como la susceptibilidad a infecciones, incluidas infecciones respiratorias, partos prematuros y bajo peso al nacer. Estas condiciones subyacentes fueron un factor clave en el severo impacto que tuvo la pandemia del Covid-19 en Loreto, por ejemplo, en la provincia del Datem del Marañón (Andina, 2022).

Conflictos sociales

Las protestas sociales en contra de las industrias extractivas han crecido exponencialmente en los últimos años en Perú, constituyendo la mayoría de los conflictos sociales registrados por la Defensoría del Pueblo. Si bien, la minería encabeza la lista, los hidrocarburos también predominan. Según fuentes del sector, citando estadísticas recientes de la Defensoría del Pueblo, a junio del 2022 se registraban 102 conflictos socioambientales activos, de los cuales 24 estaban relacionados con hidrocarburos y 66 con minería (Bnamericas, 2022). Hay una geografía en estos conflictos, con protestas por los derrames de petróleo que dominan en la Amazonía, donde se han concentrado alrededor del Oleoducto Norperuano, incluso durante la reciente ola de protesta social generalizada en Perú que comenzó a fines del 2022 (Peru Support Group, 2023). Las comunidades urarinas de la zona del Chambira protestaron masivamente por primera vez en el 2022, denunciando los severos impactos que repetidos derrames de petróleo habían ocasionado en la salud de su gente. Se movilizaron a través de la Federación de Pueblos Indígenas Urarinas del río

Chambira (FEPIURCHA), fundada el año 2021. Su causa logró una amplia cobertura en octubre del 2022, luego de que en la comunidad de Cuninico se retuviera a una embarcación que transportaba visitantes internacionales (Cursino y Nimoni, 2022). Los líderes urarinas llevaron su protesta a Lima en noviembre del 2022, como miembros de la Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDSESP), una de las asociaciones indígenas más grandes del Perú (con 109 federaciones locales en sus bases) (AIDSESP, 2023).

Estas recientes protestas son solo las últimas de una larga serie de conflictos centrados en las injusticias ejercidas por la industria del petróleo y el gas en las comunidades locales. Soria (2004) realiza un relato fascinante de la historia de las protestas contra las concesiones petroleras en la Reserva Nacional Pacaya Samiria a fines de la década de 1980 y principios de la de 1990. Para la década de 1980, las investigaciones científicas realizadas por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (entre otros) habían comenzado a brindar datos sobre la contaminación producida por la industria petrolera (García, 1995; Okamoto y Leifsen, 2012). Estas evidencias alimentaron las preocupaciones de las ONG ambientalistas, que se unieron a los grupos indígenas para impugnar los planes del gobierno de otorgar una nueva concesión, el Lote 61, que sería operado por Texas Crude Exploration Inc. En una aplicación temprana del concepto de valoración económica de los servicios ecosistémicos, las ONG presentaron un caso convincente de que el valor monetario de la pesca y la madera en la concesión en su estado no contaminado, superaba con creces los ingresos que se obtendrían por la extracción de petróleo. El descontento llegó incluso hasta Iquitos, donde se organizó una paralización general. Eventualmente, frente a esta oposición bien organizada, Texas Crude se retiró de la concesión planificada y las leyes de inversión del Perú fueron reescritas, incorporando los conceptos de evaluación del impacto ambiental y los costos de remediación (Soria, 2004). Podría decirse que, por lo tanto, el petróleo en Loreto funcionó durante mucho tiempo como un punto focal para la organización y alianza de grupos defensores de los derechos ambientales e indígenas en el Perú, con efectos duraderos y generalizados hasta el día de hoy.

Contaminación y salud

Ha existido una preocupación de larga data sobre el impacto de los derrames de petróleo y el agua producida en la salud de los humanos, ya sea a través del contacto directo (por ejemplo, Fraser, 2016), a través de la ingesta de agua

(Yusta-García *et al.*, 2017), el consumo de pescado contaminado (Azevedo-Santos *et al.*, 2021) o el consumo de carne (Orta-Martínez *et al.*, 2018; véase también Okamoto y Leifsen, 2012). Las comunidades amazónicas afectadas por la contaminación por petróleo han reportado una amplia gama de efectos en la salud, desde fatiga, dolores de cabeza y erupciones cutáneas, hasta tasas elevadas de morbilidad, aumento de la tasa de abortos y cánceres (San Sebastián y Hurtig, 2004). Yusta-García *et al.* (2017) discutieron la posible relación entre los altos niveles de cadmio y plomo en la sangre informados en los niños achuar que viven en el río Corrientes y la evidencia firme de la contaminación generalizada por estos y otros metales debido al vertido de agua producida, pero concluyeron que sería necesario seguir trabajando para demostrar un nexo causal, dado lo limitado de los datos existentes.

Cambio cultural: estudio de caso de Nueva Unión

La industria petrolera ha tenido un importante impacto en una comunidad indígena en particular, Nueva Unión. Esta comunidad tomó la decisión de mudarse de una posición remota río arriba (Vieja Nueva Unión) a una posición cercana a la instalación de bombeo del oleoducto entre 2018 y 2019. Aunque la búsqueda de nuevos lugares de asentamiento es una actividad común entre las comunidades urarinas (Martín Brañas *et al.*, en este volumen), esta última reubicación generó un cambio económico, político y cultural rápido y pronunciado para la comunidad, un microcosmos de los patrones y procesos que tienen lugar de manera más amplia en gran parte de la cuenca amazónica. Con el traslado a una nueva ubicación, la comunidad de Nueva Unión experimentó un cambio radical en las relaciones, actividades y materiales que constituyen su vida cotidiana. Si anteriormente tenían acceso directo a ecosistemas ricos en recursos, incluida la tierra apta para el cultivo, el nuevo escenario proporcionó un acceso muy limitado a la tierra cultivable y las relaciones con el estado y la compañía petrolera se convirtieron en una preocupación más central. Este cambio se produjo en un contexto en el que la economía monetaria emergente había comenzado a afianzarse en la comunidad durante la década anterior. El aumento de intercambios entre las comunidades y los asentamientos urbanos más grandes, ayudó a monetizar las relaciones con los comerciantes mestizos (Andueza *et al.*, sometido). La razón de peso para la reubicación fue facilitar la interacción con la compañía petrolera para exigir compensación y remediación de los derrames de petróleo. También para favorecer la recaudación de fondos de apoyo del gobierno. La reubicación significó un cambio fundamental en las actividades cotidianas; se

necesitaba dinero en efectivo para comprar alimentos y las relaciones de poder entre los miembros de la comunidad cambiaron. Sin tierras cercanas aptas para el cultivo, las mujeres se vieron privadas de sus roles clave en la producción de alimentos (cuidado de los cultivos), mientras que el poder relativo de los hombres (que ahora estaban más involucrados en el trabajo asalariado y la negociación política) aumentó.

Estos cambios concretos en la ubicación y la forma de vida de una comunidad en particular, pueden vincularse con ajustes más sutiles en la cultura urarina, en una búsqueda permanente para adaptarse al cambio introducido por la industria petrolera. Fabiano (2021) da cuenta de uno de esos ajustes. Los urarina tienen una cosmovisión compleja que es única para su pueblo y sirve como base cultural para sus actividades. Si bien, comparte muchos elementos con los pueblos indígenas vecinos e incluso con el cristianismo (resultado de una actividad misionera anterior), los urarina mantienen una fuerte identidad étnica. Las mujeres urarina, en particular, son guardianas de la cultura urarina, ya que muchas mujeres solo hablan la lengua urarina, mientras que la mayoría de los hombres son bilingües (Schulz *et al.*, 2019b). Una característica central de la cosmovisión urarina es la existencia de espíritus en diferentes partes de su entorno, como lagos, árboles, ecosistemas o especies específicas. Estos espíritus tienen un estado ontológico similar al de los humanos y los animales: forman colectivos por derecho propio, pueden vivir en sus propias comunidades espirituales y pueden ser un riesgo para los humanos si son molestados o no cumplen con las normas previamente establecidas. Algunos espíritus también consideran a los humanos como presas y, por lo tanto, deben ser evitados (Fabiano *et al.*, 2021).

Investigaciones etnográficas recientes realizadas en la cuenca del río Chambira han demostrado que los espíritus también se pueden encontrar en las características modernas del paisaje, como la infraestructura física asociada con la exploración petrolera (Fabiano 2021). Los oleoductos, en particular, están asociados con *petruliu nijniaeene* (espíritus del petróleo), que utilizan estas infraestructuras para moverse por el territorio. Los tanques de petróleo son espacios de alta concentración de estos espíritus del petróleo, lo que puede dar lugar a conflictos y agresiones entre ellos. Los espíritus del petróleo se llevan bien con los visitantes no indígenas, como los ingenieros petroleros o los representantes gubernamentales. Sin embargo, los urarina pueden tener dificultades para comunicarse con ellos e incluso si los alteran pueden ser atacados con una enfermedad del petróleo. Los niños urarina están particularmente en riesgo. En esta cosmovisión, los derrames de petróleo pueden interpretarse como resultado

del movimiento frecuente de espíritus petroleros a través de los oleoductos, así como de su enojo por la interrupción causada por la exploración petrolera. Se dice que su verdadero hogar está en un mundo subterráneo, no accesible para los humanos (Fabiano, 2021).

Si bien, algunas partes de la cultura urarina son conocidas por todos los miembros de la comunidad, también existe una gran herencia de cuentos y conocimientos ancestrales que corren el riesgo de perderse entre las generaciones más jóvenes. Las interacciones cada vez más estrechas entre los urarina y la industria petrolera pueden poner en riesgo su patrimonio cultural, a pesar de los recientes esfuerzos para conservarlos de forma escrita (Fabiano *et al.*, 2022).

Mientras que la integración del petróleo en la cosmología urarina ejemplifica la adaptación con continuidad entre la tradición y la modernidad, los cambios recientes en Nueva Unión parecen representar una ruptura entre el pasado y el futuro. Los profundos cambios provocados por el reasentamiento ponen de relieve las profundas tensiones de esta comunidad urarina: la tensión entre la independencia (reflejada en el antiguo asentamiento y los medios de subsistencia basados en los recursos proporcionados por los humedales) y la dependencia (reflejada en el nuevo asentamiento y la dependencia del dinero, comercio e interacción con el Estado y empresas privadas); entre generaciones (la generación mayor tiende a preferir una existencia más aislada y autónoma, frente a la generación más joven y más educada, muchos de los cuales han estudiado en pueblos y ciudades y tienen expectativas económicas diferentes a las de sus mayores); y entre géneros (ya que las mujeres experimentaron una pérdida de estatus y poder a través de la pérdida de sus chacras). La reubicación representa un cambio de prioridades que podría, si persisten las nuevas prioridades, conducir a un cambio a largo plazo en los usos y valores de los ecosistemas (cf. Schulz *et al.*, 2019b). La nueva forma de vida y los cambios políticos tienen el potencial de desestabilizar los valores, conocimientos y capacidades ecológicos y culturales arraigados, e interrumpir la transmisión de estos conocimientos a las nuevas generaciones, haciéndolas menos capaces de "regresar" a su forma de vida anterior, como lo han hecho después de los cambios de ubicación y la relación con foráneos en el pasado.

Situando las historias sobre la Amazonía en el amplio imaginario del desarrollo

El *boom* petrolero en la Amazonía peruana representa la irrupción, desde la década de 1970, de una nueva forma de explotación del medio ambiente, nuevos tipos de infraestructura, nuevas amenazas y oportunidades. Dicho esto, muchos autores han señalado la naturaleza cíclica de los *booms* de los recursos en la Amazonía, estableciendo paralelismos entre el *boom* petrolero y el *boom* del caucho de finales del siglo XIX y principios del XX en Loreto (p. ej., Coomes, 1995; Hvalkof, 2000). Las comunidades urarinas de la cuenca del Chambira han pasado por fases previas de integración a sistemas de explotación que primero fueron patronales, luego estuvieron basados en la economía de mercado y finalmente relacionados al impulso del grupo misionero evangélico The Summer School of Linguistics en la década de 1960 (Fabiano, 2018). Por lo tanto, aunque la industria del petróleo y el gas sea distintiva en su carácter y efectos, puede considerarse como parte de una narrativa a más largo plazo de integración de la Amazonía occidental en los mercados mundiales.

A escala continental, el Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN) juega un papel clave en la conexión de los grandes corredores de infraestructura a través de la Amazonía, incluido el que se extiende desde la costa de Brasil, a través del norte de la Amazonía, hasta la costa peruana donde desemboca el Oleoducto Norperuano en el puerto de Bayovar (Bebbington *et al.*, 2020). Hay planes en marcha para la construcción de nuevas carreteras, vías fluviales, puertos, represas y otra infraestructura de apoyo a las industrias extractivas y la expansión de las áreas urbanas. Si bien, el acceso a la infraestructura, a través de estos corredores a gran escala, puede producir crecimiento y mejorar el bienestar humano (Bebbington *et al.*, 2020: 21830), es importante que la mirada del desarrollo no se centre de manera exclusiva a gran escala, sino que haga visibles estas historias “provinciales” que cuentan cómo se están erosionando los medios de vida y la estabilidad ecológica, especialmente para los pueblos indígenas, a través de cuyos territorios pasan estos corredores.

Conclusiones

Este capítulo ha analizado los impactos de la industria petrolera en el medio ambiente y la sociedad en la cuenca del Chambira. Necesariamente, hemos

gastado la mayor parte de nuestras palabras en relatar los efectos negativos: contaminación, degradación del hábitat y perturbación social. Tal vez sea inevitable que, cuando se extrae un recurso, estos impactos negativos se apliquen con mayor fuerza cerca de los lugares de extracción, mientras que los beneficios positivos se sientan más lejos, en los pueblos y ciudades donde se financia la industria y donde se consume el petróleo. El petróleo en Loreto no ha demostrado ser una “maldición para los recursos” (Watts, 2004) en la misma medida en que lo ha hecho, por ejemplo, en el delta del Níger, donde se le atribuye haber alimentado la violencia y la inestabilidad de forma endémica. La industria petrolera ha traído empleos y dinero a Loreto y podría decirse que ha sido un pilar clave en el desarrollo socioeconómico de la región. No es casualidad que en el logo del Gobierno Regional de Loreto aparezca con orgullo una torre de perforación petrolera. No obstante, como hemos demostrado, la industria petrolera ha sido, en el mejor de los casos, una bendición a medias y para muchos ecosistemas y comunidades sus actividades han demostrado repetidamente ser dañinas y perturbadoras.

Es una paradoja sorprendente que, hoy en día, se invierta tanto esfuerzo y dinero en tratar de proteger el carbono almacenado en la turba, exactamente en la misma región donde el carbono fósil se extrae deliberadamente del suelo para ser quemado como combustible. Esta no es una situación única: la protección ambiental y el daño ambiental chocan entre sí en todo el mundo, pero la evidente irracionalidad de esta situación de despilfarro, en la que los ingresos nacionales generados por la producción de petróleo se gastan para tratar de mitigar el daño causado por ese mismo acto de producción, podría convertirse en un foco útil para las conversaciones nacionales e internacionales sobre la interacción entre la mitigación del cambio climático y el desarrollo socioeconómico sostenible.

La industria petrolera ha estado operando a gran escala en la cuenca del Pastaza-Marañón durante más de medio siglo, pero aún continúa provocando cambios, como lo hemos evidenciado con la reubicación de Nueva Unión. Tal vez sea sorprendente que se siga desarrollando infraestructura que tiene como base las instalaciones establecidas hace tanto tiempo. Una preocupación es que, a medida que la infraestructura envejece, con menos incentivos para poder invertir en su renovación, los accidentes, los derrames y la contaminación podrían volverse más frecuentes. Por otro lado, la gobernanza, las regulaciones ambientales y el monitoreo se han fortalecido progresivamente con el tiempo, en parte como resultado directo de los conflictos centrados en los campamentos petroleros de Loreto. En un mundo más conectado, salpicado de antenas

de telefonía móvil, es cada vez más fácil sacar a la luz las prácticas inseguras, los derrames de petróleo, la muerte de peces, las alarmas sanitarias y los cambios sociales, incluso en regiones geográficamente remotas e inaccesibles. Las comunidades locales quizás estén mejor equipadas ahora para organizarse, monitorear su propio entorno y desafiar a las empresas petroleras y al estado cuando sea necesario, todo lo cual da esperanza para el futuro.

Agradecimientos

Agradecemos la financiación de Leverhulme Trust, el Scottish Research Council, la Universidad de St Andrews y el Natural Environment Research Council (subvención n.º RPG-2018-306, NE/R000751/1, NE/R016860/1, NE/ V018760/1).