

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y PETRÓLEOS

ZONAS NÚCLEO EN LA RESERVA DE BIÓSFERA YASUNÍ: CONECTIVIDAD, EFECTO DE BORDE E IMPLICACIONES SOBRE LOS PUEBLOS NO CONTACTADOS

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
PETRÓLEOS**

OPCIÓN: ARTÍCULO ACADÉMICO

EDUARDO LUIS GUERRERO VERA

eduardo.guerrero@epn.edu.ec

DIRECTOR: JOSÉ LUIS RIVERA PARRA, PhD

jose.riverap@epn.edu.ec

Quito, noviembre 2021

DECLARACIÓN

Yo, Eduardo Luis Guerrero Vera, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Eduardo Luis Guerrero Vera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Eduardo Luis Guerrero Vera, bajo mi supervisión.

José Luis Rivera Parra, PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, puesto que siempre guía mis pasos.

A mi núcleo familiar, en primera instancia, a la persona más importante en mi vida y mi ejemplo a seguir, ¡va para ti mamá! A mi cómplice de vida y de quien jamás me faltó nada, ¡gracias Pa!, finalmente, a quien siempre tendré para guiarme y protegerme, ¡merci Abigail!

A mis amigos, un especial agradecimiento por estar en todo momento, sin ustedes nada de esto hubiese sido posible. ¡Definitivamente son la familia que uno escoge!

A todas aquellas personas que fueron de suma importancia desde el inicio hasta el fin de mi carrera universitaria, la vida en sí las puso en distintas etapas, siendo realmente un impulso personal de superación.

A todos quienes conforman el cuerpo docente catedrático de mi universidad, especialmente a mi tutor y todos aquellos Ingenieros que se vieron involucrados en mi formación académica.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	I
ABSTRACT.....	II
RESUMEN.....	III
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	4
2.1. Área de estudio.....	4
2.2. Análisis espacial... ..	6
2.3. Efecto de borde y diagnóstico.....	8
2.4. Determinación áreas afectadas	9
2.5. Determinación zonas núcleo.....	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
3.1. Mapa de Afectación Facilidades e Instalaciones Petroleras.....	11
3.2. Mapa de Afectación Vialidad.....	13
3.3. Mapa de Afectación Fuente de Alteración Humana	15
3.4. Mapa de Afectación Total e Implicación sobre los pueblos no contactados... ..	17
3.5. Mapa Zonas Núcleo.....	21
3.6. Mapa Zonas Núcleo sobre los Pueblos No Contactados	23
4. CONCLUSIONES	25
5. RECOMENDACIONES.....	26
6. BIBLIOGRAFÍA.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio	4
Figura 2: Mapa de Afectación para Facilidades e Instalaciones Petroleras.....	12
Figura 3: Mapa de Afectación para Vialidad	14
Figura 4: Mapa de Afectación para Fuente de Alteración Humana.....	16
Figura 5: Mapa de Afectación Total e Implicación sobre los Pueblos No Contactados.....	18
Figura 6: Porcentaje de Afectación e Implicación sobre los Pueblos No Contactados.....	19
Figura 7: Afectación detallada: Grupos Armadillo y Vía Maxus	20
Figura 8: Mapa Zonas Núcleo.....	22
Figura 9: Porcentaje de Zonas núcleo sobre los Pueblos No Contactados	23
Figura 10: Mapa Zonas Núcleo sobre los Pueblos No Contactados	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Bloques Petroleros de influencia sobre la RBY y los PNC.....	5
Tabla 2: Fuente capas de datos.....	6
Tabla 3: Descripción bandas espectrales satélites Landsat 8 y Sentinel 2	7

ABSTRACT

More than half a century ago, a new era for the Ecuadorian people began in its eastern region, the oil extractives' era. This era is still ongoing and, despite being beneficial for the country, it denotes a high level of human disturbance on the ecosystem. Those places that are still free of disturbance are known as last of the wild. In theory, these zones should be intangible and located within protected areas by the state. This study was carried out for the Yasuní Biosphere Reserve, the most biodiverse place in the world, home to uncontacted tribes and presents a large amount of proven oil reserves. For this reason, the Ecuadorian state, by means of an exception, allows the exploitation of hydrocarbons under special regulations. Supported by the geographic information system software, ArcGIS. Through satellite remote sensing and information from geoportals with free access, using geoprocessing tools. Three categories of affectation were detected, corresponding to oil facilities and installations, roads and sources of human disturbance. Based on previous studies applied in the area of interest, the edge effect was applied to detect the area of direct and indirect influence. In this way, discarding all affected areas and using as a key factor the existing navigability of the rivers in the Amazon region, focused, robust and reliable maps are generated of those connected wild areas that represent an opportunity for effective conservation. A total of 135 last of the wild patches are identified in the YBR, covering about 46% of the total area of the biosphere. Meanwhile, human disturbance affects nearly 10% of the reserve's total area. The study also reflects the impact on uncontacted tribes, with a territorial impact of up to 26% in the worst case. However, all is not lost if corrective measures are taken, since the percentage of disturbance-free zones in the most optimistic case is 86%. The maps presented can be used to define targeted protection zones, be the basis for ecological connectivity models, and also be used for long-term monitoring of changes in the last of the wild.

Keywords: Yasuní Biosphere Reserve, uncontacted tribes, last of the wild, edge effect, environmental impact, satellite remote sensing.

RESUMEN

Desde hace ya más de medio siglo, comenzó en su región oriental, una nueva era para el pueblo ecuatoriano, la era extractivista petrolera. Etapa que se mantiene y que, a pesar de ser beneficiosa para el país, denota un alto nivel de perturbación humana sobre el ecosistema. Aquellos lugares que aún se mantienen libres de perturbación, son conocidos como zonas núcleo. Zonas, que en teoría deberían ser intangibles y encontrarse dentro de áreas protegidas por el Estado. El presente estudio fue realizado para la Reserva de Biósfera Yasuní; lugar con mayor biodiversidad en el mundo, hogar de pueblos en aislamiento voluntario y que, además, alberga una gran cantidad de reservas probadas de petróleo. Razón por la cual el Estado ecuatoriano, mediante una excepción, permite la explotación del hidrocarburo bajo normativa especial. Apoyados en el software de Sistema de Información geográfica, ArcGIS. Mediante teledetección satelital e información de geoportales con libre acceso, utilizando herramientas de geoprocetamiento. Se detectó tres categorías de afectación correspondientes a facilidades e instalaciones petroleras, vías y fuente de alteración humana. Basado en estudios previos aplicados en la zona de interés, se aplicó el efecto de borde para detectar el área de influencia directa e indirecta. De esta manera, descartando toda área de afectación y utilizando como factor clave la navegabilidad existente en los ríos de la región amazónica; se generan, mapas focalizados, robustos y confiables de aquellas áreas silvestres conectadas que representan una oportunidad para la conservación efectiva. Se identifica que, en la RBY, existen un total de 135 parches de zonas núcleo, que cubren alrededor del 46% del área total de la biósfera. Mientras que, la perturbación humana genera en la reserva una afectación cercana al 10% respecto a su superficie total. La implicación sobre los pueblos no contactados es una realidad reflejada en este estudio, con afectación territorial de hasta, en el peor de los casos, del 26%. Sin embargo, no todo está perdido, si se toman medidas correctivas, ya que, el porcentaje de zonas libres de alteración para el caso más optimista muestra un 86%. Los mapas presentados pueden utilizarse para definir zonas focalizadas de protección, ser la base para modelos de conectividad ecológica y también ser utilizados para un seguimiento a largo plazo de los cambios a producirse dentro de las zonas núcleo.

Palabras clave: Reserva de Biósfera Yasuní, Pueblos No Contactados, zonas núcleo, efecto de borde, afectación ambiental, teledetección satelital.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es reconocido a escala mundial por su riqueza y variedad en cuanto a biodiversidad registrada por metro cuadrado (Ministerio de Turismo, 2014). Su área protegida continental de mayor extensión, el Parque Nacional Yasuní (PNY), resguarda una impresionante diversidad biológica en el corazón del bosque húmedo tropical amazónico, lo cual lo ha enmarcado como reserva de vida en la Tierra (Ministerio del Ambiente, 2015). Este territorio fue reconocido para su protección a escala nacional en julio de 1979. Diez años más tarde, llegó a ser reconocida a nivel internacional, cuando en 1989. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) proclama al parque y sus alrededores como Reserva de Biósfera Yasuní (RBY) (Garcés, 2011). El lado humano dentro de la RBY está también lleno de sorpresas, es el hogar de nacionalidades indígenas (- Waorani, Kichwa y Shuar), colonos mestizos, afroecuatorianos y sobre todo de aquellos pueblos que decidieron vivir en estrecho diálogo con la selva, Tagaeri-Taromenane, definidos en aislamiento voluntario o no contactados (PNC) (Ministerio del Ambiente, 2015).

Desde 1967, en Ecuador, con el descubrimiento y la explotación de yacimientos petrolíferos, comenzó la práctica extractivista de los recursos naturales no renovables, especialmente petróleo (EP PETROECUADOR, 2013). Dentro de la RBY, se encuentra el PNY, lugar donde se albergan grandes reservas de petróleo. El Gobierno ecuatoriano ha considerado necesaria su extracción, amparado en la excepción establecida en el vigente Código Orgánico del Ambiente al artículo 407 de la carta magna. La cual prevé que, por excepción e interés nacional, se podrá realizar actividades extractivas en áreas protegidas (Pérez, 2015). Bajo la información emitida por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR), a través del mapa de bloques e infraestructura petrolera del Ecuador, se definen 14 bloques de interés bajo el criterio de, operados por compañías nacionales, extranjeras, consorcios, concesiones y bloques no concesionados.

La influencia de los seres humanos en la naturaleza se ha vuelto tan generalizada, que su efecto es un fenómeno global que ha generado una nueva época geológica (Sanderson & et al, 2002). Actualmente, estamos en la sexta extinción, conocido como el Antropoceno (Lewis & et al, 2015) y como resultado del crecimiento de la población, el desarrollo económico y la creciente demanda de recursos naturales, las actividades humanas han avanzado hacia las regiones remotas del mundo (Inostroza & et Al, 2016). Las últimas evaluaciones espaciales estiman de forma independiente porcentajes similares de la superficie terrestre de la Tierra, con muy baja (20%-34%) y baja (48%-56%) influencia humana (Riggio & et al, 2020). Estos

hallazgos sugieren que aproximadamente la mitad de la superficie terrestre de la Tierra tiene una influencia humana relativamente baja y ofrece oportunidades para acciones de conservación proactivas para retener los últimos ecosistemas intactos o zonas núcleo del planeta (Riggio & et al, 2020). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza define una “zona núcleo” como el área de tierra y / o mar no modificada o ligeramente modificada, que conserva su carácter natural e influencias, sin asentamiento permanente o significativo, que está protegido y gestionado para preservar su condición natural (Casson & et al, 2016). Así mismo, la fundación WILD define a una zona núcleo o área silvestre como intactas y no perturbadas donde el control humano está en gran parte ausente y no hay carreteras, tuberías u otra infraestructura industrial (Kormos, 2008). Según ambas definiciones, un área silvestre debe ser un espacio geográfico claramente definido con un límite claro. De allí que el mapeo robusto, confiable y repetible es crucial para el desarrollo de mejores políticas de protección de la vida silvestre, ya que proporciona información sobre la ubicación, el tamaño y la calidad de estas áreas (Cao & et al, 2019).

Si bien, hay un deseo de conservar ecosistemas intactos por su propio bien, hay otros objetivos de conservación potencialmente competitivos que deben ser tomados en cuenta como la protección de tierras de comunidades indígenas (Garnett & et al, 2018). La inserción coercitiva del Estado o de las empresas privadas en las zonas intangibles, resultan en violencia no solo física, sino también simbólica (Bordieu, 1992), pudiéndose poner en peligro la existencia y subsistencia de los PNC (Santillán, 2019). Son varios los tratados que recogen derechos y garantías para los Pueblos Indígenas (Pérez, 2015). Bajo normativa internacional, tenemos el Convenio No. 169 de la Organización Internacional del trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, cuyo fundamento establece *“el respeto por las culturas y el modo de vivir de los pueblos indígenas y tribales y el supuesto fundamental de que estos constituyen sociedades permanentes con derecho a determinar sus propias prioridades para el proceso de desarrollo”*. Incluso la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) ha considerado a este convenio como *“el instrumento internacional de derechos humanos específico más relevante para los derechos de los indígenas”*. Además, de otros principios jurídicos establecidos en la Declaración Americana de los derechos y deberes del Hombre, la Convención Americana de Derechos e incluso en declaraciones sobre los Derechos de los pueblos Indígenas emitida por la Organización de Naciones Unidas (ONU). Bajo normativa nacional, la primera acción realizada fue la declaración de Zona intangible con el fundamento *“de que prevalezcan los derechos de las comunidades frente a la explotación de recursos”*. Se aplicó la Política Nacional de Pueblos No Contactados y se establece como objeto fundamental de derecho lo establecido en la Constitución de la República. En su artículo 57, les brinda amparo, otorgándoles la protección

territorial que es una condición esencial para proteger su supervivencia, tanto física como cultural. En cuanto a la realidad, no se tomó en cuenta que la actividad petrolera, la tala ilegal y los conflictos de intereses han ocasionado que estos pueblos estén al borde del exterminio (Pérez, 2015).

Con la finalidad de detectar el alcance espacial de las zonas núcleo dentro de la RBY, mediante la detección satelital y el uso de datos geográficos disponibles en diferentes geoportales de libre acceso. Se realizó, una recopilación de data dividida en tres categorías principales: infraestructura e instalaciones petroleras, fuente de alteración humana y vialidad. En base a la literatura, se consideró el efecto de borde como principal indicador de impacto ambiental. Así pues, bajo su concepto se detectaron dos zonas de afectación, una directa o zona de efecto de borde fuerte y una zona de tipo transicional denominada de afectación indirecta. Con el objetivo de detectar conectividad entre las zonas núcleo en la reserva y considerando la navegabilidad que permiten los ríos dentro del área de interés, se detectó ahí un punto de inflexión clave para lograr presentar con claridad la ubicación y extensión de parches de zonas núcleo interconectados.

En los últimos 30 años, varios proyectos de mapeo de zonas núcleo se han llevado a cabo de manera global (Cao & et al, 2019). Esto ha marcado una tendencia de las zonas con menor grado de afectación humana. Se debe entender, que estas zonas restantes en la superficie terrestre constituyen una guía de oportunidades para una conservación efectiva, lugares donde podríamos conservar la más amplia variedad de biodiversidad con un mínimo de conflicto (Sanderson & et al, 2002). Sin embargo, lo que se ha visto a través de estos mapas es que se generan grandes limitaciones en la escala, complejidad y resolución en conjuntos de datos globales (Allan & et al, 2017). Lo cual, genera una visión general al ámbito específico. Por esto, el presente trabajo busca de manera general, brindar un mapa local que permita identificar zonas núcleo interconectadas dentro de RBY. Además, de manera específica: 1) Evaluar la distribución espacial de zonas núcleo y alteradas, bajo el contexto de la explotación hidrocarburífera, 2) Establecer recomendaciones para la conservación de las zonas núcleo, maximizando su conectividad, 3) Determinar si la existencia y conectividad de las zonas de núcleo tendrá una implicación directa sobre la viabilidad de los PNC. Se pretende a través del presente estudio, respaldar con información técnica el futuro diseño de políticas de conservación y una planificación mucho más rigurosa para mitigar la influencia humana en los ecosistemas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

El área de estudio se desarrolló en lo que corresponde a la Reserva de Biósfera Yasuní, ubicada entre las provincias de Napo, Orellana y Pastaza en la región Oriental ecuatoriana. Su extensión corresponde a 2000700 hectáreas, comprendida por: 1) El Parque Nacional Yasuní, ubicado en las provincias de Orellana y Pastaza, con una extensión de 1022736 hectáreas, cuyo principal fin es la conservación de la biodiversidad, 2) El territorio Waorani (TW), hogar del pueblo que ha habitado estas tierras ancestralmente, sin una extensión oficial definida, 3) La Zona Intangible Tagaeri-Taromenane (ZITT), con una extensión de 818501 hectáreas, creada por el Estado para respetar la decisión de sus habitantes de vivir en aislamiento de manera tradicional (Ministerio del Ambiente, 2015).

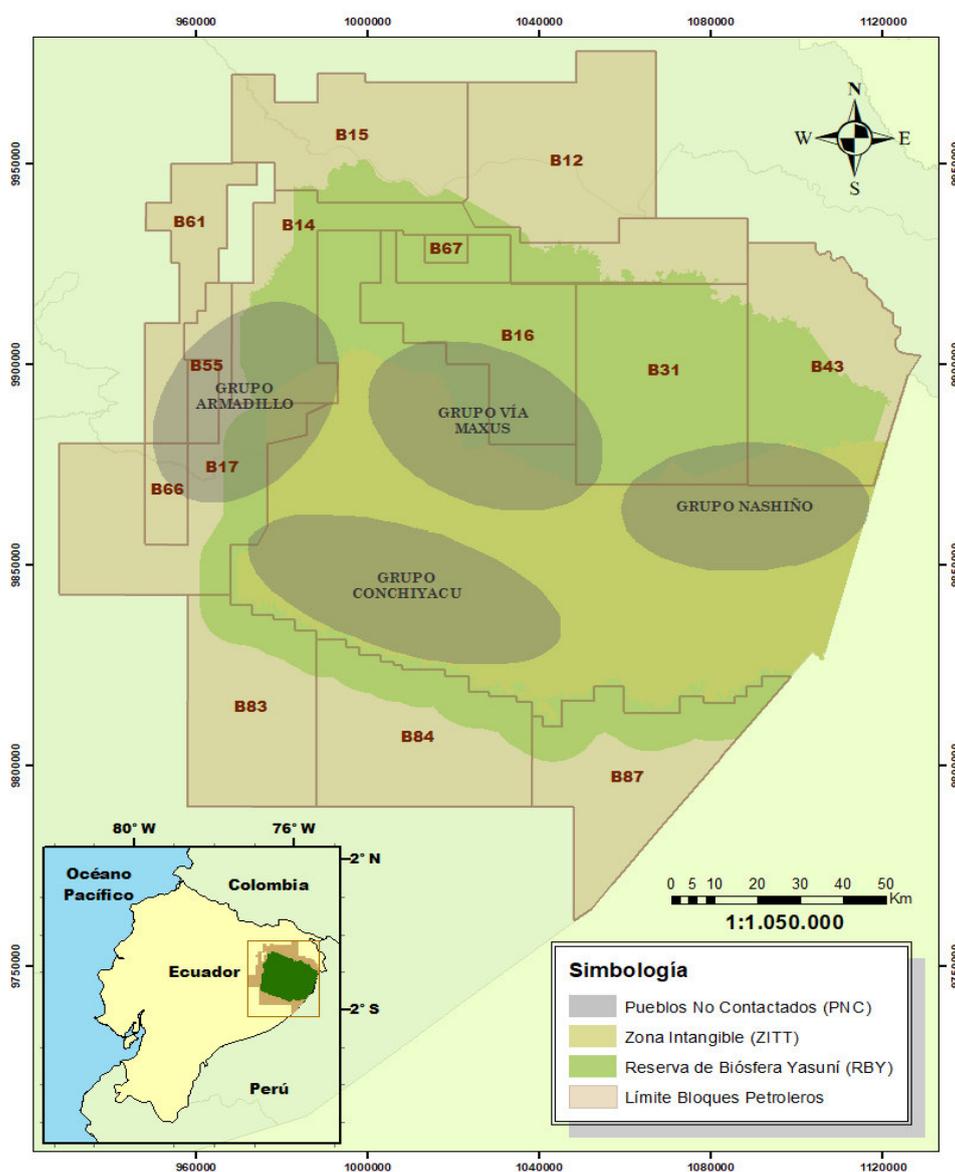


Figura N°1: Área de estudio

Acorde a la última actualización del Mapa de Bloques e Infraestructura Petrolera del Ecuador, presentado por el MERNNR, catorce bloques petroleros presentan influencia sobre la RBY y los PNC, la tabla N°1, resume en detalle su numeración, extensión, operador y estado de concesión; los mismos son detallados en secuencia numérica de menor a mayor en torno al número de bloque correspondiente. Cabe recalcar que el área en hectáreas fue obtenida del atributo “Área_HA” presente en la capa fuente de bloques petroleros del Ecuador utilizado en el estudio.

Tabla N°1: Bloques Petroleros de influencia para la Reserva de Biósfera Yasuní y Pueblos No Contactados.

N°	Bloque	Nombre	Operador	Estado Operativo	Extensión [ha]
1	12	Edén-Yuturi	EP PETROECUADOR	Activo	179894
2	14	Nantu	PetroOriental S.A.	Activo	199884
3	15	Indillana	EP PETROECUADOR	Activo	150260
4	16	Iro	Repsol Ecuador S.A.	Activo	131878
5	17	Hormiguero	Consorcio Petrolero Bloque 17	Activo	185440
6	31	Apaika-Nenke	EP PETROECUADOR	Activo	200097
7	43	ITT	EP PETROECUADOR	Activo	191898
8	55	Armadillo	EP PETROECUADOR	Activo	14700
9	61	Auca	EP PETROECUADOR	Activo	78312
10	66	Tiguino	Petrobell S.A.	Activo	25000
11	67	Tivacuno	Repsol Ecuador S.A.	Activo	7000
12	83	Bloque 83	Andes Petroleum Ecuador Ltd.	Activo	146250
13	84	Bloque 84	No adjudicado, perteneciente al MERNNR		169125
14	87	Bloque 87			152285

Fuente: El autor

El establecer una ubicación exacta de los territorios que ocupan los PNC es muy complicado, puesto que al ser pueblos “semi-nómadas”, según los antropólogos, se necesitan alrededor de 50 años de estudio del movimiento que realizan estos pueblos para fijar cual es el sector de la Amazonía que realmente ocupan (Pérez, 2015). El Gobierno ecuatoriano, al poner en marcha el Plan de Medidas Cautelares, determinó la presencia de varios grupos pertenecientes a las etnias Tagaeri y Taramenae en diferentes lugares de la Amazonía ecuatoriana. Acorde con un mapeo publicado por el Ministerio del Ambiente (MAE), estos

grupos serían: 1) Grupo Armadillo, 2) Grupo Vía Maxus, 3) Grupo Nashiño, 4) Grupo Cunchiyacu. Es importante destacar que estos mapas no son excluyentes, es decir no garantizan que no haya presencia de pueblos aislados en otros lugares de la Amazonía ecuatoriana (Pérez, 2015).

La figura N°1 representa el área donde el presente estudio se llevó a cabo, enfocándose en señalar: 1) El área correspondiente a la RBY, 2) Probable ubicación de movilidad de grupos PNC, 3) Límite territorial de Bloques Petroleros que tienen influencia directa sobre los dos puntos anteriores mencionados.

2.2. Análisis espacial

La calidad de la data es crucial para desarrollar un estudio confiable de análisis espacial (Cao & et al, 2019). La obtención y procesamiento de la data fueron realizados con minuciosidad con la finalidad, de obtener la mejor calidad de un conjunto de datos. La tabla N°2, describe a detalle las capas utilizadas dentro de las tres principales categorías aplicadas correspondientes a: 1) Facilidades e Instalaciones Petroleras (FIP), 2) Vialidad (V), 3) Fuente de Alteración Humana (FAH).

Tabla N°2: Fuente capas de datos

Categorías Principales	Capa	Tipo de Capa	Fuente	Año
Facilidades e Instalaciones Petroleras	Instalaciones_PetrolerasTot	Punto	Imágenes satelitales Landasat 8 y Sentinel 2	2021
	Tubería	Polilínea	Geoportal Petroecuador	2013
Vialidad	Vías_Total	Polilínea	Imágenes satelitales Landasat 8 y Sentinel 2	2021
	VIA_MTOP_ESTADO_MARZO_2015	Polilínea	Geoportal Sistema Nacional de Información	2015
	Vía_L	Polilínea	Geoportal SIN	2013
Fuente de Alteración Humana	Instalaciones_Alt	Punto	Imágenes satelitales Landasat 8 y Sentinel 2	2021
	Centrales eléctricas	Punto	Geoportal SIN	2014
	Centros de atención al ciudadano	Punto	Geoportal SIN	2010
	Centros de salud	Punto	Geoportal SIN	2014

	Centros educativos	Punto	Geoportal SIN	2014
	Pobladors	Punto	Geoportal SIN	2013
Otros	Cobertura Vegetal	Polígono	Geoportal MAE	2018
	Ríos	Polilínea	Geoportal IGM	2013

Fuente: El autor

El análisis y procesamiento de imágenes satelitales se transformó en la herramienta principal de solución y fuente generadora de la capa correspondiente a la categoría Facilidades e Instalaciones Petroleras y también funcionó como complemento en las dos categorías restantes, vialidad y alteración humana respectivamente. Datos de dos satélites fueron empleados para el análisis, el primero corresponde a Landsat 8, un equipo de detección remota con dos sensores incluidos que proporcionan una cobertura estacional de la masa terrestre global con una resolución espacial máxima de 30 m para 10 de sus 11 bandas espectrales (Earth Observing System, 2013). El segundo corresponde a Sentinel 2, una innovadora cámara multispectral de alta resolución, con 13 bandas espectrales que aportan una nueva perspectiva de la superficie terrestre y su vegetación, con una resolución máxima de 10 m (The European Space Agency, 2015). A través de la página “exploración de la tierra” perteneciente al Servicio Geológico de los Estados Unidos, para Landsat 8; y a través del programa Copernicus dirigido por la Agencia Espacial Europea, en su página de libre acceso, para Sentinel 2; se procedió a seleccionar dentro del mapa global terrestre el polígono correspondiente a la zona de interés, detallar un rango de fecha, en el cual se utilizó imágenes para un período de dos años, abril del 2019 - abril del 2021, un rango de nubosidad variado de hasta el máximo 50%. Se utilizó un sistema de información geográfica correspondiente a ArcGIS PRO, versión 2.5 (ESRI 2020), utilizando las herramientas de geoprocésamiento ráster: 1) Recortar, para poder ubicar cada zona específica de interés, 2) Composición de bandas, herramienta que permite analizar elementos específicos a través de su espectro de emisión, utilizando en la teledetección, las siguientes combinaciones, en primer lugar y empleado de forma directa en el análisis RGB color natural Landsat 8 (4,3,2), Sentinel 2 (4,3,2), para brindar respaldo se utiliza un falso color para detección de zonas urbanas Landsat 8 (7,6,4), Sentinel 2 (12,11,4), y únicamente para validar la capa de vegetación natural se utiliza Landsat 8 (5,4,3), Sentinel 2 (8,4,3) (Matellanes, 2017). La tabla N°3 muestra la descripción de bandas acorde a su numeración.

Tabla N°3: Descripción bandas espectrales satélites Landsat 8 y Sentinel 2

Landsat 8		Sentinel 2	
Número de Banda	Descripción	Número de Banda	Descripción
B2	Azul (B)	B2	Azul (B)

B3	Verde (G)	B3	Verde (G)
B4	Rojo (R)	B4	Rojo (R)
B5	Infrarrojo cercano (NIR)	B8	Infrarrojo visible (VNIR)
B6	SWIR 1	B11	Onda corta Infrarroja
B7	SWIR 2	B12	Onda corta Infrarroja

Fuente: El autor

Cabe recalcar que la información de las capas obtenidas a través de teledetección fue complementada con la información que se tenía liberada en los principales geoportales del país y posterior a ello correlacionadas, especialmente, la categoría de Facilidades e Instalaciones Petroleras, con varias fuentes de trabajos de titulación y con informes técnicos realizados por parte de varias carteras del estado, con la finalidad de que lo obtenido a través de observación satelital se acerque con el menor porcentaje de error a la realidad.

Todas las capas obtenidas mediante diversas fuentes o generadas a partir de teledetección fueron proyectadas para el sistema de referencia geográfico WGS1984 UTM Zone 17S, correspondiente a la zona de interés, además de que se utilizaron las herramientas de geoprocetamiento como recortar, unir, y selección por locación para poder unir todas las capas dentro de las tres categorías principales y tener un compendio general en la zona de interés previo a realizar el diagnóstico del efecto de borde.

Se generó una capa de tipo polígonos para la posible ubicación y presencia de grupos de los PNC, utilizando el mapa presentado en la figura N°1, mediante la herramienta de georreferenciación con la finalidad de brindarle un sistema de coordenadas acorde al marco de datos. De esta manera la capa quedo representada bajo el mismo sistema de referencia geográfica.

2.3. Efecto de borde y diagnóstico

El análisis espacial siempre está relacionado al efecto de borde (Riggio & et al, 2020), efecto que puede referirse a un límite creado entre un ambiente natural y otro creado artificialmente por el ser humano. Este es un fenómeno que permite medir las alteraciones en un ecosistema, debido a que su impacto puede ser representado en forma de un área de afectación medida perpendicularmente desde la frontera o borde de encuentro entre los dos ecosistemas. Entre los cambios que ocurren en el área de borde durante su desarrollo se encuentran: vientos más fuertes, mayores niveles de luz y ruido, mayores temperaturas, humedad más baja, el ingreso de especies invasoras, proliferación de especies oportunistas (Pérez & et al, 2013).

Todos estos cambios en las variables ambientales tienen un efecto en la flora y fauna. Aunque no existe una única metodología definida, un acercamiento es detectar zonas núcleo desde la forma más clásica como Lesslie & Taylor en 1985, la más reconocida, (Sanderson & et al, 2002), que genero un antes y después; hasta llegar al estado del arte ya sea al otro lado del mundo en la república de China (Cao & et al, 2019) y un estudio focalizado en el área de interés (Jiménez, 2020), concluyen, que en general la detección de parches de zonas de núcleo deberán constituirse por tierras con un bajo porcentaje de influencia humana, con ausentismo de acceso a vías de comunicación como carreteras e infraestructura humana. Así pues, se generaron buffers para las 3 categorías a ser analizadas, para FIP y FAH (500 m de influencia directa y 2km de influencia indirecta) y para la categoría de V (250 m de influencia directa y 2 km de influencia indirecta).

2.4. Determinación áreas afectadas

La metodología global general utilizada para el mapeo de impacto humano en la biósfera estima la cantidad de perturbación en la flora y fauna de acuerdo con su distancia a la infraestructura creada por el ser humano definido principalmente en carreteras, oleoductos y asentamientos (Sanderson & et al, 2002). Una vez generados los buffers a través de la herramienta en el sistema de información geográfico ArcGIS (ESRI 2020), podemos definir dos zonas de afección claras, la directa e indirecta, ambas constituirán el área descartada para definir parches de zonas de núcleo dentro de RBY. En primer lugar, tenemos el área de afectación directa, con un contacto directo al área intervenida lo cual genera un efecto de borde fuerte. Presenta un alto riesgo a la intrusión de seres humanos y especies ajenas al medio, es decir que la presencia de especies invasoras apartará a aquellas especies que se consideran endémicas (Granados & et al, 2014). Esta zona presenta un límite claramente visible y diferenciable ecosistema. En segundo lugar, tenemos al área de influencia indirecta, un espacio ya bastante alejado de la zona directa de afectación, con una función amortiguadora antes de entrar a la zona núcleo, motivo por el cual también se hace llamar zona de transición. Aquí se pueden empezar a encontrar especies endémicas que se vieron afectadas y desplazadas por las especies invasoras (Granados & et al, 2014).

2.5. Determinación zonas núcleo

Una vez, detectada el área de afectación directa e indirecta, mediante la metodología del efecto de borde, se halló la sección correspondiente a los parches definidos como zonas afectadas, de la misma manera si descartamos dicha área, lo restante generará parches

constituidos como zonas núcleo, y fue precisamente, el siguiente paso a desarrollar dentro del área de estudio y la RBY. Es importante destacar que pese que algunas fuentes de estudios sugieren que el tamaño de área de una zona núcleo debe ser “extenso”, aún no existe ningún tamaño estandarizado o al menos una recomendación universalmente aceptada (Cao & et al, 2019). Es por esto y dada la gran biodiversidad existente en el área de interés, surge la necesidad de mantener en el estudio todos los parches generados ya que por más mínimos que fueran, podrían jugar un papel importante, en pro de garantizar la conservación del territorio de los PNC.

La capa de ríos fue la clave para detectar la conectividad entre las zonas núcleo y también fue generada con un buffer de 1 km, esto debido a que, en una región tan difícil para construcción de caminos, los ríos generan vías principales de comunicación y al ser la mayor parte de ríos dentro de la RBY de tipo navegables, garantizan la conectividad entre los parches de zonas núcleo generados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Mapa de afectación Facilidades e Instalaciones Petroleras

De manera general, se detectaron 962 puntos de afectación para esta categoría, a los cuales mediante el efecto de borde se diagnosticó el área de afectación directa e indirecta. Los resultados marcan una clara tendencia en la cual se establece que la afectación se encuentra sobre el 79% de los bloques analizados, 11 respecto a los 14 totales. Esto se convalida, ya que los 11 se encuentran en producción activa, mientras que, de los 3 restantes, 1 de ellos, el bloque 83, concesionado, no se incluyó dentro de la categoría puesto que no existía información suficiente para validar sus puntos de alteración dentro de esta categoría. Los 2 restantes, bloque 84 y 87, aún no fueron concesionados y por lo tanto no presentan afectación.

El mayor grado de perturbación se detecta en la zona noroeste debido a que allí encontramos a uno de los bloques conocidos como parte de la joya de la corona oriental, el bloque 61. Además de los bloques 14, 15 y 55; todos estos relativamente cerca de la RBY.

Ya dentro de lo que corresponde a la RBY, podemos evidenciar claramente la afectación superior en bloques con campos maduros que vienen con su producción antes de la declaratoria de leyes especiales como lo son los operados por Repsol, bloque 16 y 67. Respecto a los que operan bajo la normativa actual, bloque 31 y 43. La principal diferencia entre la pasada y actual normativa radica en la aplicación de las denominadas salvaguardas ambientales, cuya finalidad es generar un modelo de explotación ecológica.

La afectación directa resulta ser menor al 0,5% respecto al área total de la RBY, mientras que la afectación indirecta resulta un poco mayor al 2%.

La figura N°2, muestra el mapa de afectación resultado de la categoría número uno, correspondiente a Facilidades e Instalaciones Petroleras.

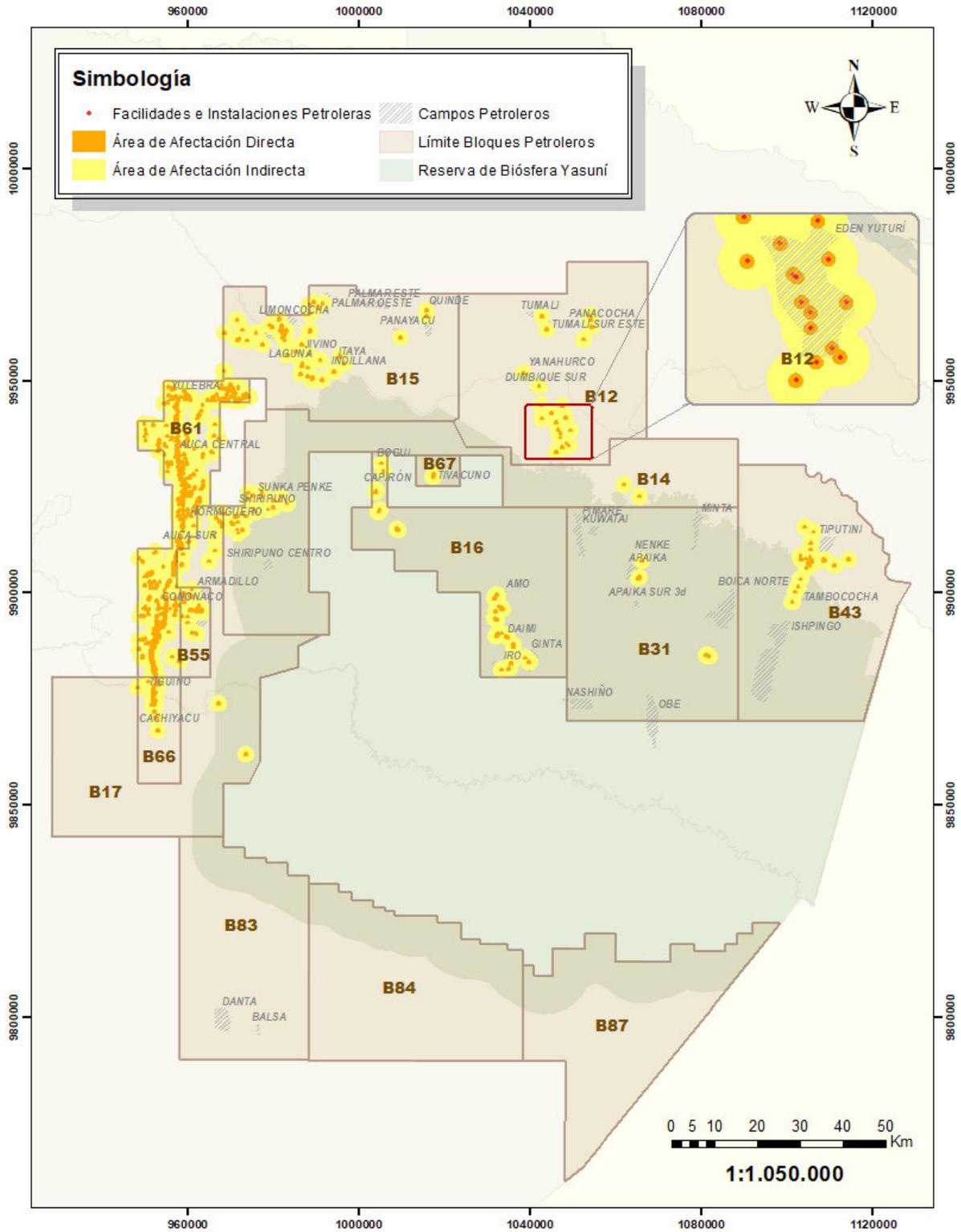


Figura N°2: Mapa de Afectación para Facilidades e Instalaciones Petroleras, correspondiente a la categoría número uno. Mapa en escala gráfica 1:1050000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

3.2. Mapa de afectación Vialidad

Gracias a la detección satelital y al empleo de capas correspondientes a vías en fuentes de libre acceso, se lograron detectar alrededor de 1737 kilómetros de vías dentro del área de estudio, ya sean de primer o segundo orden. A través de las cuales, mediante el efecto de borde se detectó su área de influencia directa e indirecta.

Sí dividimos a nuestra área de estudio en dos zonas, norte y sur, claramente podemos diferenciar como esta categoría muestra el mayor grado de afectación en la zona norte. Dentro de esta zona, nuevamente el sector noroeste y con relación a lo ya manifestado en la primera categoría de análisis, requiere de vías de acceso para poder llegar a las F&IP, repitiéndose el mayor grado de afectación sobre el bloque 61, 14, 55, y el 15, con la particularidad de que allí se encuentran muchos asentamientos poblacionales, lo cual convalida el grado de afectación vial. Dentro de lo que corresponde más al sector noreste, nos encontramos con afectación colindante a la RBY, dentro del bloque 12, Edén Yuturi, donde la vialidad se desarrolló de manera principal para acceder a las facilidades de superficie. Ya dentro de lo que corresponde a la RBY, nuevamente nos encontramos con un grado de afectación muy evidente dentro de los bloques con campos maduros que desarrollaron su sistema de vías sin normativa especial, con anchos de vías superiores a la normativa vigente, en este caso el bloque 16 y 67. De allí en la zona noreste encontramos aquellos que fueron desarrollados bajo la normativa vigente, como son el 31 y 43, con anchos de vía "minimizadas", que bajo ciertos estudios, ha sido comprobado que el grado de afectación no difiere en gran medida a lo que se venía aplicando de manera histórica. Información que se convalida con el presente mapa, con afectación evidente.

Al ejecutar una intersección con la herramienta de geoprocésamiento, como resultado nos muestra que, respecto a la totalidad de vías, únicamente el 11 % de las mismas se encuentran dentro de la RBY, con 195 kilómetros de vías aproximadamente.

La afectación directa resulta ser cercana al 1% respecto al área total de la RBY, mientras que la afectación indirecta es un poco superior al 4%.

La figura N°3, muestra el mapa de afectación resultado de la categoría número dos, correspondiente a Vialidad.

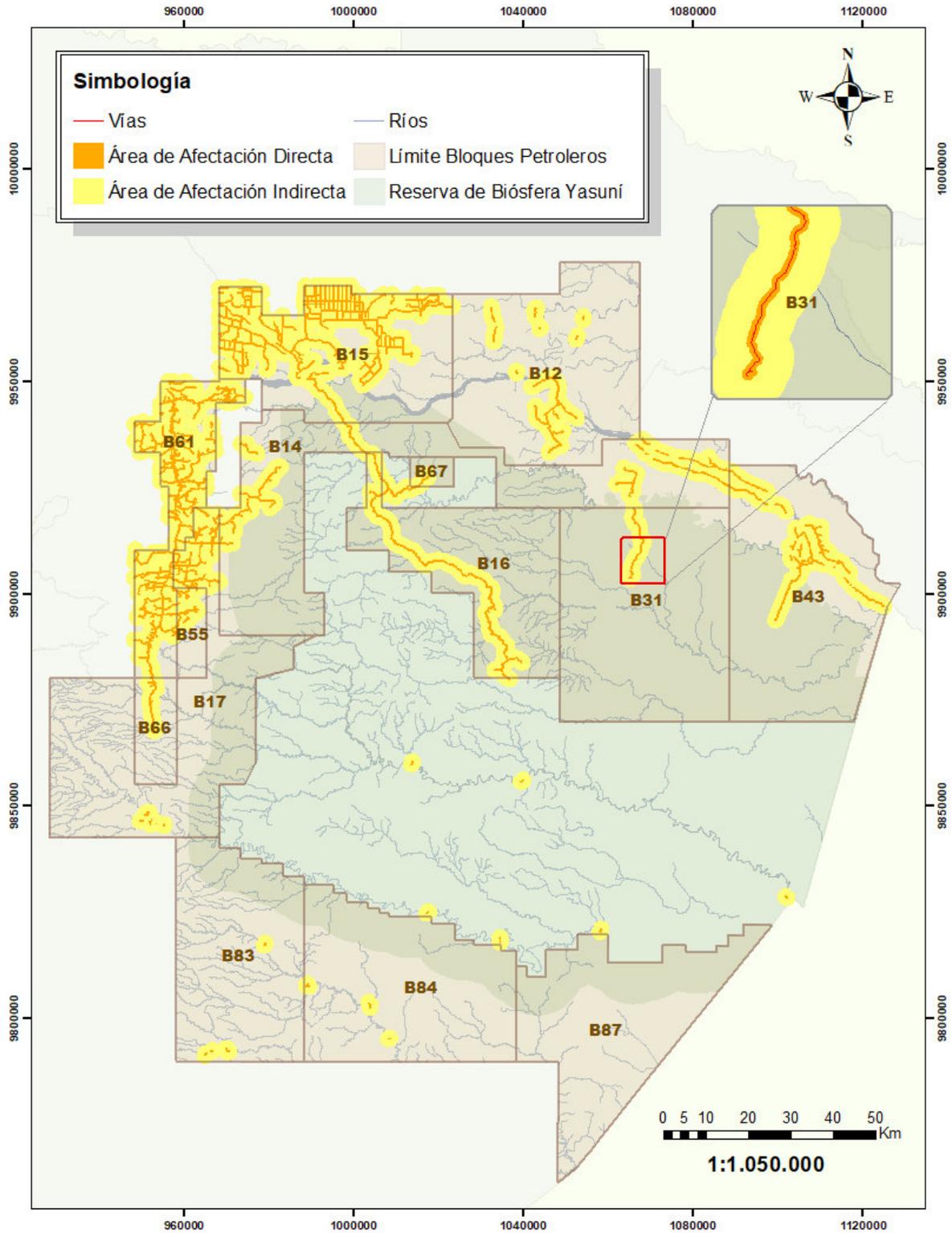


Figura N°3: Mapa de Afectación para Vialidad, correspondiente a la categoría número dos. Mapa en escala gráfica 1:1050000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

3.3. Mapa de afectación Fuente de Alteración Humana

Mediante una combinación de fuentes de capas de libre acceso y detección satelital, se logró identificar 4966 puntos correspondientes a la categoría de fuente de alteración humana. Alteración que se encuentra afectando gradualmente al 100% del área de estudio. Con esta información se procedió a diagnosticar el área de influencia directa e indirecta.

A diferencia de las dos anteriores categorías referidas a Facilidades e Instalaciones Petroleras y Vialidad, donde era evidente que la afectación se concentraba más en la zona norte del área de estudio debido a la concesión de bloques petroleros y la ubicación de comunidades. En esta categoría, la afectación es notoria en todas las zonas, obviamente se observa que mayor densidad de afectación en las mismas zonas, donde se tiene producción petrolera y asentamientos poblacionales.

En lo que respecta a la zona colindante a la RBY encontramos la mayor cantidad de puntos de afectación con un 89,6% respecto al total. Con esto, definimos que, dentro de la RBY, se encuentra el 10,4% restante de los puntos correspondientes a la fuente de alteración humana.

La afectación directa resulta ser mayor al 1% respecto al área total de la RBY, mientras que la afectación indirecta llega a alcanzar un valor mayor al 7%. Esto, refleja el mayor porcentaje de afectación a la biósfera, correspondiente al factor de fuente de alteración humana.

La figura N°4, muestra el mapa de afectación resultado de la categoría número tres, correspondiente a Fuentes de Alteración Humana.

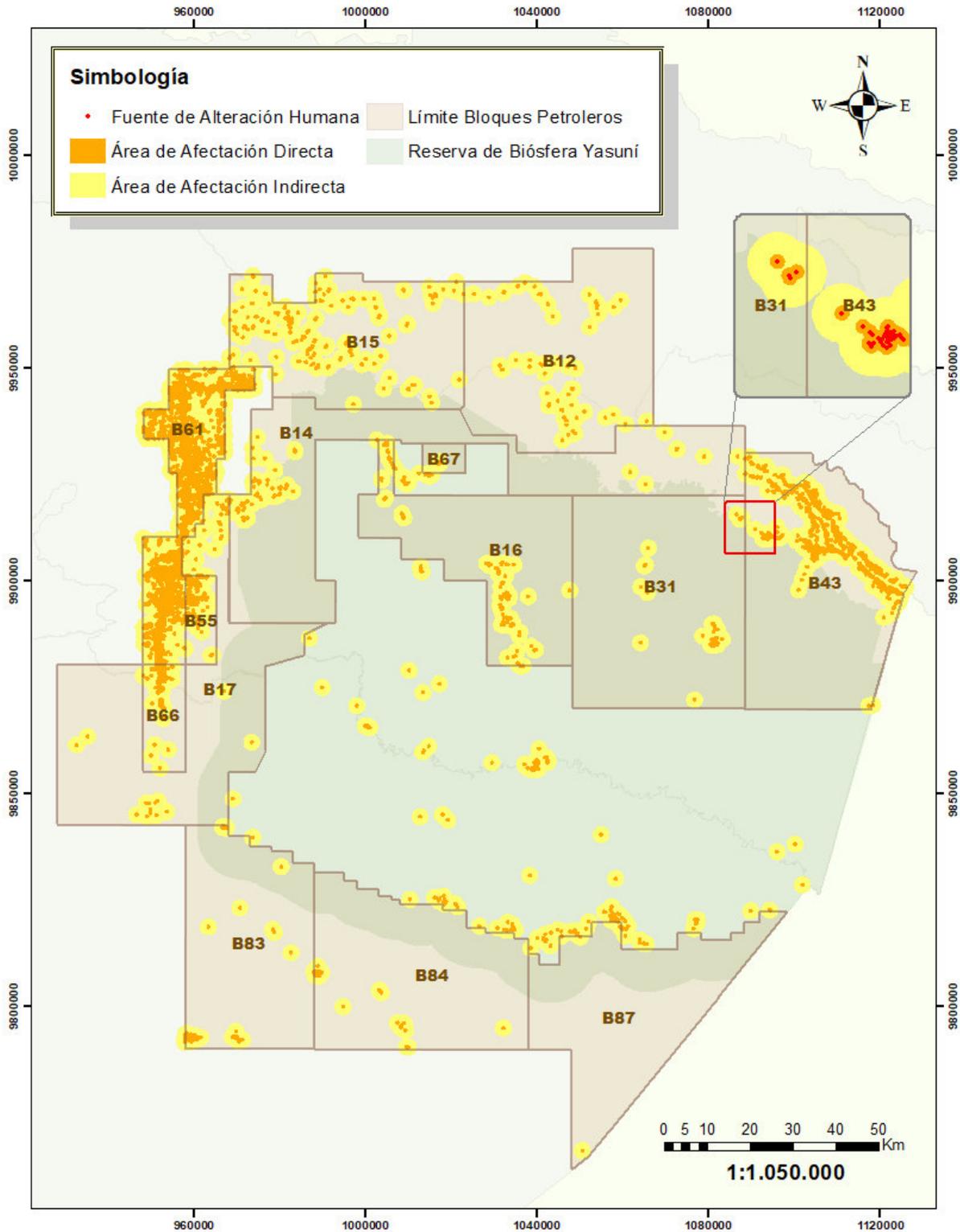


Figura N°4: Mapa de Afectación para Fuente de Alteración Humana, correspondiente a la categoría número tres. Mapa en escala gráfica 1:1050000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

3.4. Mapa de Afectación Total e Implicación sobre los Pueblos No Contactados

Juntando las tres principales categorías de afectación, correspondientes a: 1) Facilidades e Instalaciones Petroleras, 2) Vialidad y 3) Fuente de Alteración Humana. Tenemos como resultado la figura N°5, un mapa que refleja la afectación total en el área de estudio. También se incluye en el mapa, el diagnóstico resultante del efecto de borde, presentado en dos zonas de afectación directa e indirecta.

Como ya se venía anticipando en el análisis individual de afectación por categorías, la zona norte, presenta el mayor grado de afectación. De manera general, esto reflejado como resultado de la constante actividad petrolera dentro de los bloques que allí se encuentran, convalidados como productores activos del oro negro. Además de que, gracias al acceso vial y la navegabilidad de sus ríos principales, son lugares ideales para el asentamiento de diferentes comunidades poblacionales. Ya en un poco más de detalle, se puede observar como la parte noroeste presenta gran afectación dado que allí se presenta una joya de corona, el bloque 61, denominado así por un alto nivel de producción de hidrocarburo; lugar que no se incluye dentro de la RBY. En la zona centro norte, nos encontramos con campos maduros que sí se encuentran dentro de la RBY, pero que han desarrollado su actividad sin estar sometidos a normativa especial, tal es el caso de los bloques operados por Repsol, 16 y 67. Allí el grado de afectación sobre la reserva es sumamente evidente y reducirá la presencia de zonas núcleo. Finalmente, la zona noreste, lugar de bloques que recientemente han comenzado su actividad extractiva, sometidos a una normativa especial, reflejan un grado de afectación evidente, que de mantenerse así y no ser reforzado, generará mayor afectación sobre la RBY de la ya existente.

Ya con las tres categorías incluidas, la afectación directa resulta ser cercana al 2% respecto al área total de la RBY. Lo cual podría ser tomado como un dato alentador, si solo se cogiese este punto como parámetro de perturbación ya que nos dejaría con un 98% de área restante no modificada. Esto se desmiente, ya que el área de afectación indirecta, genera el dato más relevante del estudio, el porcentaje de afectación a la RBY es cercano al 10%.

Cuatro grupos de PNC, fueron representados con un polígono que refleja su posible desplazamiento territorial y movimiento. La figura refleja que existe una implicación de afectación real sobre lo que se considera su territorio, dos de ellos con un potencial grado de afectación alarmante, Armadillo y Vía Maxus; los dos restantes, Nashiño y Conchiyacu, con poco nivel de afectación.

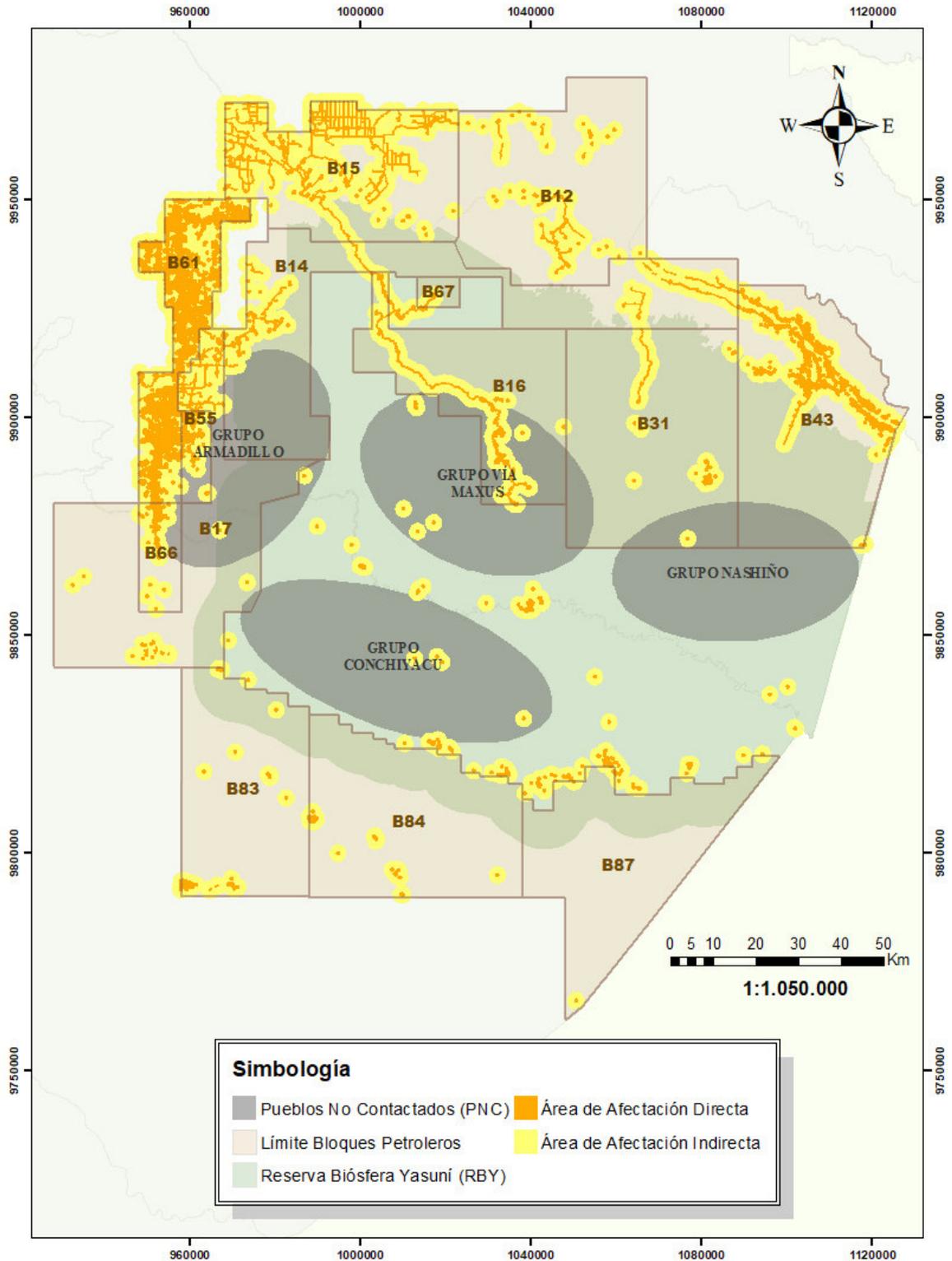


Figura N°5: Mapa de Afectación Total e Implicación sobre los Pueblos No Contactados. Mapa en escala gráfica 1:1050000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

La figura N°6, refleja en valores estimados, el grado de afectación que se tiene sobre los pueblos no contactados. Se relaciona el tamaño del polígono de posible ubicación, respecto al grado real de afectación directa e indirecta. Es importante recalcar, el alto grado de incertidumbre que existe sobre las zonas que usa cada uno de los grupos, sin embargo, la medida se realiza para entender y demostrar el potencial riesgo que existe sobre los PNC.

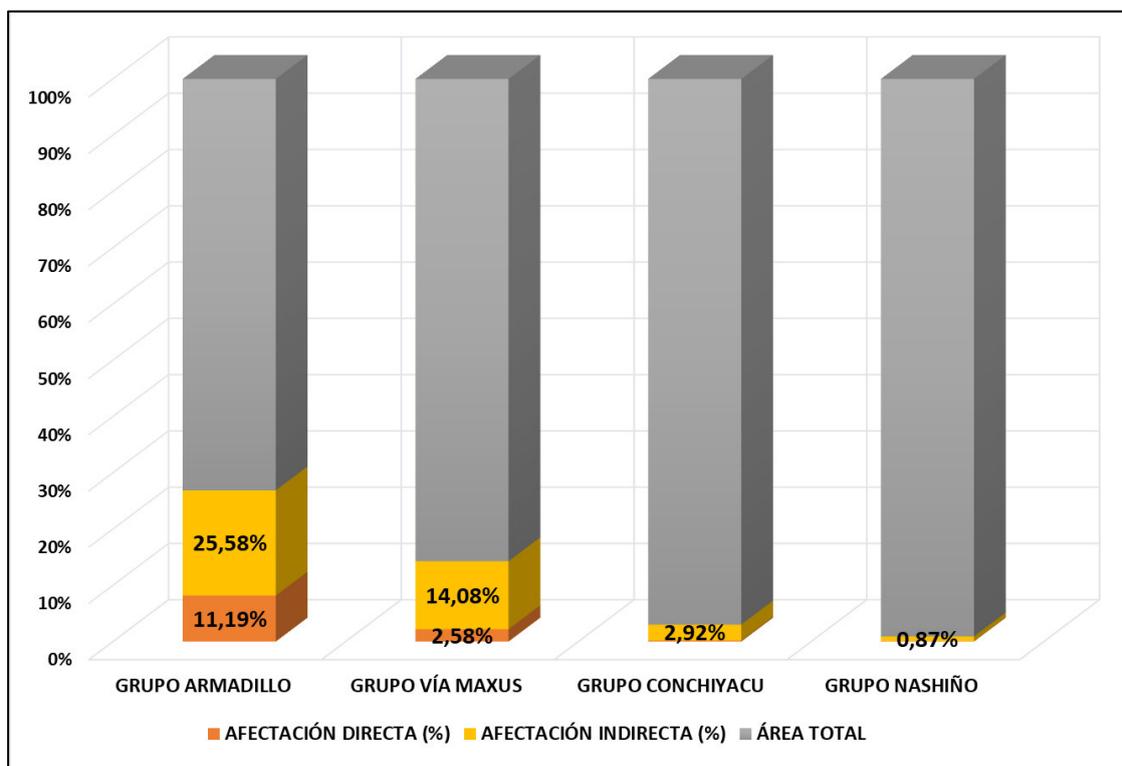


Figura N°6: Porcentaje de Afectación e Implicación sobre los Pueblos No Contactados

Los resultados presentes en el gráfico de barras (figura N°6), reflejan panoramas distintos para los grupos de PNC. Dos de ellos, Grupo Armadillo y Vía Maxus, presentan resultados alarmantes de afectación sobre su territorio con valores de afectación indirecta que llegan al 26% y 14%, respectivamente. Mientras, que sus valores de afectación directa corresponden a 11% y 3%. Un caso heterogéneo, se presenta para los grupos Nashiño y Conchiyacu, ya que su nivel de afectación directa es menor al 1% y el valor de afectación indirecta no supera el 3 y 1%.

Para entender mejor la potencial afectación a los PNC, decidimos enfocarnos en los grupos Armadillo y Vía Maxus. La figura N°7, permite visualizar con mayor detalle la afectación sobre ambos grupos, mostrando una potencial invasión a su territorio y violación de sus derechos constitucionales. Derechos de competencia nacional e internacional están siendo vulnerados, por lo que, de seguir así, se generarán consecuencias irreversibles.

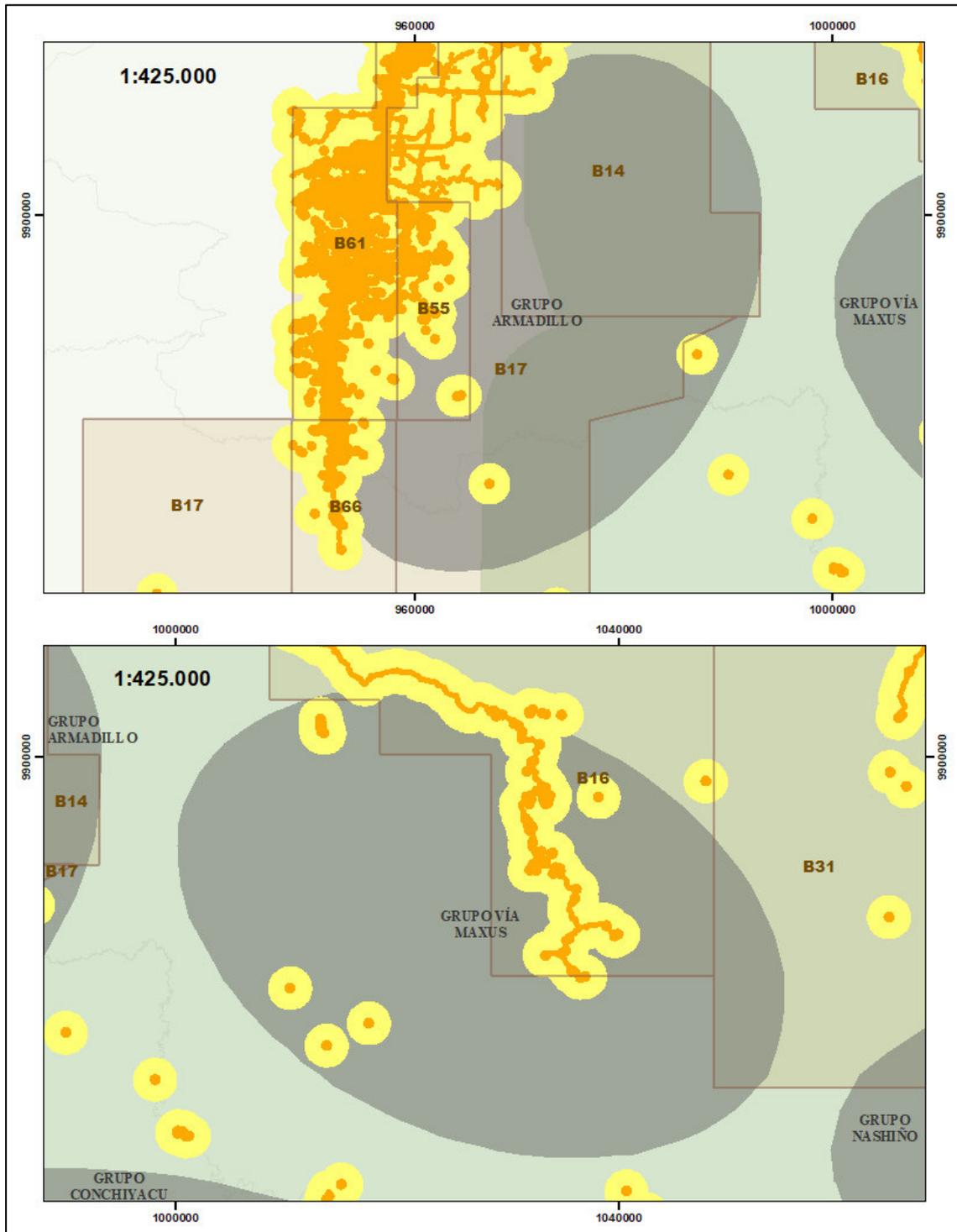


Figura N°7: Afectación detallada Grupos Armadillo y Vía Maxus. Mapa en escala gráfica 1:425000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

3.5. Mapa Zonas Núcleo

Gracias a la combinación del Mapa de Afectación Total, presentado en la figura N°5 y la capa de ríos con un buffer de 1 km, clave para detectar conectividad, dado las condiciones de navegabilidad de los mismos en la región amazónica. Se genera la figura N°8, la cual corresponde a las zonas núcleo dentro del área de estudio.

Un total de 234 parches correspondientes a zonas núcleo o áreas silvestres fueron detectadas a través del presente estudio, lo cual corresponde a un total de más de 1,2 millones de hectáreas. Cabe recalcar, que la literatura global no define una extensión mínima requerida para definir un parche como zona núcleo. Debido a la notable diferencia de extensiones encontrados en los parches del presente estudio; extensión mínima de 8,8 ha y la máxima mayor a 181 mil ha. Por esta razón, se clasifica a los parches en tres categorías para una mejor visualización: 1) Aquellos que presenten un área de extensión menor a las 10 mil ha, resultando un total de 211 parches, 2) Aquellos que presentan un área mayor a las 10 mil ha pero que también su extensión sea menor a las 100 mil ha, resultando un total de 19 parches, 3) Aquellos que presenten un área superior a las 100 mil ha, como resultado tenemos los 4 parches restantes respecto al número total.

Si nos enfocamos únicamente al resultado dentro de lo que corresponde la RBY, allí bajo el mismo proceso, se generan un total de 135 parches. La extensión correspondiente a las zonas núcleo dentro de la reserva suman la cantidad de 909 mil hectáreas, lo cual implica que las zonas libres de afectación dentro de la mayor reserva ecológica ecuatoriana y reserva de vida global, se encuentra en un 46 % respecto a su área total.

El resultado nos brinda dos perspectivas muy claras, en primer lugar, el nivel de afectación sobre la RBY excede los niveles que se esperaban previo al estudio, demostrando que la perturbación humana ha reducido, en gran nivel la posibilidad de tener un área de zonas libres de perturbación, acorde a la biodiversidad que la RBY merece. En segundo lugar, no todo este perdido, puesto que, el 46% libre de afectación correspondiente a todos aquellos parches de zonas núcleo, son la gran oportunidad que tiene el estado para lograr implantar verdaderas medidas de conservación que garanticen la sustentabilidad de la biodiversidad y recursos dentro de la RBY.

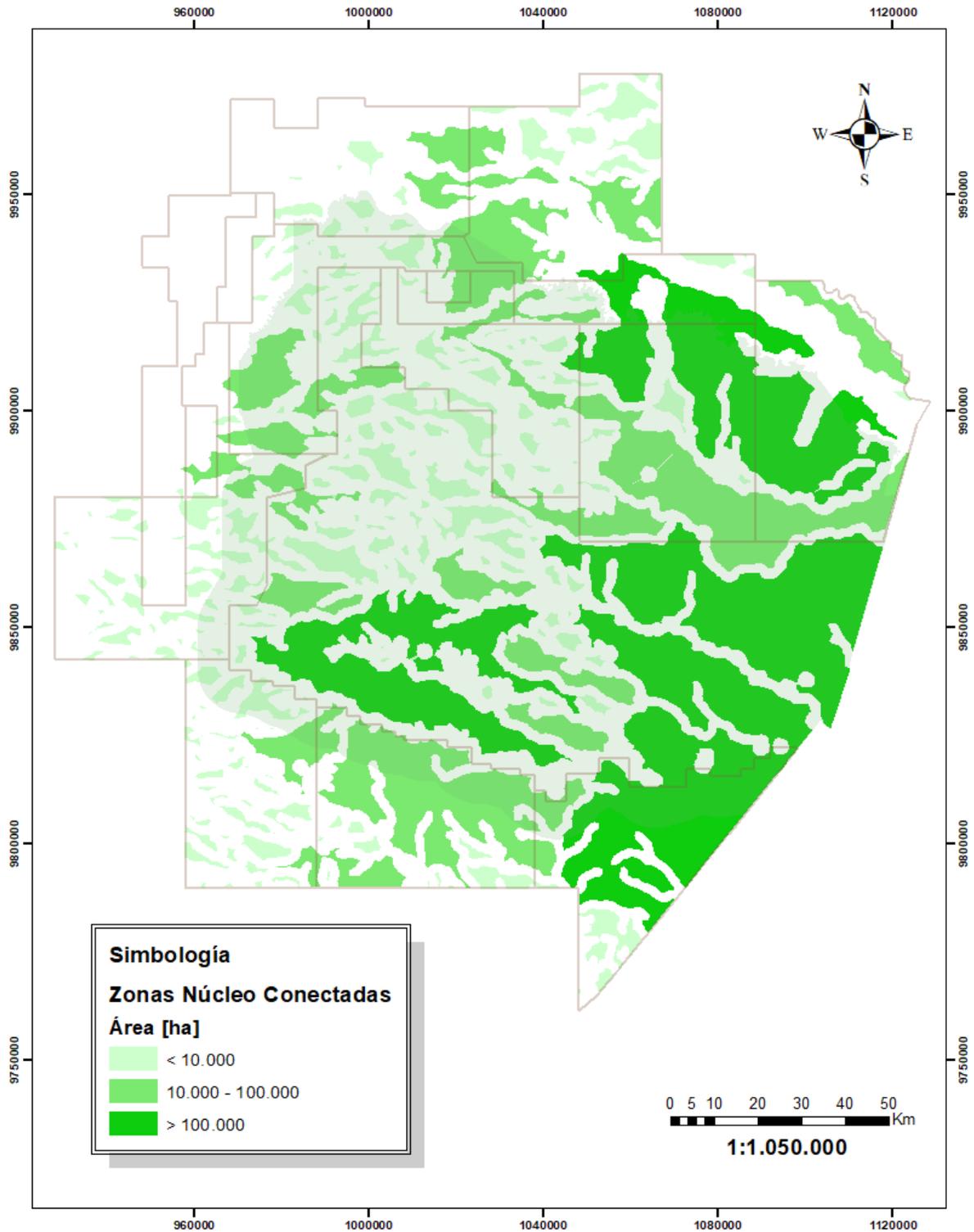


Figura N°8: Mapa Zonas Núcleo. Mapa en escala gráfica 1:1050000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

3.6. Mapa Zonas Núcleo sobre los Pueblos No Contactados

Se combinó el mapa de zonas núcleo, junto con los polígonos del posible territorio correspondiente a los PNC, para poder detectar aquellas zonas que puedan ser vistas como garantía del futuro desarrollo y perduración de los diferentes grupos en aislamiento voluntario analizados. La figura N°9, refleja en valores reales, el porcentaje de áreas libres de perturbación en relación al área total de polígono de su posible ubicación.

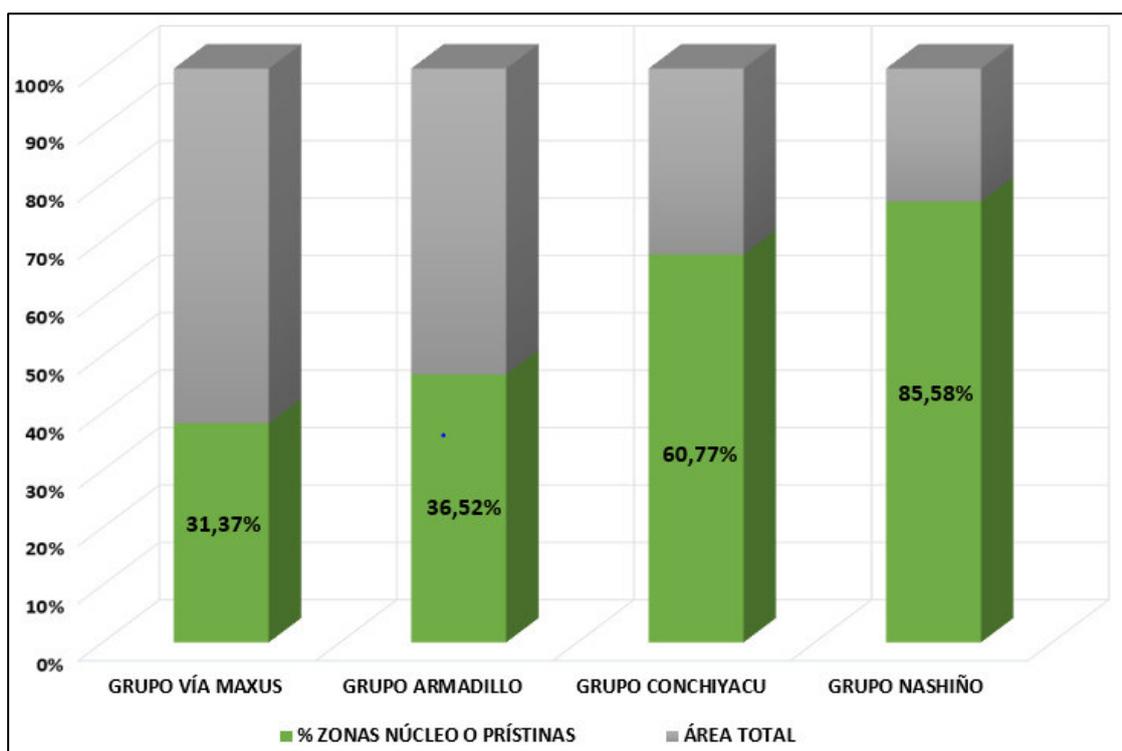


Figura N°9: Porcentaje de Zonas Núcleo sobre los Pueblos No Contactados

Los resultados provenientes del gráfico en barras, muestran una continuidad a lo que se esperaba en torno a lo visto anteriormente en el gráfico de afectación. Los grupos Vía Maxus y Armadillo, los de mayor afectación, no logran registrar ni la mitad de su probable territorio como zonas núcleo, alcanzando para el primer grupo un 31,37 % distribuido en 33 parches. El segundo, registra un 36,52%, con un total de 15 parches. Tal y como se esperaba, los grupos que presentaron menor grado de afectación, Conchiyacu y Nashiño, son aquellos que registran valores muy alentadores en cuanto a porcentaje de áreas silvestres. El primero de los recién nombrados, registra un 60,77% con 16 parches. El segundo, registra el valor más alentador con un 85,58% con tan solo 4 parches.

De manera general, como se observa en la figura N°10, se obtuvo un total de 68 parches para todos los grupos de PNC, con un área libre de perturbación un poco mayor a las 350 mil ha.

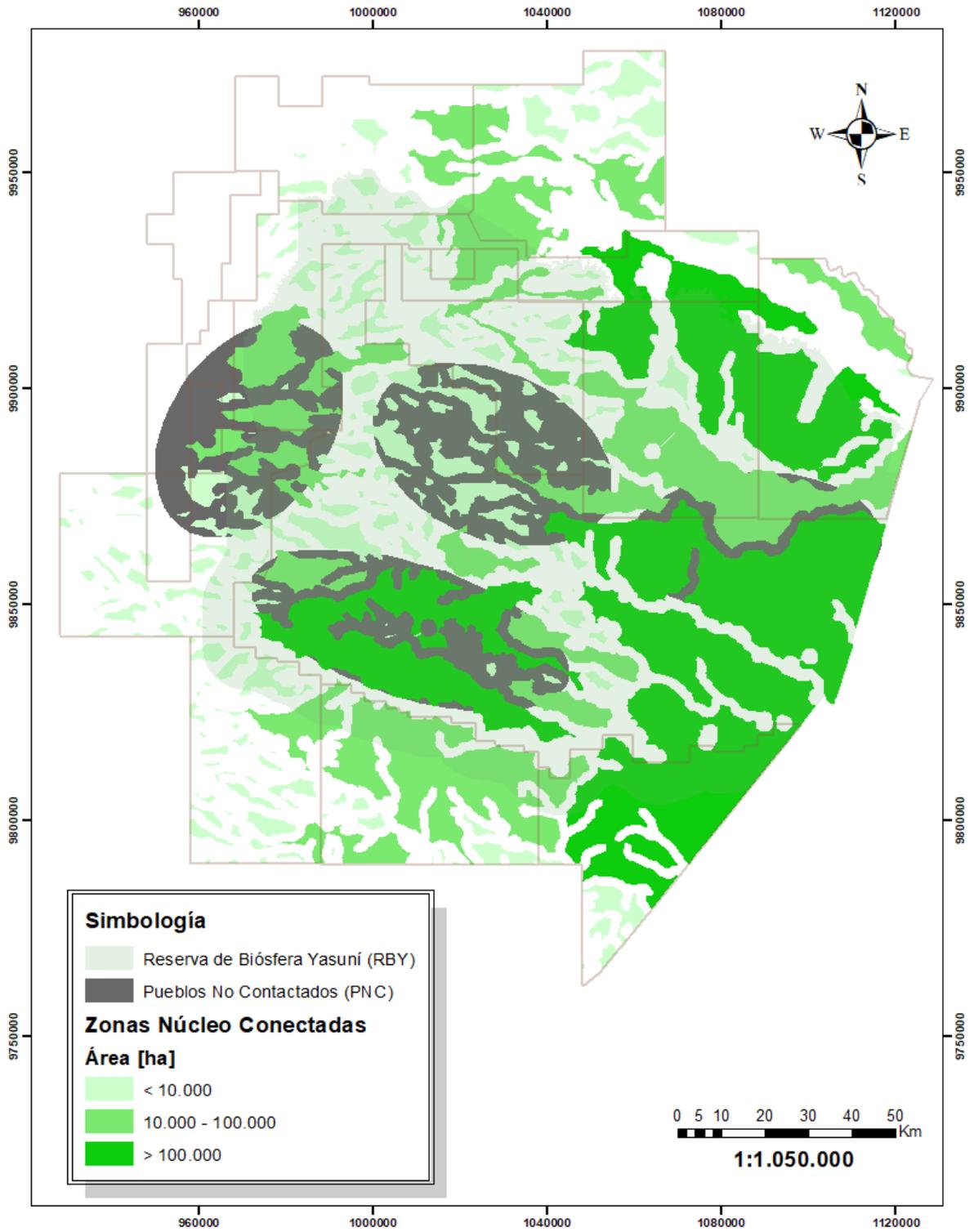


Figura N°10: Mapa Zonas Núcleo sobre los Pueblos No Contactados. Mapa en escala gráfica 1:1050000. WGS_1984_UTM_Zone_17S.

4. CONCLUSIONES

El grado de influencia humana sobre la RBY es una realidad. Reportándose un 2% de afectación directa y un 10% de afectación indirecta, respecto a su superficie total. Acorde el estudio, la afectación generada por fuentes de alteración humana es superior a la afectación causada por vías y facilidades e instalaciones petroleras; sin deslindar la relación directa que pudiesen llegar a tener entre sí.

Dentro de la RBY, existen parches que representan una gran oportunidad de conservación de la biodiversidad. Estos parches, constituyen zonas de núcleo, conectadas y libres de cualquier perturbación humana. Reportándose un 46% de área silvestre, respecto a la superficie total.

Se evidencia una implicación directa sobre los PNC. Todos los grupos presentan afectación externa en mayor o menor grado. Esto, refleja que no se cumple a cabalidad el respeto a su autodeterminación de mantener su forma de vida, derecho expresado en la carta magna.

La afectación presente sobre los PNC, no implica que estos no puedan recuperar la garantía de protección sobre su territorio. Esto se demuestra, con los parches de zonas núcleo detectadas dentro de su posible ubicación y que reflejaron resultados alentadores en pro de su conservación.

5. RECOMENDACIONES

Mapear y detectar el grado de afectación humana, para posteriormente identificar las zonas núcleo de una manera exacta, es algo difícil de conseguir. Esto, debido a la gran escala que se maneja, el gran porcentaje de incertidumbre manejado en los sets de datos y la falta de validación de los mismos con un barrido en sitio. Por lo que se recomienda, tomar en cuenta lo manifestado, para estudios futuros.

Se recomienda que los mapas generados del presente estudio sean utilizados por la autoridad competente para poder reforzar la política de conservación nacional de áreas silvestres.

Los mapas presentados pueden utilizarse para definir zonas focalizadas de protección, ser la base para modelos de conectividad ecológica y también ser utilizados para un seguimiento a largo plazo de los cambios a producirse dentro de las zonas núcleo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Allan J, Venter O, Watson M. (2017). *Temporally intercomparable maps of terrestrial wilderness and the Last of the Wild*. Obtenido de Scientific data: <https://www.nature.com/articles/sdata2017187>
- Bordieu, P. (1992). Sobre el Estado. En *Cursos College France*.
- Cao Y, Carver S, Yang R. (2019). *Mapping wilderness in China: Comparing and integrating Boolean and WLC approaches*. Obtenido de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204619300131>
- Casson S, Martin V, Watson A, Stringer A, Kormos C. (2016). *Wilderness Protected Areas: Management Guidelines for IUCN Category 1b*. Obtenido de International Union for Conservation of Nature: <https://www.leopold.wilderness.net/docs/union-for-conservation-of-nature.pdf>
- Earth Observing System. (2013). *Landsat 8*. Obtenido de EOS: <https://eos.com/es/find-satellite/landsat-8/>
- EP PETROECUADOR. (2013). *El petróleo en el Ecuador, la nueva era*. Obtenido de WEB EP PETROECUADOR : <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/El-Petr%C3%B3leo-en-el-Ecuador-La-Nueva-Era.pdf>
- Garcés, M. F. (2011). *La Reserva de Biósfera Yasuní y el turismo sostenible : la construcción del proyecto de la REST desde la interacción sociopolítica de actores*. Obtenido de Repositorio Digital FLACSO Ecuador: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/3914>
- Garnett S, Burgess N, Fernández A, Molnár Z, Robinson C, ... , Leiper I. (2018). *A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation*. Obtenido de Nature Sustainability: <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0100-6>
- Granados C, Serrano D, García A. (2014). *Efecto de borde en la composición y en la estructura de los bosques templados. Sierra de Monte-Alto, Centro de México*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://doi.org/10.15446/caldas.v36n2.47486>
- Inostroza L, Zasada I, König H. (2016). *Assessing spatial patterns of human impact on*

landscapes in Southern Patagonia, Chile. Obtenido de Regional Environmental Change: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-016-0935-1>

Jiménez, Á. (2020). *Análisis del efecto de la legislación especial para la extracción de recursos naturales no renovables en áreas protegidas: Bloques 31 y 43 del Parque Nacional Yasuní*. Obtenido de Repositorio Digital EPN: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21002>

Kormos, C. (2008). *Handbook on international wilderness law and policy*. Obtenido de National Agricultural Library: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300129104>

Lewis S, Maslin M. (2015). *Defining the Anthropocene*. Obtenido de Nature: <https://www.nature.com/articles/nature14258>

Matellanes, R. (2017). *Combinaciones RGB de imágenes satélite Landsat y Sentinel*. Obtenido de <http://www.gisandbeers.com/combinacion-de-imagenes-satelite-landsat-sentinel-rgb/>

Ministerio de Turismo. (2014). *Ecuador megadiverso y único en el centro del mundo*. Obtenido de Ministerio de Turismo: <https://www.turismo.gob.ec/ecuador-megadiverso-y-unico-en-el-centro-del-mundo/>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Reserva de la Biósfera Yasuní: Guía de Turismo Sostenible*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-yasuní>

Pérez P, López F, García O, Cuevas P, González A. (2013). *Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: factores y limitantes*. Obtenido de Biológicas UMICH: <https://www.biologicas.umich.mx/index.php?journal=biologicas&page=article&op=view&path%5B%5D=148&path%5B%5D=pdf>

Pérez, M. C. (2015). *Sistemas de protección a los pueblos no contactados del Ecuador*. Obtenido de Repositorio PUCE: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10119>

Riggio J, Baillie J, Brumby S, Ellies E, Kennedy C, ... , Jacobson A. (2020). *Global human influence maps reveal clear opportunities in conserving Earth's remaining intact terrestrial ecosystem*. Obtenido de Wiley online library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.15109>

Sanderson E, Jaiteh M, Levy M, Redford K, Wannebo A, Woolmer G. (2002). *The Human Footprint and the Last of the Wild: The human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not.* Obtenido de OUP Academic: <https://academic.oup.com/bioscience/article/52/10/891/354831>

Santillán, M. C. (2019). *Estado ecuatoriano y pueblos indígenas no contactados.* Obtenido de Alainet: <https://www.alainet.org/es/articulo/201703>

The European Space Agency. (2015). *Sentinel 2.* Obtenido de The European Space Agency: https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/SENTINEL_2