

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y
PETRÓLEOS**

**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**

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

OPCIÓN: ARTÍCULO ACADÉMICO

ÁNGEL ANDRÉS JIMÉNEZ CARRIÓN

ajandres7469@gmail.com

DIRECTOR: JOSÉ LUIS RIVERA PARRA, PhD

jose.riverap@epn.edu.ec

Quito, agosto 2020

DECLARACIÓN

Yo, Ángel Andrés Jiménez Carrión, 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.

Ángel Andrés Jiménez Carrión

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ángel Andrés Jiménez Carrión, bajo mi supervisión.

José Luis Rivera Parra, PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Ángel y Nancy, que junto a mis hermanas siempre me han brindado su apoyo y amor incondicional. Ellos siempre me han enseñado con el ejemplo la fortaleza y sacrificio que se requiere para alcanzar las metas en la vida.

A la Escuela Politécnica Nacional, en especial a la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos y todos quienes la conforman, ya que ha sido la institución que me acogió formándome en el ámbito académico y me preparo para la vida profesional.

Al PhD. José Luis Rivera, siendo mi tutor le expreso mi mayor gratitud, su valiosa experiencia, compromiso con los estudiantes y el desarrollo del conocimiento me inspiraron para poder desarrollar mi trabajo de titulación, sin él no habría sido posible.

A los miembros del tribunal, Phd. Johnny Zambrano y PhD. Selene Baez, que hicieron valiosos aportes durante la edición del trabajo.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes en todas las etapas de mi carrera universitaria compartiendo todos los momentos dentro y fuera de las aulas.

Gracias por la fe, el apoyo, y la confianza.

Ángel Andrés Jiménez Carrión

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS	VI
ABSTRACT	VII
RESUMEN	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Área de Estudio.....	3
2.2. Normativas aplicadas dentro del área de estudio	4
2.3. Efecto de Borde.....	5
2.4. Salvaguardas Ambientales	7
3. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Cartografía, Diagnostico y Muestreo	8
3.2. Modelamiento.....	9
3.3. Determinación de las áreas afectadas y sus características	9
3.4. Diagnóstico del efecto de borde	10
4. RESULTADOS	13
4.1. Visión General.....	13
4.2. Evaluación de vías y ductos	15
4.3. Evaluación de instalaciones.....	17
4.4. Efecto de borde a escala del parque	19
5. DISCUSIÓN.....	20
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa general de afectación para los Bloques 16,31 y 43	12
Figura 2: Distribución de áreas afectadas	13
Figura 3: Relación porcentual sobre el área total afectada.....	14
Figura 4: Relación de área afectada sobre área intervenida	14
Figura 5: Área afectada por kilómetro de vía.....	15
Figura 6: Mapa de afectación para vías y ductos	16
Figura 7: Relación de área afectada sobre área intervenida para instalaciones.....	17
Figura 8: Mapa de afectación para instalaciones	18
Figura 9: Ejemplo práctico del comportamiento del efecto de borde.....	22

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen parámetros aplicados dentro y fuera de Áreas Protegidas	4
--	---

ABSTRACT

The oil industry in Ecuador is constantly seeking to improve its environmental practices and align with the global trend of sustainable production. A way to achieve this objective is to have a solid body of laws that provides the appropriate guidelines to carry out the petroleum industry operations, respecting the criteria of sustainability and care for the environment. The Ecuadorian state, hand by hand with the oil industry, must ensure the actions taken are effective to reduce the environmental impact. The RAOHE forbids opening roads, among other restrictions, within protected natural areas (Presidency of the Republic of Ecuador, 2001). For this reason, in order to accomplish the exploitation projects in Blocks 31 and 43, the National Assembly of Ecuador made a declaration of national interest, opening the guideline for carrying out the project by establishing: "That the extent of the affectation is not greater than one per thousand (1/1000)." (National Assembly of Ecuador, 2014). By approving the corresponding environmental management plan, the projects proceed following special parameters (environmental safeguards), different from those already existing in the RAOHE (2001). The present paper evaluates the effectiveness of the special legislation and the mitigation measures that were used in Blocks 31 and 43, comparing them with the regulations established on the RAOHE (2001). Due to the fact of RAOHE (2001) was applied on Block 16, we choose it to make a comparison because it is close to the blocks already mentioned and it's on a similar geographical situation. In total 52452 hectares affected were classified into the intervened area, areas of direct effects, and areas of indirect effects. The environmental impact was characterized in the form of an edge effect generated by oil facilities, roads, and pipelines. We used ArcGIS software that allows us to model the intervened and influence area using geoprocessing tools. Chi-squared tests and analysis of variance tests (ANOVA) were performed to determine that the proportion between the intervened and affected area is maintained for all blocks. Furthermore, we determine the edge effect does not depend on the parameters that were used in the special legislation because the area of influence is more related to the dispersion of the facilities. And in the case of roads, its affected area depends on the length and not on its width, so a reduction of several meters on its width is not decisive. We conclude that there is no significant difference in the application of special regulations. This study provides results that can be very useful for the planning and development of oil exploitation projects, as well as for updates to current regulations that provide a legal framework according to the current situation of the industry.

Keywords: Edge effect, edge influence, environmental legislation, landscape ecology, petroleum impact, Yasuní.

RESUMEN

En la actualidad la industria petrolera en el Ecuador se encuentra en la búsqueda constante de mejorar sus prácticas ambientales y alinearse con la tendencia mundial de una explotación sustentable. Un factor para poder lograr este objetivo es tener un marco legal sólido que proporcione los lineamientos adecuados para llevar a cabo las operaciones hidrocarburíferas respetando criterios de sustentabilidad y cuidado del ambiente. De igual manera, el estado ecuatoriano, de la mano con la industria petrolera, debe asegurar que las medidas implementadas justifiquen su uso siendo estas efectivas para reducir el impacto ambiental. Parte del enfoque de explotación responsable viene del entendimiento de las operaciones a realizarse como los efectos que estas producen en el ambiente. Dentro del RAOHE se establece la prohibición de apertura de carreteras entre otras restricciones para la actividad petrolera en áreas naturales protegidas (Presidencia Constitucional de la Republica del Ecuador, 2001). Por este motivo para poder llevar a cabo los proyectos de explotación en los Bloques 31 y 43, la asamblea nacional realizó una declaración de interés nacional abriendo la pauta para la realización del proyecto, y estableciendo: "Que la extensión de afectación no sea mayor al del uno por mil (1/1000)." (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014). Así, aprobando el plan de manejo ambiental correspondiente, los proyectos se ejecutaron siguiendo parámetros especiales (salvaguardias ambientales), diferentes a los ya existentes en el RAOHE (2001). En tal sentido, el presente estudio aborda de una manera técnica la efectividad de la legislación especial y las medidas de mitigación que se utilizaron en los Bloques 31 y 43 aprobadas mediante decreto y acuerdos ministeriales, comparándolas con la normativa que se hallaba vigente correspondiente al RAOHE (2001). A fin de realizar un análisis comparativo se escogió al Bloque 16 el cual se encuentra próximo a los bloques ya mencionados y en una situación geográfica similar, no obstante, en este se aplicó el RAOHE (2001). En total 52452 hectáreas afectadas fueron clasificadas entre área intervenida y área de afectación directa e indirecta. De esta manera se caracterizó el impacto ambiental en forma de efecto de borde que generan las instalaciones petroleras, vías y ductos. Para esto nos ayudamos del software ArcGIS que permite modelar el área intervenida y de influencia mediante herramientas de geoprocésamiento. Se realizaron pruebas de bondad de ajuste y de análisis de varianza (ANOVA). Con lo que se determinó que la proporción entre área intervenida y afectada se mantiene para todos los bloques. Además, que el efecto de borde no depende de los parámetros que se utilizaron en la legislación especial. Se pudo apreciar que el área de influencia va a estar más relacionada con la dispersión de las instalaciones. Y para el caso de vías, su área de influencia va a depender en mayor medida del largo y

no de su ancho de derecho de vía, por lo que una reducción en varios metros en su ancho no resulta determinante. En definitiva, se concluye que no existe una diferencia significativa con la aplicación de una normativa especial. Este estudio aporta resultados que pueden ser de gran utilidad para la planificación y desarrollo de proyectos de explotación petrolera, así como para actualizaciones a las normativas vigentes que brinden un marco legal acorde a la situación actual de la industria.

Palabras clave: Área de influencia, ecología del paisaje, efecto de borde, impacto ambiental, legislación ambiental, Yasuní.

1. INTRODUCCIÓN

Las operaciones en la industria petrolera generan un impacto en el ambiente. En el Ecuador, esto se puede evidenciar a pequeña y gran escala en la región oriental (Mena, 2010). En donde de la mano del desarrollo de la industria petrolera se observa sus efectos en la población y en el ambiente. El Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE) constituye el marco legal vigente para todo proyecto petrolero. Este reglamento entró en un debate social en el año 2013 debido la declaratoria del gobierno ecuatoriano de explotar los recursos hidrocarburíferos presentes en el subsuelo de los Bloques 31 y 43 (Herrera, 2014), ubicados en una parte del Parque Nacional Yasuní.

Por consiguiente, con el fin de llevar acabo los proyectos en esta zona, se determinaron parámetros especiales que buscaban reducir el impacto que tendría la actividad petrolera dentro del Parque Nacional Yasuní (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014). Todo esto tras varios debates en la Asamblea Nacional y Acuerdos Ministeriales, en los que se le dio forma a una normativa ambiental que pretendía reducir el impacto en el área pese a existir ya un cuerpo legal vigente que contemplaba actividades dentro de áreas protegidas. Durante todo el proyecto se ha puesto énfasis en las salvaguardas ambientales que se han implementado en las instalaciones del Bloque 31 y 43 (Petroamazonas EP, 2014), tomándolos como modelo de explotación amigable con el ambiente. Sin embargo, queda por determinar si estas han cumplido con su objetivo y si realmente se redujo el impacto de las instalaciones en el ecosistema.

A fin de analizar la aplicación de la legislación especial para la extracción de recursos naturales no renovables en áreas naturales protegidas en los Bloques 31 y 43 del Parque Nacional Yasuní, se evaluaron las instalaciones presentes en los bloques, además se tomó el efecto de borde como indicador de impacto ambiental.

El efecto de borde es una de las afectaciones de mayor interés, se manifiesta en el área circundante a instalaciones, ductos y vías petroleras. En numerosos estudios se caracterizan 3 zonas que influyen en el efecto de borde. El área intervenida en la cual se encuentra un ecosistema alterado. El área de influencia directa, o efecto de borde fuerte, la cual se encuentra en contacto con el ecosistema alterado. Y una zona de transición denominada área de influencia indirecta, la cual marca el área que existe entre el núcleo del ecosistema original y el área de influencia directa. En cada zona se presentan fenómenos particulares que son importantes para comprender el impacto ambiental de la actividad petrolera, estos serán detallados más adelante dentro del marco teórico.

Se escogió analizar la diferencia entre la efectividad de la normativa especial implementada en los Bloques 31 y 43, comparándola con la del Bloque 16 el cual presenta características similares a los bloques ya mencionados, no obstante, la normativa que usa corresponde al RAOHE (2001). Teniendo como objetivo general analizar la aplicación de la legislación especial para la extracción de recursos naturales no renovables en áreas naturales protegidas: Bloques 31 y 43 del Parque Nacional Yasuní evaluando el impacto ambiental que genera. Además, se plantearon objetivos específicos: 1) Identificar las diferencias que tiene la legislación especial para la extracción de recursos naturales no renovables en áreas naturales protegidas: Bloques 31 y 43 del Parque Nacional Yasuní, con la legislación normal para la explotación petrolera, 2) Modelar el impacto ambiental directo e indirecto que tiene la aplicación de la legislación especial en los Bloques 31 y 43 mediante el uso de herramientas de geoprocusamiento y 3) Determinar si la legislación especial tiene un efecto determinante en la mitigación del impacto ambiental directo e indirecto con respecto a la aplicación de la legislación normal, realizando una comparación objetiva de los efectos que produce cada normativa.

El trabajo se constituye en un apoyo técnico a ser utilizado para la optimización de Planes de Manejo Ambiental, Planes de Desarrollo de Campos Petroleros, y en futuras revisiones a las normativas vigentes que involucran a la industria petrolera.

En el trabajo no se aborda la fragmentación del ecosistema debido a que no se dispone de los indicadores ni la metodología necesaria para poder medir objetivamente este proceso. No se busca determinar si dentro de los diferentes bloques se está cumpliendo la normativa establecida. Razón por la cual no se utilizaron datos tomados in situ. Respecto a la entrada en vigencia de nuevo RAOH en abril del 2020 en reemplazo del RAOHE (2001), no se tomará en cuenta los cambios realizados, debido a que la mayoría de parámetros se mantienen y a que dentro de las disposiciones transitorias se establece que el monitoreo ambiental deberá continuar conforme a los parámetros y condiciones establecidas en los planes de manejo ambiental aprobados antes de la fecha de publicación del nuevo reglamento (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2020).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Área de Estudio

El estudio se desarrolló en los Bloques 16, 31 y 43, ubicados en la provincia de Orellana en el Oriente Ecuatoriano. Estos bloques tienen una parte de su área dentro del Parque Nacional Yasuní. Esta zona de bosque húmedo tropical amazónico es importante al ser el área protegida más grande del Ecuador continental con una superficie de 1022736 hectáreas, además de su impresionante biodiversidad.

El Bloque 16 con una superficie total de 131878 hectáreas se encuentra concesionado a la petrolera Repsol. Se presenta como una zona de interés debido a que el 22% de su superficie se encuentra dentro del Parque Nacional Yasuní lo que corresponde a 58141 hectáreas. El bloque comparte múltiples parecidos bióticos y abióticos con los Bloques 31 y 43 debido a su cercanía. Sin embargo, en dicho bloque no se aplicaron consideraciones especiales que se dieron en los Bloques 31 y 43, esto se dio debido principalmente a que comenzó a operar en 1994 (Repsol, 2016) y posteriormente con la promulgación del RAOHE (2001) se aplicaron los parámetros especificados para actividades dentro de áreas naturales protegidas. Además, dentro de los límites del bloque hay asentamientos humanos nativos, estos asentamientos se han visto beneficiados con el desarrollo del campo y con la llegada de algunos servicios básicos, lo que ha provocado que crezca su población y el área en la que se asientan.

El Bloque 31 tiene una superficie de 200097 hectáreas, mientras el Bloque 43 tiene una superficie de 191898 hectáreas, ambos operados por Petroamazonas. Los Bloques 31 y 43 tienen un área dentro del PNY de 173969 y 191898 hectáreas, respectivamente, que corresponde al 87% y 55% de su área total. Cada bloque presenta una situación sutilmente diferente, el Bloque 31 al estar casi en su totalidad dentro del área protegida del PNY, no puede albergar estaciones de producción u otras facilidades de mayor tamaño (Presidencia Constitucional de la Republica del Ecuador, 2001), por lo que se vieron obligados a complementar sus facilidades ubicándolas en el Bloque 14 que se encuentra fuera del PNY. Mientras que el Bloque 43 tiene la particularidad de albergar asentamientos humanos de tamaño considerable dentro de sus límites, estos se encuentran fuera del área protegida, pero su crecimiento podría aumentar el riesgo de alteraciones al ecosistema en las áreas circundantes que se encuentra dentro del PNY.

2.2. Normativas aplicadas dentro del área de estudio

Dentro del área de estudio se dan dos casos particulares. Por una parte, el Bloque 16 inicio sus actividades de extracción con las Plantas de Facilidades Norte (NPF) y Sur (SPF) en 1994 y 1997, respectivamente (Repsol, 2016), antes de la promulgación del RAOHE (2001). Posteriormente para fases de extracción y desarrollo se acogió a los parámetros estipulados en el RAOHE (2001) para operaciones dentro de áreas protegidas y no protegidas según se requirió en las diferentes instalaciones. Por otro lado, en los Bloques 31 y 43, tras la declaratoria de interés nacional y la notoriedad que alcanzaron los bloques durante su fase de concesión en la opinión pública nacional e internacional, se aprobó un plan de manejo ambiental mediante decreto y acuerdo ministerial en el que se estipulan parámetros especiales, denominados salvaguardias ambientales, que fueron implementados con el fin de mitigar el impacto ambiental y establecer un modelo de explotación amigable con el ambiente. Las diferencias por analizarse se observan en la Tabla 1, con énfasis en el área desbrozada para cada zona, debido a que este será un factor importante a considerar para medir el área afectada.

Tabla 1: Resumen parámetros aplicados dentro y fuera de Áreas Protegidas. Normativa aplicada para la construcción de instalaciones, vías y ductos en los bloques 16, 31 y 43.

Estructura	Parámetro	Fuera de Áreas Protegidas	Dentro de Áreas Protegidas
Vías	Obra básica	10 metros de ancho. RAOHE Art. 85	Prohibición de apertura de carreteras. RAOHE Art. 19
	Ancho de desbroce	20 metros. RAOHE Art. 85	Prohibición de apertura de carreteras. RAOHE Art. 19
	Ancho de calzada	5 metros, con sobrecanchos justificados por topografía. RAOHE Art. 85	Prohibición de apertura de carreteras. RAOHE Art. 19
Área operativa	Área	1,5 hectáreas, puede ser más si se justifica. RAOHE Art. 52	1,5 hectáreas máx. RAOHE Art. 52
	Área de perforación en racimo	0,2 hectáreas por cada pozo adicional. RAOHE Art. 56	0,2 hectáreas por cada pozo adicional. RAOHE Art. 56

Facilidades	Estaciones de producción	Permitido. RAOHE Art. 64	No permitido. RAOHE Art. 64
Oleoductos	Desbroce de oleoducto	15 metros máx., 10 promedio. RAOHE Art. 73	6 metros o 5 metros. PMA Bloque 31 y 43
	Desbroce oleoducto con carretera	6 metros a partir del borde de la obra básica. RAOHE Art. 85	No permitido. RAOHE Art. 73
	Desbroce de senderos	1,2 metros. RAOHE Art. 73	1,2 metros. RAOHE Art. 73
Acceso ecológico	Ancho de desbroce	N/A	10 metros. PMA Bloque 31 y 43
	Ancho de sendero	N/A	4 metros a 5 metros. PMA Bloque 31

Fuente: RAOHE (Presidencia Constitucional de la Republica del Ecuador, 2001) y PMA Bloque 31 y 43 (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2011).

El 1 de abril de abril de 2020, se publicó en el registro oficial N° 174 un nuevo Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador emitido por Acuerdo Ministerial No. 100-A, en reemplazo del RAOHE vigente por D. E. 1215 de 2001. En cumplimiento a la disposición derogatoria quinta del Reglamento a Código Orgánico del Ambiente de junio de 2019. El nuevo RAOH mantiene la mayoría de las regulaciones vigentes en el anterior reglamento, actualiza responsabilidades y competencias de organismos estatales desaparecidos hacia el Ministerio del Ambiente. Dentro de las disposiciones transitorias se establece que el monitoreo ambiental de proyectos deberá seguir los parámetros y condiciones de los planes de manejo ambiental aprobados antes de la expedición del nuevo reglamento, razón por la que no serán tomados en cuenta dichos cambios en este estudio (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2020).

2.3. Efecto de Borde

El efecto de borde manifiesta la interacción entre dos ecosistemas, en este caso el primer ecosistema es el bosque nublado tropical amazónico, mientras el segundo ecosistema es el que se produce mediante las alteraciones de un conjunto de propiedades en el área intervenida 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 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, etc. (Pérez & et al., 2013). Todos estos cambios en las variables ambientales tienen un efecto en la flora y fauna del área, ya que el desequilibrio del ecosistema crea un nicho que va a ser llenado por especies pioneras y oportunistas (plantas y animales), cuyos requerimientos de energía, facilidad de adaptación y capacidad de reproducción les otorga una ventaja al momento de competir por un lugar en la zona alterada. Este fenómeno se da dentro y fuera del borde, es parte de la “sucesión ecológica” que es un mecanismo natural de restauración del ecosistema (Pérez & et al., 2013). Como resultado el efecto de borde puede favorecer a algunas especies (Fahrig & et al., 2018), sin embargo la mayoría de especies a las que el efecto de borde les resulta negativo suelen ser de interés para conservación (Fletcher & et al., 2018). De esta manera, en base a investigaciones análogas se clasifican los cambios que se pueden esperar dentro de los ecosistemas (Granados & et al, 2014).

El efecto de borde puede llegar dentro de un ecosistema tan lejos como 10 km a partir del límite del área desbrozada (Broadbent & et al, 2008), sin embargo, para fines de este estudio se ha considerado un impacto fuerte (o directo) de hasta 250 m de caminos y oleoductos, asimismo 500 m a partir del límite de instalaciones petroleras (basado en la metodología de Broadbent et al, 2008). Valores también utilizados dentro del PMA de los campos Tiputini y Tambococha debido a los patrones de dispersión (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2011). El área de influencia directa se caracteriza por abundancia y densidad de individuos sólo superada por la zona de núcleo del bosque tropical, esto se debe principalmente a especies oportunistas que encuentran en las alteraciones del ecosistema un nicho en el cual competir con las especies endémicas de la zona (Granados & et al, 2014). Al mismo tiempo se tiene el área de impacto moderado (o indirecto), también llamado zona de transición, que se extiende a partir del área de influencia directa hasta 2 km a partir de los bordes de caminos, oleoductos o instalaciones. La particularidad de esta área radica en que a esta distancia del área intervenida todavía se sienten los cambios abióticos, pero al no estar en contacto directo con el ecosistema alterado los procesos ecológicos se desarrollan de manera diferente al área de influencia directa. En esta zona se encuentra sustancialmente menos individuos y un claro deterioro del ecosistema que vuelve mucho más sensibles a las alteraciones a muchas especies (Granados & et al, 2014). También desde otro punto de vista el área de borde que llega hasta los 2 km marca la distancia promedio que un ser humano podría recorrer a pie en un solo día dentro del bosque tropical amazónico (Sanderson & et al, 2002). Se puede señalar también que el

efecto de borde marca un límite en la movilidad de muchos animales al interrumpir la continuidad del bosque, por lo pese a no ser un límite físico de alguna manera restringe su hábitat.

2.4. Salvaguardas Ambientales

El Ministerio del Ambiente de Ecuador, en cumplimiento con la declaratoria de interés Nacional del PNY, propuso un modelo de explotación ecológica basado en medidas de mitigación del impacto ambiental, que se desarrollan en tres ejes. El primero consiste en la identificación de áreas biológicamente sensibles como son los bebedores, comederos y saladeros. El segundo es la implementación de accesos ecológicos los cuales consisten en 4 metros de vía de uso unidireccional y 6 metros destinados al soterramiento de ductos, en estos también se aplican las denominadas salvaguardas ambientales de las cuales se tienen conocimiento que en los Bloques 31 y 43 existen: 2 cruces subfluviales para ductos y líneas de servicio, 84 pasos deprimidos, 27 puentes de dosel naturales, 5 puentes de dosel artificiales (Petroamazonas EP, 2014). El tercer eje gira entorno a la perforación de pozos direccionales desde una sola plataforma reduciendo el número de plataformas totales. Es pertinente establecer que los puentes de dosel y los pasos deprimidos son medidas que buscan reducir la ruptura del ecosistema, por lo que, al estar enfocadas a otro efecto, no son relevantes para el efecto de borde. En contraposición, la utilización de una sola plataforma con un área ligeramente más restringida (1,5 ha más 0,2 ha por cada pozo adicional) y los accesos ecológicos si entran dentro del campo de estudio (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2011).

3. METODOLOGÍA

3.1. Cartografía, Diagnóstico y Muestreo

Sobre la base teórica de los parámetros utilizados en los diferentes bloques, se realizó un levantamiento de datos haciendo uso de las fotografías de los satélites Sentinel-2 y Landsat-8 con imágenes tomadas a una resolución de 5 m y 15 m, respectivamente. Con un mapa base de imágenes satelitales se pudo completar y correlacionar información disponible en el Geoportal de Petroamazonas y del Instituto Geográfico Militar, obteniendo el trazado de vías y oleoductos en los diferentes bloques seleccionados para el estudio, así como sus áreas complementarias. Finalmente, las instalaciones petroleras tuvieron que ser correlacionadas con informes técnicos realizados por el Programa de Reparación Ambiental y Social del Ministerio del Ambiente de esta manera verificando el área que se observaba en las imágenes satelitales corresponda a mediciones realizadas in situ por los peritos ambientales.

La muestra de datos que se tomó de los bloques corresponde para el caso de los Bloques 31 y 43 al área intervenida que se encuentra dentro del Parque Nacional Yasuní. En el Bloque 16 se aplicaron los parámetros establecidos en el RAOHE (2001), pero como se puede observar en la Tabla 1, se encuentra restringida la construcción de varias estructuras dentro del área protegida, así que mediante el plan de manejo ambiental del Bloque 16 aprobado mediante decreto ejecutivo 2187 previo a la resolución 213 del Ministerio del Ambiente, se dispuso el desarrollo del proyecto bajo los lineamientos basados en el RAOHE (2001). Por esta razón se puede considerar todo el bloque como una sola muestra. Además, se incluyó las instalaciones ubicadas en la parte norte del parque que corresponden a la Estación de Producción Norte la cual se ubica 2 km por fuera del límite del Bloque 16 al interior del PNY. Esta estación de producción se la consideró parte del muestreo debido a que sus efectos se pueden observar dentro del Bloque 16.

Los Bloques 31 y 43 tienen un acceso ecológico hacia el área que se encuentra dentro del PNY, este está compuesto por 4 metros de vía para la circulación de vehículos medianos y 6 metros de derecho de vía que corresponde a ductos y líneas de servicio soterrados, haciendo un total de un ancho de derecho de vía de 10 m a lo largo de 19,4 km y 9,4 km, respectivamente, dentro del área protegida. En total el Bloque 31 tiene 2 instalaciones que corresponden a la plataforma Apaika y Nenke con un área intervenida total de 8,6 hectáreas, estas se encuentran dentro del área protegida. En el Bloque 43 se han implementado 19 instalaciones de las cuales 4 se encuentran dentro de PNY, estas corresponden a las plataformas Tambococha sumando un área de 13,3 hectáreas.

El Bloque 16 presenta una situación compleja debido su estado de desarrollo, en él se encuentran vías con oleoductos con un ancho de derecho de vía de 16 m en las partes más antiguas y 12 m en áreas desarrolladas a partir del 2014, con un total de 127,4 km de vías y ductos. No obstante, en lugares donde el oleoducto y el camino se separan, se tiene un ancho de derecho de vía de 10 m en promedio para cada uno. Respecto a las instalaciones el Bloque 16 tiene 25 facilidades petroleras y 15 locaciones que corresponde a caseríos, con un total de 94,2 hectáreas. El área de los caseríos se ha considerado dentro del análisis porque su efecto es una consecuencia de la actividad petrolera en la zona, evidentemente haciendo las correcciones del caso.

En los bloques 16 y 43 se encuentran áreas pobladas formando caseríos, los cuales se encuentran fuera del área protegida, estos tuvieron un desarrollo notable con la llegada de la industria petrolera, sin embargo, su derecho de vías tiene 6 metros en promedio y ocupan áreas puntuales dentro de los bloques por lo que su existencia no genera discrepancias en los resultados.

3.2. Modelamiento

El modelamiento se realizó con el software de ArcGIS Pro, versión 2.5. El software permitió representar en un mapa como se encuentran distribuidas las instalaciones dentro de los bloques, comenzando por polilíneas que representaron la ubicación de cada elemento, y posteriormente con el sentido de uniformizar las vías se procedió realizar buffers que corresponden al ancho de derecho de vía para cada caso con la normativa que aplica. Al unir el área correspondiente a vías y ductos con las instalaciones, se obtuvo el área intervenida dentro de cada bloque. A partir del área intervenida en los diferentes bloques, se procedió a generar buffers que evidencien el área de influencia directa (250 m para vías, ductos y 500 m para instalaciones a partir del derecho de vía) y posteriormente indirecta (2 km a partir del límite del derecho de vía).

3.3. Determinación de las áreas afectadas y sus características

Al analizar la información recopilada se caracterizaron 3 niveles de afectación. Diferenciables por los fenómenos y particularidades que se producen en cada uno, ver Figura 1.

El área intervenida en la que se observa un cambio total en el paisaje está totalmente desbrozada. Además de ser un límite físico en la continuidad del ecosistema, se ve frecuentada por seres humanos, especies invasoras (animales domésticos, ratones, plantas, etc.) y especies oportunistas (plantas de ciclo de vida corto, insectos, etc.). Dentro

del área intervenida, debido a su naturaleza, se la puede subdividir en 2 casos. El primero: instalaciones, campamentos o casas, las cuales son una fuente de alteración predominante respecto a las vías y ductos. Por esta razón al realizar un análisis de los resultados se determinó que era favorable abordar las diferentes zonas de manera diferenciada, además de en un análisis conjunto.

El área de influencia directa presenta un efecto de borde fuerte, ya que se encuentra en contacto con el área intervenida. Este límite es muy visible y claramente diferenciable. Al ser una zona muy expuesta, tiene un alto riesgo a la intrusión de seres humanos y de especies ajenas al medio, es decir, en esta área se puede encontrar menor cantidad de especies endémicas las cuales frecuentemente han sido desplazadas por especies oportunistas que encuentran un nicho habitable en el desequilibrio. Esto es aplicable tanto a flora como fauna, este efecto se puede confundir con una falsa abundancia principalmente debido a que se puede observar varias especies compitiendo por un nicho dentro del ecosistema (Granados & et al, 2014).

El área de influencia indirecta, también denominada zona de transición es donde se puede evidenciar el verdadero deterioro del ecosistema, debido a que es un espacio en el cual la alteración ha desplazado ciertas especies y además se encuentra lo suficientemente alejado del límite del área intervenida como para que se les dificulte la entrada a especies invasoras. También marca el límite de riesgo de deforestación (Sanderson & et al, 2002), y a su vez funciona de zona de amortiguamiento para la zona de núcleo del ecosistema. A partir de esta zona y adentrándose en el núcleo se puede encontrar toda clase de especies endémicas que se las puede considerar inalteradas (Granados & et al, 2014).

3.4. Diagnóstico del efecto de borde

Se evaluó un total de 39208 hectáreas afectadas en el Bloque 16 en donde se aplicó la normativa especificada en el RAOHE (2001). En el Bloque 31, de 8671 hectáreas afectadas, 8224 hectáreas se encuentran dentro del PNY y en ellas se aplicó la normativa especial de salvaguardias ambientales por lo que juntamente con 5019 hectáreas del Bloque 43 de 19250 hectáreas que cumplen con las mismas características, serán objeto del análisis planteado en este trabajo. En total 52452 hectáreas fueron clasificadas de acuerdo con parámetros sugeridos por estudios de campo (Broadbent & et al, 2008), que se establecieron previamente.

Se separó el área intervenida dependiendo de su uso, teniendo en un grupo vías y ductos y por otro lado instalaciones (plataformas, campamentos, facilidades, caseríos). Para el primer grupo, que comprende un total de 156 km entre vías y ductos, se implementó una

prueba de bondad de ajuste ($p:0,05$, $gl:2$) para determinar si existe un cambio significativo en la relación de área afectada (área intervenida, área de afectación directa e indirecta) por kilómetro de vía obtenidos en los diferentes bloques. Por otra parte, para el análisis de instalaciones se realizó un análisis de varianza (ANOVA, $p:0,05$) verificando si existe un cambio significativo en el área intervenida, área de afectación directa e indirecta de 61 instalaciones presentes en los Bloques 16, 31 y 43. De esta manera verificar si existe un cambio tanto en vías y ductos atribuible a la aplicación de la legislación especial.

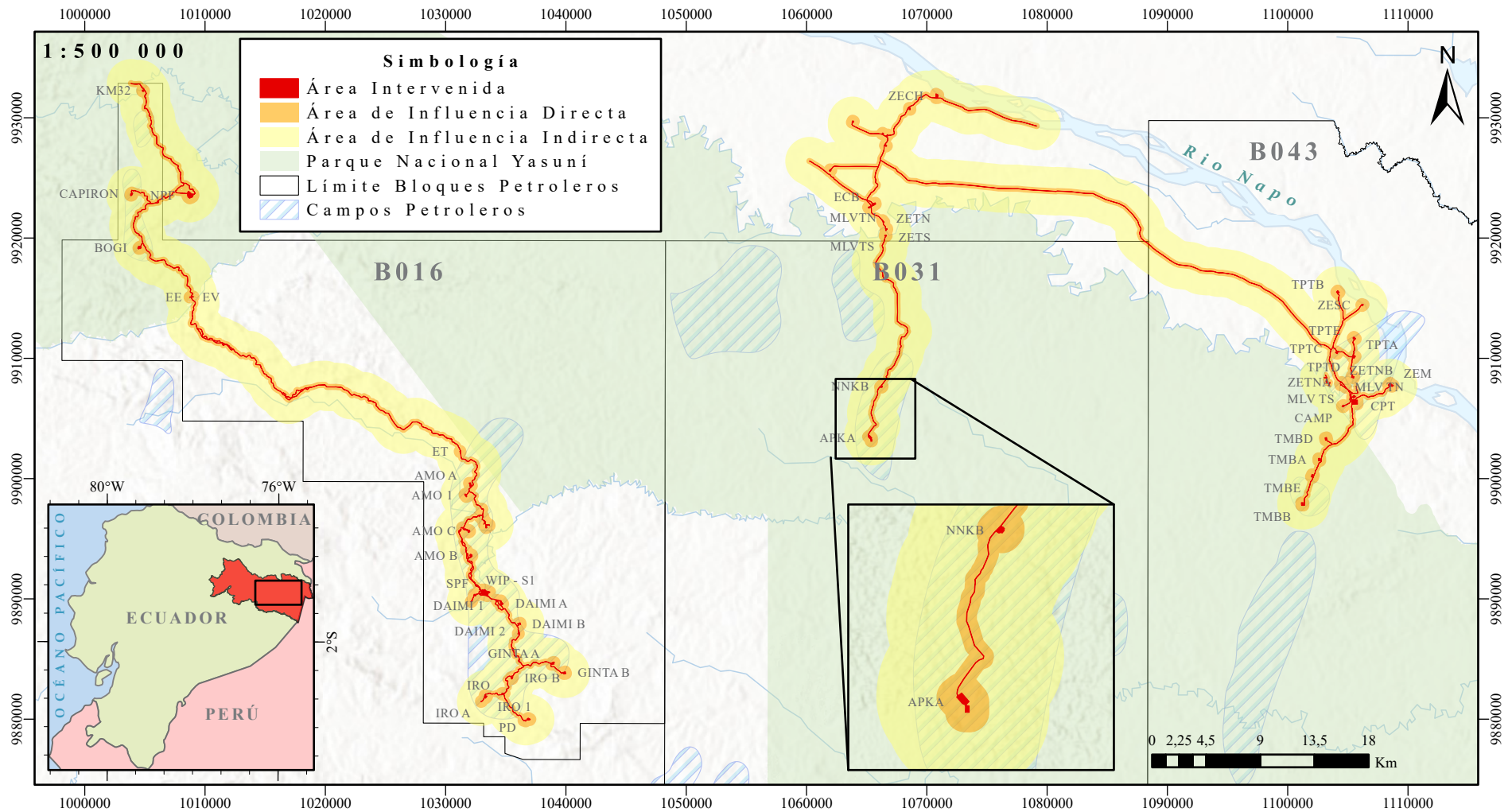


Figura 1: Mapa general de afectación para los Bloques 16,31 y 43. Mapa en escala grafica 1:500 000 de afectación por efecto de borde para los Bloques 16, 31 y 43. WGS 84 UTM Zona 18S.

4. RESULTADOS

4.1. Visión General

De manera general se observa que el efecto de las diferentes normativas aplicadas en cada bloque (Figura 2), corresponde a una proporción de afectación. Para poder visualizar de mejor manera más didáctica se lo ha expresado en porcentaje en la Figura 3, en donde se nota que, del total del área afectada, entre el 82% al 86% corresponde al área de influencia indirecta, entre un 13% al 17% al área de influencia directa y menos de un 1% al área intervenida. Por consiguiente, la proporción se mantiene en todos los bloques. Asimismo, se tiene una noción de que tan representativa es cada área dentro del área total afectada.

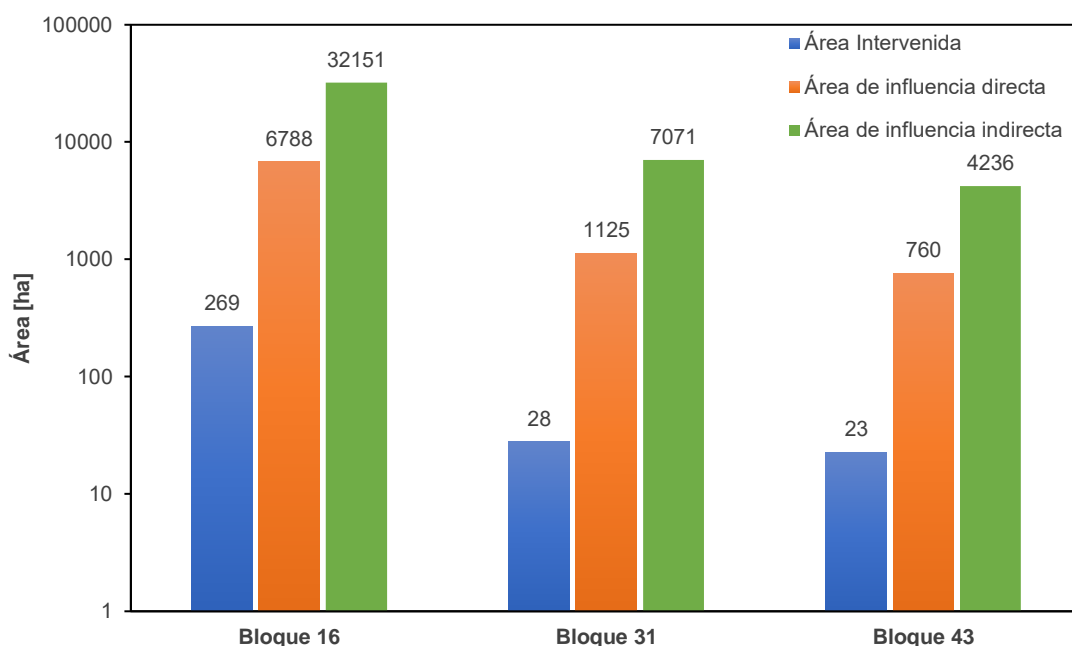


Figura 2: Distribución de áreas afectadas. Representación gráfica donde se puede observar la distribución de las diferentes áreas afectas en hectáreas.

Pero para poder visualizar de mejor manera el cambio que se observa entre la aplicación de las diferentes normativas, se ha propuesto analizar la relación entre el área afectada y el área intervenida. Como se puede observar en la Figura 4, los Bloques 31 y 43 son los que más hectáreas afectadas tienen por hectárea intervenida. El Bloque 16 presenta 25 hectáreas con afectación directa y 119 hectáreas con afectación indirecta por cada hectárea intervenida. Siendo el Bloque 16 el más desarrollado y sin embargo el que menos impacto por hectárea intervenida presenta.

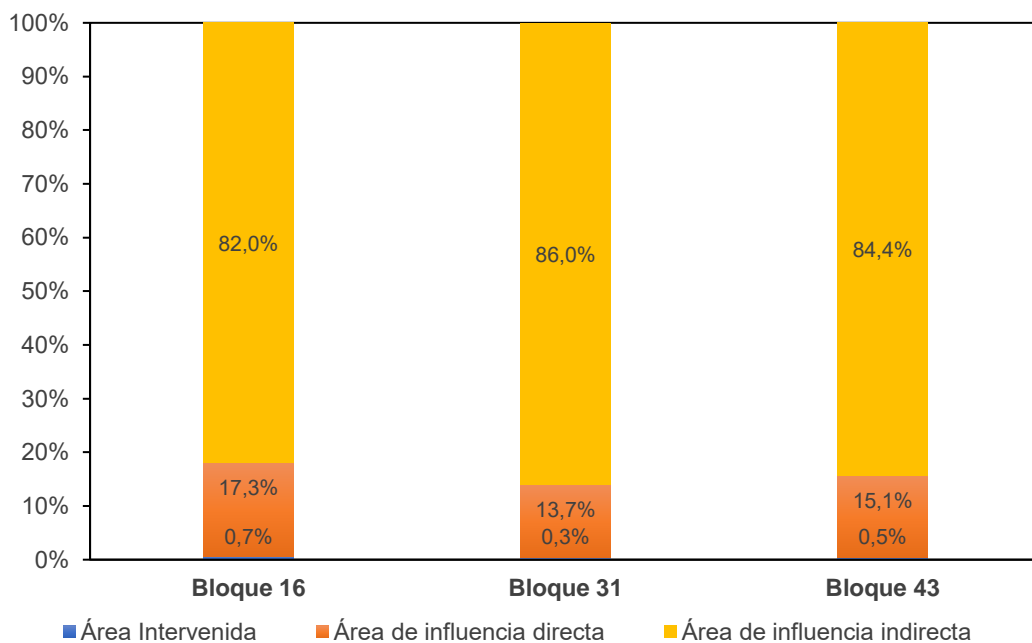


Figura 3: Relación porcentual sobre el área total afectada para los Bloques 16, 31 y 43.

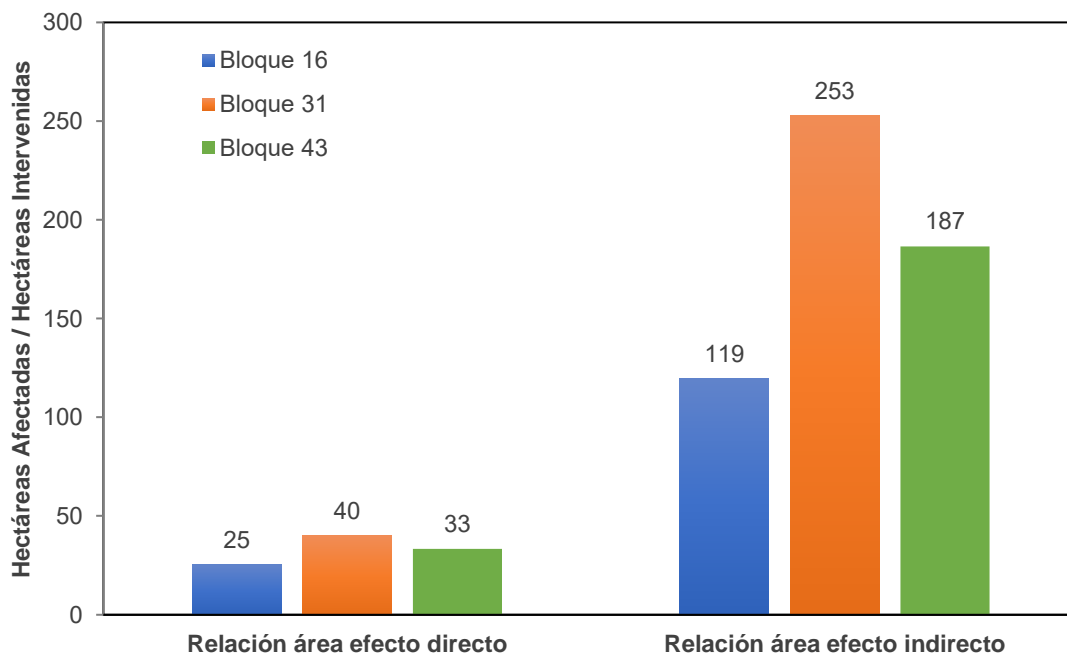


Figura 4: Relación de área afectada sobre área intervenida. Representación gráfica de la relación del número de hectáreas afectadas por cada hectárea intervenida.

4.2. Evaluación del efecto de vías y ductos

Para el caso de vías y ductos tomando sus áreas afectadas por separado, se las divide por la longitud para poder realizar una comparación. Los resultados se pueden observar en la Figura 5. De esta manera se tiene el área afectada que se tiene por kilómetro de vía para los 3 diferentes bloques. Con los valores obtenidos se realizó una prueba de bondad de ajuste con una confianza del 5%, para determinar si el cambio entre normativas es significativo.

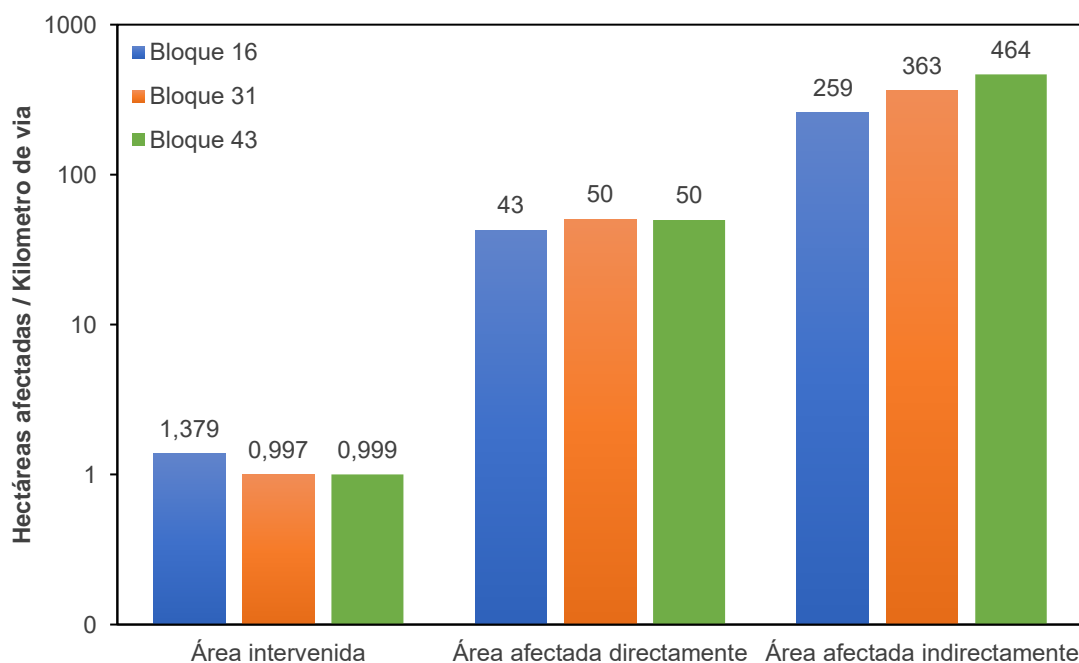


Figura 5: Área afectada por kilómetro de vía. Representación gráfica de la relación entre el área afectada por kilómetro de vía [ha/km], para los Bloques 16,31 y 43.

De manera general en la Figura 6, se puede observar que no hay una diferencia clara entre los bloques, más allá de encontrarse en diferentes etapas de desarrollo. Lo cual es confirmado por la prueba de bondad de ajuste, cuyo resultado para el área intervenida y el área de influencia directa indica que no existe un cambio significativo ($p > 0,05$, gl:2), mientras para en área de influencia indirecta las diferencias son significativas ($p < 0,05$, gl:2).

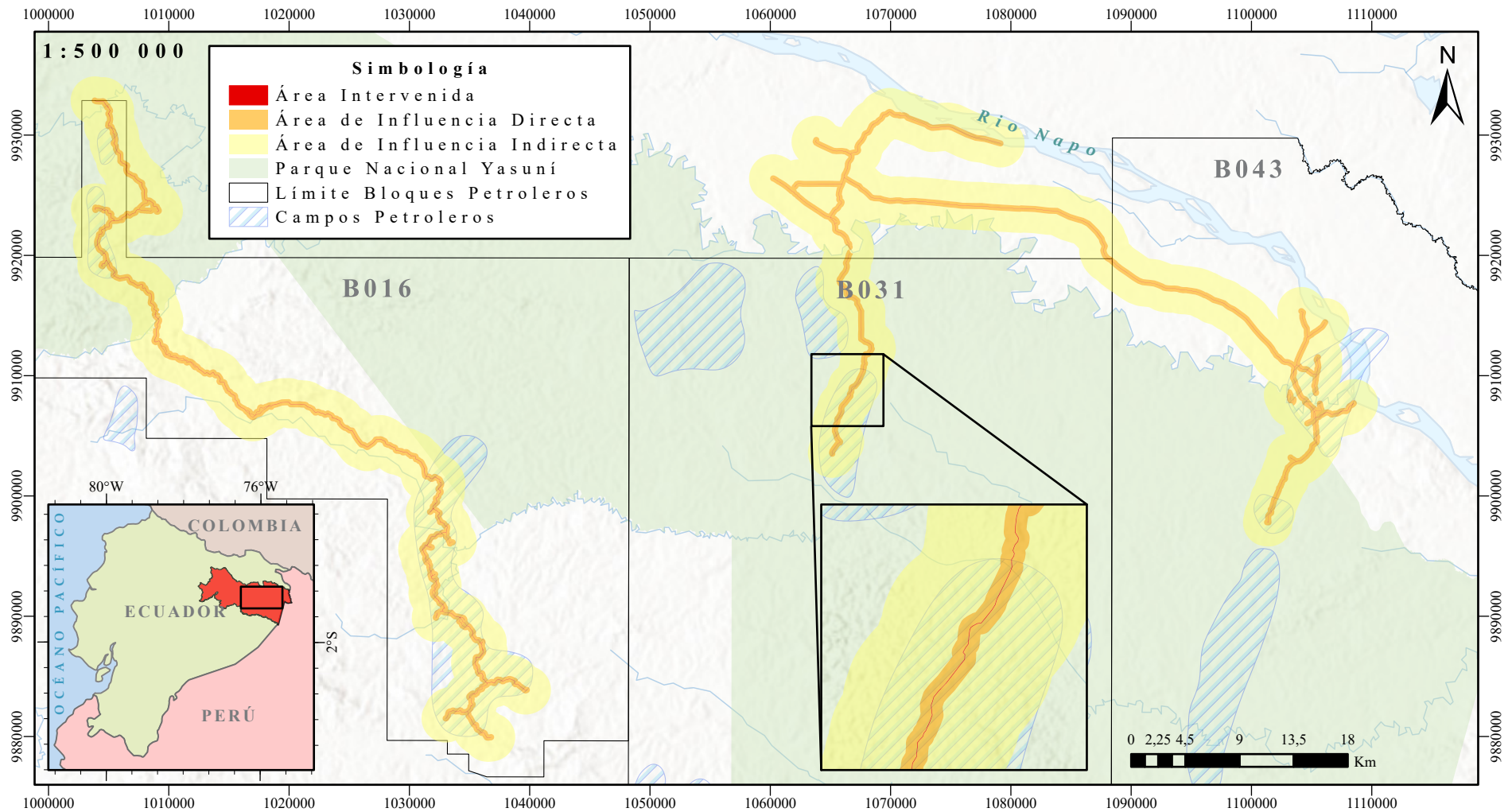


Figura 6: Mapa de afectación para vías y ductos. Mapa en escala grafica 1:500 000 del efecto de borde generado por vías y ductos en los bloques 16, 31 y 43. WGS 84 UTM Zona 18S.

4.3. Evaluación del efecto de las instalaciones

En el caso de áreas afectadas por instalaciones se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe un cambio entre o dentro de los grupos, tomando cada instalación y su respectivo efecto de borde de manera individual. Se pudo determinar que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) en las áreas (intervenidas, de afectación directa o indirecta) por el uso de una normativa especial. Igualmente se han analizado las instalaciones de manera conjunta para evidenciar el efecto de la dispersión, el cual se puede reconocer en los datos de la Figura 7. Se observa una disminución en la relación del área de influencia en el Bloque 16, principalmente en el área de afectación indirecta y en menor medida en el área de afectación directa, esta se debe a la superposición de áreas afectadas, (ver Figura 8) debido a la cercanía que tienen las instalaciones entre sí.

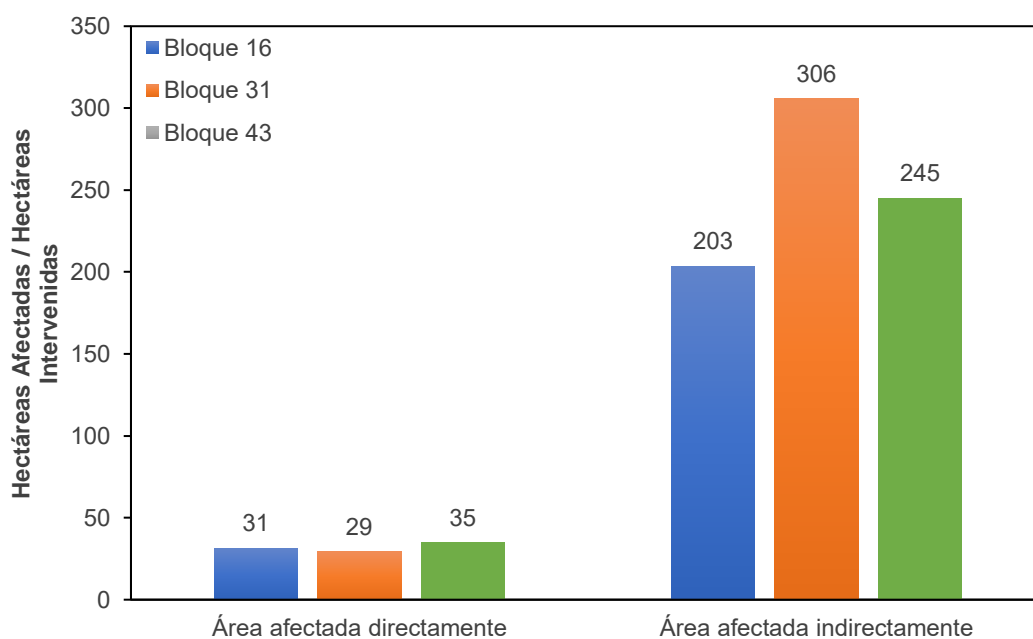


Figura 7: Relación de área afectada sobre área intervenida para instalaciones en los Bloques 16, 31 y 43. Representación gráfica del número de hectáreas afectadas por cada hectárea intervenida para los Bloques 16, 31 y 43.

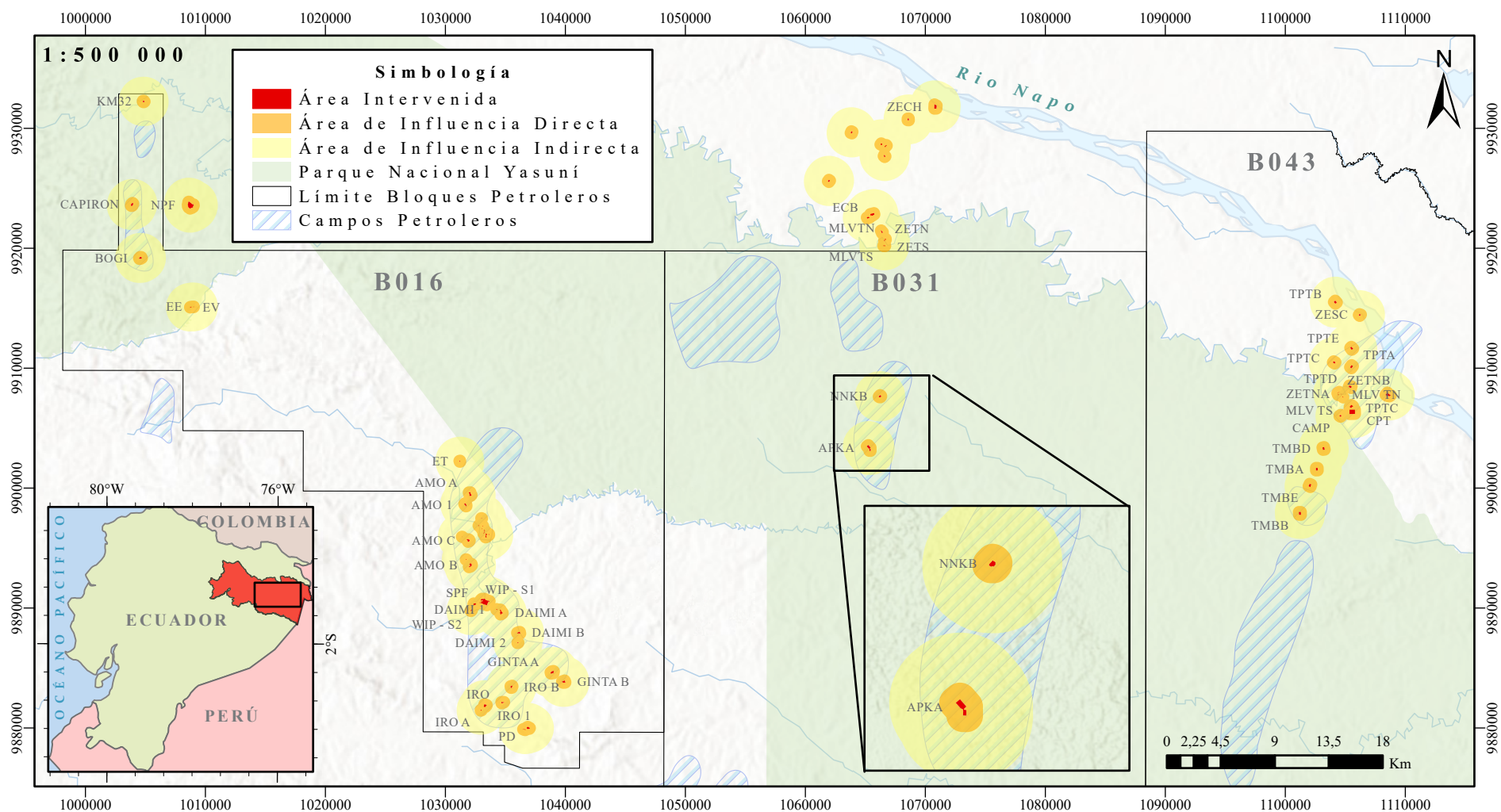


Figura 8: Mapa de afectación para instalaciones. Mapa en escala grafica 1:500 000 del efecto de borde que producen las instalaciones en los Bloques 16, 31 y 43. Mapa en escala de afectación por efecto de borde para los Bloques 16, 31 y 43. WGS 84 UTM Zona 18S.

4.4. Efecto de borde a escala del parque

Al tomar en cuenta el área del PNY que se encuentra concesionada dentro de los bloques estudiados (16, 31 y 43), de 337199 hectáreas, el 6 % corresponde a un área que presenta un efecto de borde, es decir, se encuentra dentro de un área de influencia de 2 km a instalaciones petroleras. Ese 6% corresponde a 21471 hectáreas, de las cuales 38% se encuentra en el Bloque 16, 38% se encuentra en el Bloque 31 y el restante 23% se encuentra en el Bloque 43. Es pertinente mencionar que existen más Bloques cuya área de influencia se encuentra dentro del PNY (Bloque 14 y 67) pero estos no son objeto de este estudio.

5. DISCUSIÓN

El efecto de borde es un fenómeno ampliamente analizado en varios estudios que buscan medir la afectación ambiental. Al manifestarse de manera espacial, resulta más fácil dimensionar el daño que se percibe en un ecosistema. Teniendo como base a otros autores que corroboran con trabajo de campo el efecto de borde en ecosistemas comparables (Broadbent & et al, 2008) y ecosistemas diferentes (Granados & et al, 2014), se puede asegurar que al usar los parámetros de manera análoga para nuestro caso de estudio, estos tienen una base real. El efecto de borde puede ser aprovechado por algunas especies de plantas y animales (especies oportunistas), sin embargo, los cambios que se producen en el ambiente restringen el hábitat de especies que son objeto de conservación dentro del ecosistema (Fletcher & et al., 2018). Asimismo, dentro de varios estudios se sugiere la importancia del área de influencia directa e indirecta. Caracterizando el área afectada de manera directa por cambios en factores abióticos y la intrusión de especies externas, mientras que el área de influencia indirecta o de transición, es la más vulnerable al adelgazamiento del ecosistema lo que vuelve a muchas especies mucho más sensibles a la degradación de su hábitat (Granados & et al, 2014). Por este motivo al generar una normativa que regule las operaciones dentro de un área protegida, se debe contemplar los efectos que va a dar en el ambiente entendiendo los fenómenos que se dan en su totalidad.

Al observar los resultados, ya sea diferenciando entre el efecto de borde de instalaciones y ductos o tomándolos de manera conjunta, es claro que la reducción del efecto de borde no es el esperado al aplicar una normativa que busca mitigar el impacto en un área protegida, incluso la reducción en el área intervenida no resulta disminuir lo suficiente como para considerarla efectiva. Al fijarse solo en el efecto de borde a escala de cada bloque representado en las proporciones de hectáreas afectadas por cada hectárea intervenida permite describir cómo se comporta el fenómeno. En primer lugar, se observa que las proporciones se mantienen entre bloques (Figura 3), he incluso más allá se puede estimar que el área intervenida corresponde a menos del 1% del área total afectada, razón por la cual pequeños cambios en esta no representan victorias ambientales considerables. En segundo lugar se puede advertir que al medir el efecto de borde este va a depender de variables más concretas como se ha visto en otros trabajos (Mena, 2010) (Broadbent & et al, 2008), las cuales son para el conjunto de instalaciones, vías y ductos, la distribución en la que se encuentren (Granados & et al, 2014), y para el caso de vías el efecto de borde va a estar mucho más ligado al largo de la vía que su ancho DDV (Derecho de Vía). Partiendo de la visión general se determinó que la manera más idónea de llevar a cabo el análisis es separar los diferentes efectos de borde por su fuente, agrupando de manera

conjunta vías y ductos, y analizar el efecto que provoca cada instalación de manera individual.

Cada instalación petrolera genera un área de influencia a su alrededor. El análisis ANOVA permitió determinar que no existe una variación significativa dentro o entre las muestras (bloques). Por lo tanto, para instalaciones no se tiene una disminución en ningún factor, ya sea en área intervenida, área de influencia directa o área de influencia indirecta. También se aprovechó para realizar un análisis conjunto que valide el efecto de la distribución de las instalaciones, lo cual se pudo evidenciar en los resultados del Bloque 16 debido a que el área de influencia de algunas instalaciones se superpone con otras debido a su proximidad (Figura 8).

Algo semejante ocurre con el caso de vías y ductos, por su función dentro de los campos presentan ligeras diferencias en su efecto de borde respecto a las instalaciones. Por ejemplo, una menor área de influencia directa, pero mayor de influencia indirecta con respecto a instalaciones. Con el modelo presentado en la Figura 9.b) se pudo concluir que el ancho DDV no cambia el efecto de borde que produce la vía. Pero también, al analizar la relación de área afectada por kilómetro de vía, se puede afirmar con un nivel de confianza de 5% en la prueba de bondad de ajuste que los cambios en lo que respecta a área intervenida y área de afectación directa no son significativos. Mientras, para el caso del área de influencia indirecta se aprecia un cambio significativo pero contraproducente, ya que la relación de área afectada por cada kilómetro de vía en el Bloque 16 es menor a la de los Bloques 31 y 43. Esto debido a que en el Bloque 16 se tiene varios kilómetros de vía cuyas áreas de influencia se superponen entre sí. Por otro lado, en el Bloque 43 las vías que se encuentran fuera del PNY se encuentran tan próximas al límite del parque que su área de influencia también lo afectan.

Los resultados en el análisis por separado de instalaciones y de vías y ductos se pueden atribuir a dos factores. El primero, la dispersión de las instalaciones, mientras más dispersas se encuentren las áreas intervenidas aumentará el área de influencia directa e indirecta. Y segundo, en el caso de vías y ductos, el área no depende del ancho de derecho de vía sino del largo de la vía. Ambas situaciones se pueden visualizar de mejor manera en la Figura 9. Con un ejemplo práctico se ha representado el área de influencia directa, para el caso de la Figura 9 a) se puede observar que una instalación de 1 hectárea, con un buffer de 500 m, tiene área de influencia de 98 hectáreas. Si se divide en 4 instalaciones la suma del área intervenida todavía sigue siendo 1 hectárea, mientras que el área de influencia ahora es de 354 hectáreas. De la misma manera en la Figura 9 b) al tener una vía de 100 m de largo con un DDV de 10 metros su área de influencia, con un buffer de

250 m, será de 5 hectáreas, es decir, será igual al área de influencia de una vía con DDV de 16 m. La diferencia se dará únicamente en el área intervenida la cual se reduce en aproximadamente un 6% por cada metro que se reduzca en el ancho de derecho de vía.

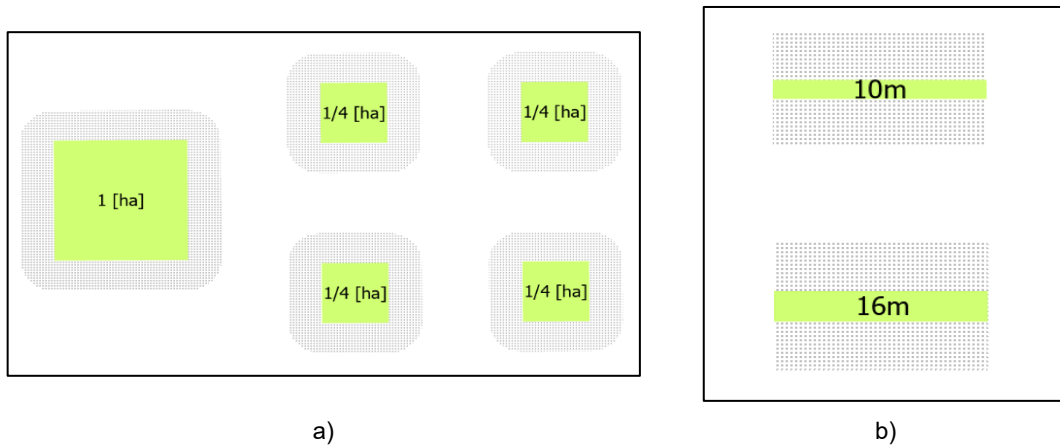


Figura 9: Ejemplo práctico del comportamiento del efecto de borde. a) Aumento de área afectada al dispersar el área intervenida. b) Área afectada para caso de una vía de 100 m de largo con diferentes DDV donde se puede apreciar que el área de influencia es igual para ambos casos.

De esta manera se tiene una idea más clara de la afectación que produce la actividad petrolera y sobre todo del enfoque que se debe tomar para una explotación hidrocarburífera responsable con el ambiente (Sanderson & et al, 2002). Se deben proponer medidas que contemplen todas las características del fenómeno que se da por la actividad petrolera sobre todo en áreas protegidas. Dado que, si no se observa el panorama completo, las medidas propuestas de mitigación resulta poco efectivas para su objetivo, y se puede caer en enfoques más subjetivos (puentes de dosel, y pasos deprimidos), los cuales, si bien ayudan al tránsito de algunas especies, no se puede demostrar efectivamente que disminuyan la fragmentación que se da en los ecosistemas.

Finalmente, los resultados sugieren que la aplicación de esta particular normativa especial no mitiga los efectos de la actividad petrolera en el PNY, algo que no se había analizado de una manera técnica. De manera adicional, se puede observar que una normativa para un área en particular de explotación no presenta cambios de manera práctica, mas solo resulta en una dificultad añadida al momento de aplicarla. El nuevo RAOH (2020) mantiene la mayoría de los parámetros vigentes en el RAOHE (2001), se puede notar que la prohibición de apertura de carreteras en áreas protegidas se mantiene, sin embargo, se lo puede aprobar mediante una declaratoria de interés nacional como se establece en el Art. 407 de la Constitución del Ecuador (2008). Entre cambios notables se tiene la reducción

del ancho de desbroce de una vía de 20 m a 15 m en promedio en áreas que se encuentren fuera de áreas protegidas. Por otra parte, se establece la posibilidad de abrir vías o accesos de hasta 5 metros de ancho de capa de rodadura dentro de áreas protegidas con un plan de manejo ambiental previamente aprobado (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2020). Medidas que son muy parecidas a las implementadas en la legislación especial que permitió la explotación de los Bloques 31 y 43. Por lo mismo se puede inferir su efectividad. Sin embargo, el nuevo reglamento hace mayor énfasis en las responsabilidades de las empresas operadoras dentro de su PMA.

Se considera que estos resultados pueden ser de gran utilidad para la planificación y desarrollo de proyectos petroleros, así como para mejorar las normativas vigentes a fin de que brinden un marco legal que permita una explotación petrolera que cumpla con criterios de sustentabilidad y cuidado del ambiente.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se demuestra que no existe una reducción significativa del impacto ambiental ocasionado por las instalaciones petroleras con la aplicación de la normativa especial. Consecuentemente, se puede inferir que no se justifican las complicaciones logísticas y el aumento innecesario del costo de capital y operativo dentro de los proyectos petroleros obligados a aplicar la normativa especial.

El impacto ambiental se encuentra ligado a variables que son más difíciles de normar. La dispersión de las instalaciones y el largo de las vías, serán determinantes en el efecto de borde que se generará.

Para el caso de las vías, la aplicación de trazados en una sola dirección puede evitar extender lateralmente el efecto de borde. La disminución en el ancho de DDV puede parecer favorable, pero al compararla estadísticamente no resulta significativa, principalmente porque en una visión macro indica que el área intervenida representa menos del 1% del impacto total.

Indirectamente en este estudio se pudo verificar el adecuado cumplimiento de las normativas aprobadas para los diferentes bloques, al menos en lo que a áreas intervenidas e instalaciones concierne.

Para futuros proyectos de explotación petrolera se recomienda poner énfasis en la planificación, en la ubicación y distribución de las instalaciones. Será más efectivo dentro de las medidas de mitigación optar por mantener las áreas intervenidas (instalaciones, vías y ductos) lo más próximas entre sí.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Declaratoria de Interes Nacional*. Obtenido de Resolucion Asamblea Nacional: http://yasunitransparente.ambiente.gob.ec/documentos-oficiales?p_p_auth=kNUFq2VW&p_p_id=20&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fview_file_entry&_20_redirect=http%3A%2F%2Fyasunitransparente.ambiente.gob.ec%
- Broadbent, E., & et al. (2008). *Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon*. Obtenido de BIOLOGICAL CONSERVATION 141 (2008) 1745 – 1757: <https://naldc.nal.usda.gov/download/17443/PDF>
- Fahrig, L., & et al. (diciembre de 2018). *Is habitat fragmentation bad for biodiversity?* Obtenido de Biodiversity: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.026>
- Fletcher, R., & et al. (abril de 2018). *Is habitat fragmentation good for biodiversity?* Obtenido de Biological Conservation: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.022>
- Granados, C., & et al. (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/caldasia.v36n2.47486>
- Herrera, P. A. (2014). *Análisis del marco constitucional y legal en la extracción de recursos naturales no renovables en áreas protegidas: bloques 31 y 43 del parque nacional Yasuní*. Obtenido de Repositorio digital UCE: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3842>
- Mena, C. (2010). *Deforestación en el Norte de la Amazonía Ecuatoriana: del Patrón al Proceso*. Obtenido de Revista Polemik USFQ: https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/polemika/Documents/polemika005/polemika005_009_articulo006.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Yasuni Transparente*. Obtenido de <http://yasunitransparente.ambiente.gob.ec><http://yasunitransparente.ambiente.gob.ec/documentos-oficiales>
- Ministerio del Ambiente Ecuador. (2011). *Actualización del Plan de Manejo Ambiental correspondiente al Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto fase de Desarrollo y Producción del Bloque 31*. Recuperado el 2020, de Acuerdo Ministerial

1705:

<http://yasunitransparente.ambiente.gob.ec/documents/348542/435354/Licencia+1705+actualizacion+del+PMA+desarrollo+y+produccion+Apaika+y+Nenke.pdf/8c5acf47-4add-4fb2-b611-871f3cc5e643;jsessionid=JU5jsSv7IcEcYFV6ESJqC7iJ>

Ministerio del Ambiente Ecuador. (1 de abril de 2020). *Registro Oficial N° 174*. Obtenido de Corte Constitucional del Ecuador: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-05/Documento_Reglamento-Ambiental-Operaciones-Hidrocarburi%CC%81feras-Ecuador.pdf

Pérez, P., & et al. (diciembre de 2013). *Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: factores facilitadores y limitantes*. Obtenido de Biologicas UMICH: <https://www.biologicas.umich.mx/index.php?journal=biologicas&page=article&op=view&path%5B%5D=148&path%5B%5D=pdf>

Petroamazonas EP. (2014). *Cumplimiento de la Declaratoria de la Declaratoria de Interés Nacional y del Plan de Manejo Ambiental e los Bloques 31 y 43*. Obtenido de Petroamazonas: <https://www.petroamazonas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/Cumplimiento-Declaratoria-Inter%C3%A9s-Nacional-y-Plan-de-Manejo-Ambiental-Bloques-31-y-43.pdf>

Presidencia Constitucional de la Republica del Ecuador. (2001). *Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador*. (R. O. Presidencia, Ed.) Recuperado el 2020, de Decreto Ejecutivo 1215: <http://yasunitransparente.ambiente.gob.ec/documents/348542/351052/RAHOE+Reglamento+Ambiental+de+Actividades+Hidrocarbur%C3%ADferas.pdf/1887cc0c-9fc8-40b1-b466-7e3bbb94ea00>

Repsol. (2016). *La Reserva Étnica Waorani*. Obtenido de Repsol Ecuador: <https://www.repsol.ec/es/quienes-somos/que-hacemos/exploracion-produccion/bloque-16/index.cshtml>

Sanderson, E. W., & et al. (Octubre de 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 BioScience, Volume 52, Issue 10, Pages 891–904,: <https://academic.oup.com/bioscience/article/52/10/891/354831>