



NA-W-E

Nacionalidad Waorani del Ecuador

Decreto Ejecutivo N° 1421 y

Registro Oficial N°. 281. 17 Enero del 2008

**ANÁLISIS DE LAS PRESIONES ANTROPOGÉNICAS SOBRE
BIODIVERSIDAD
EN
LA RESERVA DE BIÓSFERA YASUNI**

Gosia Bryja

INFORME TÉCNICO #10
WCS-Ecuador

Junio, 2009

RESUMEN

La biodiversidad de la Reserva de Biósfera Yasuní (RBY) se encuentra bajo presión por un sin número de factores antropogénicos incluyendo la construcción de carreteras, extracción ilegal de madera y la extracción de petróleo. En el 2006 WCS desarrolló un mapa general de los problemas ambientales de la Reserva de Biósfera Yasuní para visualizar el número y la distribución espacial de 6 problemas. Ahora, con datos adicionales levantados en el campo e información verificada con habitantes de la zona, se elaboró un nuevo mapa de problemas ambientales. El mapa refleja la severidad de diferentes tipos de actividades humanas que están causando la alteración de hábitat y tienen impacto directo en las poblaciones de vida silvestre, como la cacería comercial, cacería de subsistencia, presión poblacional, pozos petroleros y la tala de madera. La evaluación de presiones en la RBY se basó en un modelo espacial de tipo raster que incorporó información sobre la distribución de las actividades humanas presentes en el área de estudio.

De acuerdo al mapa de problemas ambientales, las áreas con mayor disturbio se encuentran al noroeste del Parque, aparentemente ubicadas a lo largo de las vías de comunicación y transporte como ríos y carreteras. Por el contrario, la porción sur del Yasuní aun alberga extensos bosques con bajos niveles de amenaza. El mapa visualiza los patrones espaciales de los problemas y puede servir como una herramienta para evaluar las presiones sobre las poblaciones de vida silvestre y también para identificar las áreas donde se necesita fortalecer la vigilancia e identificar los puntos de monitoreo.

I. INTRODUCCIÓN

La conservación efectiva de la vida silvestre en general requiere que se considere la compleja combinación de factores biológicos, sociales, culturales y económicos que influyen en la integridad ecológica de los paisajes, y concentrar los esfuerzos de conservación en las actividades con mayor impacto positivo sobre las poblaciones de vida silvestre y sus hábitats. Requiere además, una mayor comprensión de las necesidades ecológicas de las especies y de las actividades humanas que tienen un impacto sobre ellas (Didier & LLP, 2007).

La Reserva de Biósfera Yasuní (RBY) cubre aproximadamente un área de 17 570 km² de los cuales, el Parque Nacional Yasuní cubre 9820 km² y el Territorio Waorani abarca actualmente un área de 7650 km² (Figura 1). La RBY es la reserva más grande del Ecuador continental, y protege uno de los bosques más ricos en biodiversidad del planeta. Sin embargo, la biodiversidad de la zona tiene un sin números de presiones relacionadas con las actividades humanas que pueden dividirse en dos categorías: i) el desarrollo de infraestructura y explotación de recursos naturales que incluyen la construcción de carreteras, deforestación, tala ilegal y extracción de petróleo; y ii) los asentamientos humanos y facilidad del acceso que incluyen cacería de subsistencia, cacería ilegal de comercio, agricultura de subsistencia y

ganadería. El manejo y mitigación de estas amenazas es sumamente difícil, especialmente porque su intensidad y distribución en el paisaje son heterogéneos, y dinámicos en el tiempo (Zapata-Rios, *et al*, 2006). En este contexto, es fundamental una visualización de la intensidad de las principales presiones humanas que enfrenta la Reserva de Biósfera Yasuní. Esta información servirá como una herramienta para visualizar la distribución de amenazas principales, priorizar acciones de conservación y manejo, y para evaluar los impactos sobre la fauna en la zona.

Galo Zapata de WCS en el 2006, desarrolló un mapa de presiones para la RBY analizando los problemas ambientales más relevantes y sumando el número de presiones para cada sector. El actual estudio complementa e incrementa el trabajo realizado anteriormente. Primero, se incluyó información de campo levantada sobre la presencia y distribución de las presiones; y segundo, se aplicó una metodología diferente de desarrollo de los modelos espaciales. El mapa de los problemas ambientales busca representar la severidad 'relativa' de las amenazas en diferentes lugares de la RBY.

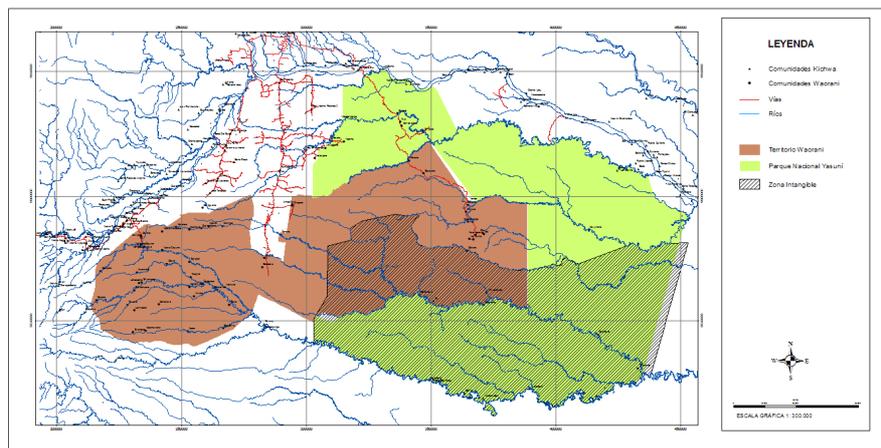


Figura 1. La Reserva de Biósfera Yasuní

II. OBJETIVO DE ANÁLISIS DE LAS PRESIONES ANTROPOGÉNICAS:

Existen tres objetivos principales de la actualización y del análisis de las presiones a la escala del paisaje de la RBY:

- 1) Desarrollar un modelo espacial que evalúe el patrón, la extensión y la severidad de las actividades humanas en la Reserva de Biósfera Yasuní.
- 2) Evaluar el impacto que causan algunas presiones sobre las especies de fauna que WCS viene investigando como *Tayassu pecari* y *Tapirus terrestris*.
- 3) Generar una herramienta visual para guiar la toma de decisiones sobre las actividades de conservación, monitoreo y vigilancia.

III. METODOLOGÍA

Levantamiento de información sobre las presiones:

Durante el proceso de evaluación de las presiones sobre la biodiversidad en la RBY, se llevó a cabo dos talleres con el personal técnico de la Nacionalidad Waorani del Ecuador (NAWE), el trabajo en campo para levantar la información sobre las actividades humanas y finalmente, el modelamiento de las presiones. Durante el primer taller realizado en Mayo del 2008, se identificó el tipo de problemas territoriales y ambientales dentro del Parque Nacional Yasuní y del territorio Waorani (Vallejo, I., J. Torres & G. Remache, 2008). Igualmente, se evaluó la intensidad de los problemas por comunidades y definió los sectores prioritarios para iniciar el trabajo con los guardaparques.

De este modo se presenta, los sectores definidos en orden de prioridad:

Prioridad 1	Sector Vía Repsol (Ex-Maxus)
Prioridad 2	Sector Shiripuno (Vía Auca)
Prioridad 3	Sector Pindo (Vía Auca)
Prioridad 4	Sector Vía Perenco
Prioridad 5	Sector Vía de los Zorros
Prioridad 6	Sector Curaray

Posteriormente, se arrancó el trabajo en el campo con guardaparques en los sectores identificados durante el primer taller, con el objetivo de actualizar la información sobre las carreteras y levantar la información sobre la ubicación de pozos, casas, tala de madera, tipo de cobertura vegetal y uso de suelo. Se realizaron viajes a todos los sectores excluyendo el sector Curaray, -debido a los altos costos de transporte y por seguridad-. La información levantada fue complementada mediante varias fuentes adicionales, las mismas que contenían información sobre: poblados, presencia de oleoductos, pozos en lugares donde no se levantó esta información, y presencia de yacimientos mineros. Al final, toda la información compilada contribuyó al proceso de modelamiento de los datos en SIG, con ayuda de los técnicos de WCS para visualizar los patrones de presiones sobre la biodiversidad en la RBY. Los modelos preliminares fueron presentados y validados durante el segundo taller con NAWE realizado en Junio, 2009. Los datos recogidos en este segundo taller, sirvieron para generar los mapas finales que se presenta en este documento.

Análisis de las presiones:

Durante el taller realizado en Mayo del 2008 sobre el mapeo de los problemas ambientales, junto con los técnicos de la NAWE, se identificaron un total de 5 presiones. De éstas, se consiguió mapear 3 utilizando el análisis SIG:

- 1) cacería comercial.
- 2) impactos de explotación de petróleo - los derrames y la contaminación de vertientes y del suelo.
- 3) extracción de madera.

El modelamiento de estas amenazas permitirá extrapolar las valoraciones y evaluar sus severidades relativas. Las dos amenazas adicionales identificadas durante el taller--construcción de vías y colonización--no se incluyeron en el modelamiento como las amenazas directas. En muchos estudios se modelan las vías como una presión directa. Sin embargo, los efectos más importantes de las vías (de los ríos, de los senderos, etc.) son indirectos: las vías aumentan el impacto de otras amenazas y actúan como un catalizador, por ejemplo, facilitando el acceso de cazadores y los procesos de deforestación. Para este trabajo, se desarrolló un modelo basado en 'costo de acceso' que incorpora vías, fuentes de población humana y costo de viaje. El modelamiento de colonización, se expresó a través del análisis la presión poblacional que está causando la expansión agrícola y la ganadería en general.

Las amenazas adicionales que no se discutieron durante el taller con NAWE, pero que se consideró como importantes son: 1) cacería de subsistencia y 2) el impacto de construcción de oleoductos y pozos petroleros (deforestación, contaminación del suelo).

Para modelar los impactos y las actividades humanas, se utilizó la siguiente información espacial:

- 1) carreteras (fuentes: NAWE, WCS)
- 2) poblados (Waorani, Kichwa, Shuar y colonos) (fuentes: NAWE, WCS, IGM*)
- 3) oleoductos (fuente: PETROECUADOR*)
- 4) pozos petroleros (fuentes: WCS, NAWE, PETROECUADOR*)
- 4) yacimientos (fuente: PETROECUADOR*)
- 5) cobertura vegetal (fuentes: EcoCiencia y WCS New York)
- 6) puntos de cacería comercial (fuentes: WCS, NAWE)
- 7) presencia de derrames y contaminación de ríos y vertientes (fuente: NAWE)
- 8) tala ilegal (fuente: NAWE)

**La información fue obtenida gracias al apoyo de la UNESCO*

Para el análisis de las presiones, se desarrollaron los modelos de impacto a una resolución de 30 metros, porque la mayoría de los análisis están hechos en base a la cobertura vegetal en esta resolución. Las capas de presiones fueron transformadas y normalizadas para obtener un solo rango de valores de severidad relativo entre 0-100, donde 0 significa no impacto y 100 significa la mayor severidad de impacto.

IV. ANÁLISIS DE LAS PRESIONES ANTROPOGÉNICAS:

1. PETROLEO

La actividad petrolera representa una de las presiones más importantes de la RBY debido a los impactos ambientales directos e indirectos que ha producido. Los impactos directos incluyen 1) la deforestación debido a la presencia de vías de acceso, las plataformas de perforación (pozos) y oleoductos; y 2) la contaminación del suelo y del agua debido a derrames de petróleo y descarga de agua contaminada. También existen impactos indirectos asociados con la apertura de las carreteras que catalizan el fácil acceso a los remotos bosques primarios causando de esta manera 1) un incremento de la tala de árboles, 2) el aumento de la presión por cacería y tráfico de especies silvestres y 3) deforestación debido a los asentamientos humanos. Por ejemplo, gran parte de la agresiva deforestación en la zona de la Vía Auca ha sido producto de la colonización facilitada por las vías abiertas en las actividades petroleras de exploración y explotación.

Para este ejercicio, primero se generó el mapa de impacto directo de construcción de oleoductos y pozos que causan la deforestación. Este mapa, así mismo, permite visualizar el área donde el suelo puede ser potencialmente contaminado por derrames y desechos. Segundo, se generó el modelo de los derrames potenciales de oleoductos y la contaminación de ríos principales y áreas de humedales.

1.1. Los Impactos de los Pozos y Oleoductos

La construcción de las plataformas de perforación (pozos) y oleoductos está causando la deforestación y fragmentación del hábitat. Cada pozo exploratorio despeja un área de 4 ha para la construcción de la plataforma de exploración (FAO, 2008). La compañía Texaco deforestaba hasta 5 hectáreas para la construcción de una plataforma. Pero, en realidad, la influencia puede ser mucho más grande. En algunos lugares se notó hasta 15 hectáreas (218 metros) de bosque talado para proveer madera destinada a la construcción de las plataformas y de campamentos para los trabajadores locales (Asociación Amazanga). Además de la deforestación, los pozos y oleoductos son fuente constante de contaminación: enterrados o tendidos en la superficie, los oleoductos y las líneas de flujo sufren rupturas accidentales o goteo rutinario debido al envejecimiento de la tubería, ocasionando los frecuentes derrames (ParksWatch, 2004).

Actualmente no existe información disponible sobre las prácticas de cada empresa petrolera que opera dentro de RBY, por esta razón, es difícil distinguir los impactos de cada una. Pero se entiende, que durante la mayoría de los procesos de perforación y extracción, los desechos son colocados en piscinas abiertas sin ningún tratamiento. En éstas, se colocan también los desechos generados en el reacondicionamiento de los pozos petroleros, y en el proceso de limpieza del crudo u otras sustancias que se adhieren a la tubería. Estas piscinas abiertas son un importante foco de contaminación, pues los desechos migran a las capas subterráneas del suelo y las piscinas se desbordan cuando la lluvia es abundante, contaminando las fuentes de agua superficiales (ParksWatch, 2004).

Durante los talleres con la NAWE, los técnicos nos indicaron sobre los mapas base de la RBY, la contaminación de vertientes y ríos por desechos en tres bloques petroleros: el Bloque 16 (comunidades Dicaro, Yawentaro, Guinta), el Bloque 14 (Comunidades Timpoca, Guillero, Peneno, Miwagono, Tobeta, Yawepare) y el Bloque 17 (comunidades Ñoneno, Dicapare).

1.1.1 Modelamiento de los impactos de los pozos - Deforestación y contaminación potencial de suelo y vertientes por desechos

La cobertura de los pozos contiene los puntos obtenidos de Petroecuador, los cuales fueron complementados con la información levantada en campo por WCS en las Vías Auca, Perenco y Maxus. Igualmente, durante el taller de verificación con los técnicos de la NAWE, se añadieron algunos puntos de ubicación de los pozos en las áreas de la Vía Maxus, y por los ríos Tzapino y Curaray, cerca de los poblados de Tzapino y Nemompare. También se ubicó un pozo por el río Challuhuayacu, al sur de Conipare.

Para realizar el modelamiento de los impactos causados por pozos, no contamos con la información sobre el estado de actividad de los mismos. En este sentido consideramos conveniente utilizar la cobertura de yacimientos petroleros para diferenciar mediante la herramienta SIG, entre pozos activos e inactivos. El trabajo SIG fue verificado y validado con los técnicos de la NAWE, gracias a su gran conocimiento sobre la ubicación de algunos pozos y la actividad de los mismos. Los pozos ubicados dentro de los yacimientos o cuando su actividad era conocida por los técnicos fueron considerados como activos; mientras que los pozos fuera del área del yacimiento se clasificaron como inactivos.

Para evaluar la severidad de impacto de los pozos clasificados como activos, se aplicó un buffer de 500 metros de distancia, asignando una severidad del valor 100 al espacio dentro de 200 metros (~ 15 ha), y luego una severidad que disminuye linealmente hasta llegar a 500 metros donde evidentemente la calificación de impacto sería menor (Figura 2).

Para calcular la disminución lineal de severidad de impacto de pozos se utilizó una regresión lineal

$$Y = mX + b$$

Donde:

m – pendiente de la línea recta (el coeficiente de regresión)

b - intersección (el valor de la ordenada donde la línea de regresión intercepta el eje Y)

Y - variable dependiente

X - variable independiente

Pozos activos	
severidad (Y)	distancia (m) (X)
100	200
0	500
pendiente	-0.33
intersección	166.6

Tabla 1. Variables, pendiente e intersección de una regresión lineal necesarias para calcular el impacto de los pozos activos.

Para visualizar el impacto del pozo activo se asignó la severidad de contaminación de 100 hasta la distancia de 200 metros, y después se aplicó hasta 500 metros la función de regresión lineal expresada de la siguiente manera:

$$\text{Severidad} = -0.33 * X + 166.6$$

La distancia hasta 200 metros puede reflejar el impacto directo de la deforestación, y la contaminación del suelo, potencialmente asociada con la operación de los pozos. Hasta 200 metros se puede oír el ruido de pozos y probablemente observar otras actividades marginales que pueden contribuir a la contaminación y la alteración del hábitat. Según los técnicos de NAWA, el ruido a veces puede ser escuchado mucho más lejos, hasta 10 km o más en algunos lugares.

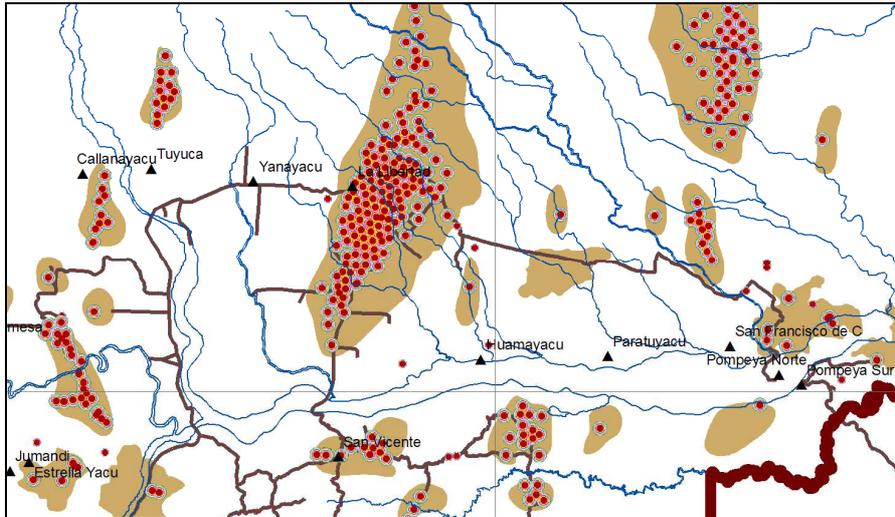


Figura 2. Un buffer de 500 metros alrededor de los pozos dentro de los yacimientos con la intensidad de 100 hasta una distancia de 200 metros y después disminuyendo linealmente con la distancia hasta 500 metros.

Para los pozos que se ubican fuera de los yacimientos, denominados inactivos, se aplicó un buffer de 200 metros con una intensidad de 100 (Figura 2). Los impactos de los pozos inactivos son principalmente la alteración de hábitat, pero además, son lugares potenciales de contaminación por la presencia de los desechos de petróleo dejados en la zona.

1.1.2 Modelamiento de los impactos de oleoductos - Deforestación y contaminación potencial de suelo

Para medir el impacto de la deforestación y el disturbio general causado por oleoductos, se definió con los técnicos de la NAWE, un buffer de 500 metros, dando la mayor intensidad de 100 al espacio geográfico dentro de 250 metros donde se puede observar la deforestación y también asumir la contaminación del suelo por los derrames constantes.

Para calcular la disminución lineal de la severidad de impacto del oleoducto, se utilizó una regresión lineal donde la severidad disminuye desde la distancia de 250 hasta los 500 metros (Tabla 2, Figura 3).

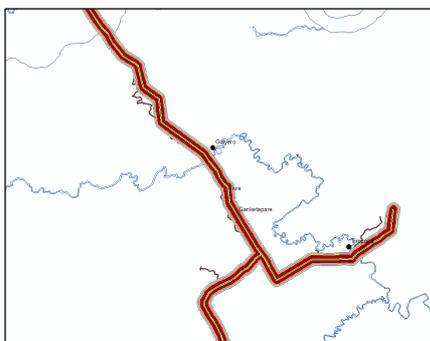


Figura 3. Un buffer de 500 metros alrededor del oleoducto con la intensidad de 100 (rojo) dentro de la distancia de los 250 metros.

Impacto del Oleoducto	
severidad (Y)	distancia (m) (X)
100	250
0	500
pendiente	-0.4
intersección	200

Tabla 2. Las variables, pendiente e intersección de una regresión lineal para calcular el impacto de los oleoductos.

1.1.1.1 Discusión

Según la Figura 4, la concentración mayor de pozos está en la zona de la Vía Auca y en la zona de la Vía Maxus donde los técnicos de la NAWE notan la contaminación de las vertientes producida por los desechos en las piscinas abiertas. Igualmente se notan derrames y la contaminación de suelo y los ríos en la zona de Kiwaro, tanto en las áreas con pozos activos, como en las áreas con pozos inactivos.

Por la falta de información de campo, incorporamos el modelo puntual del impacto de los pozos. En el futuro será importante verificar el estado de los pozos existentes e identificar los que están afectando a las comunidades y el ambiente, tanto a las personas como a la fauna.

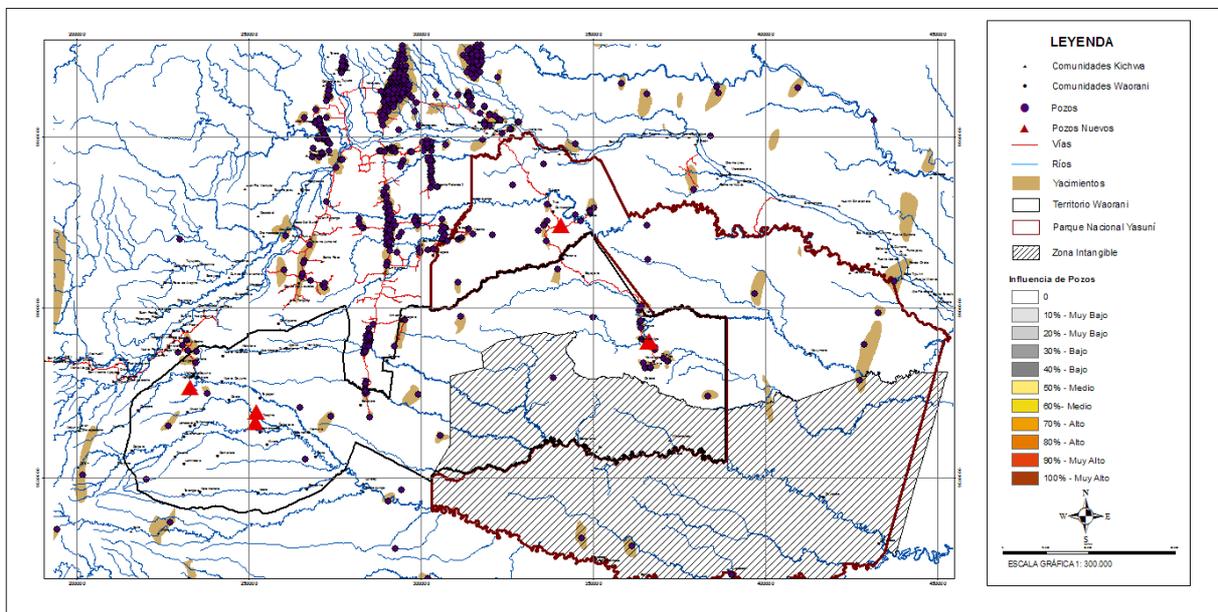


Figura 4. La influencia de los pozos dentro de la RBY.

1.2. Los Impactos de los Derrames Petroleros

La amenaza potencial de la actividad petrolera y la construcción de oleoductos se hace evidente a través de la contaminación de los cuerpos de agua de la RBY. Los derrames de petróleo por obsolescencia del oleoducto, así como por roturas intencionales y fallas en el manejo de las instalaciones, son frecuentes. En cuatro años (2004-2007), Petroproducción reporta 399 derrames con un volumen total de 11.587 de barriles de petróleo, siendo Sacha, Libertador y Auca, en este orden, los campos con el mayor número de derrames (FAO, 2008). En el año 2003, uno de los múltiples derrames en el Río Tiputini se extendió por cerca de 40 km dentro del Parque Nacional Yasuní (FAO, 2008). Los vertidos accidentales entonces son continuos y no se han estabilizado.

En el campo y durante el taller de mapeo realizado con NAWE, se identificó la presencia de derrames en las áreas de oleoductos que han afectado ríos y humedales. Éstos se notaron en los Bloques 10, 14 y 16. En el 2000, el derrame en el Bloque 10 afectó a las comunidades de Tarangaro y Kiwaro; en el 2003, el derrame en el Bloque 14, afectó a Guiyero y Timpoca; y en el 2008, el derrame en el Bloque 16, afectó a las comunidades de Dicaro y Kawimeno. En esta investigación solo identificamos las áreas contaminadas conocidas por los técnicos de la NAWE, aunque en realidad los derrames ocurren en otros lugares que no han sido identificados.

1.2.1 Modelamiento de los impactos de los derrames petroleros - contaminación de los ríos

En el proceso de identificación de las áreas potencialmente amenazadas por los derrames en la escala del paisaje de la RBY, se modelaron los derrames donde el oleoducto cruza los ríos principales. Los puntos de cruce representan un punto de salida potencial de derrame (Figura 5).

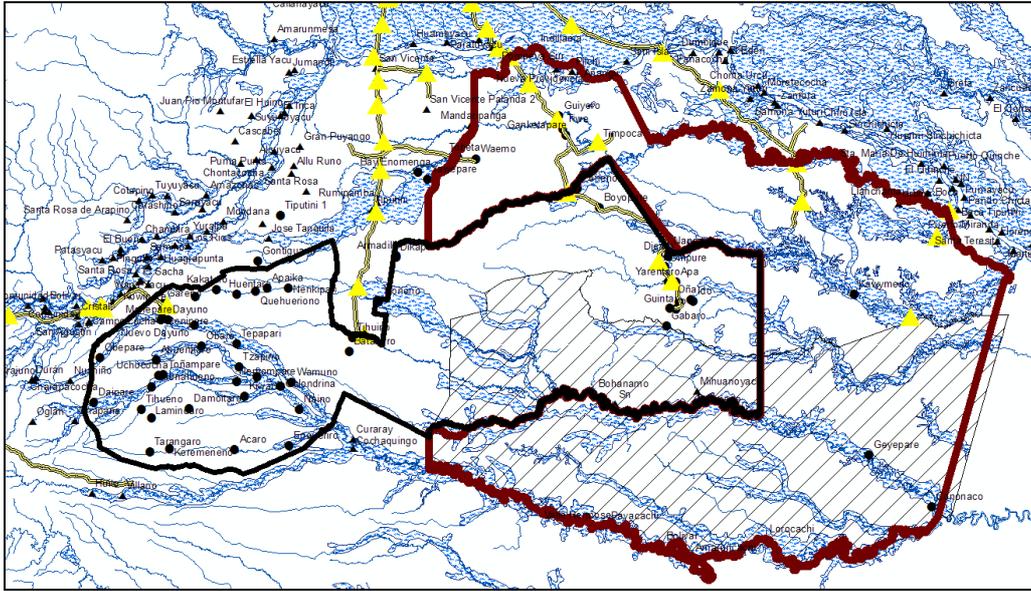


Figura 5. Puntos de intersección de oleoductos con los ríos principales (triángulos amarillos).

Para acelerar el proceso de modelamiento, se construyó una secuencia de programación en "Model Builder" de ArcGIS, con el propósito de obtener eficiencia en los procesos. Para el análisis hidrológico se utilizó el Modelo Digital de Terreno (MDT) y los ríos principales (Figura 6). El modelo asignó un orden a los ríos (Figura 7) y una dirección de flujo (Figura 8).

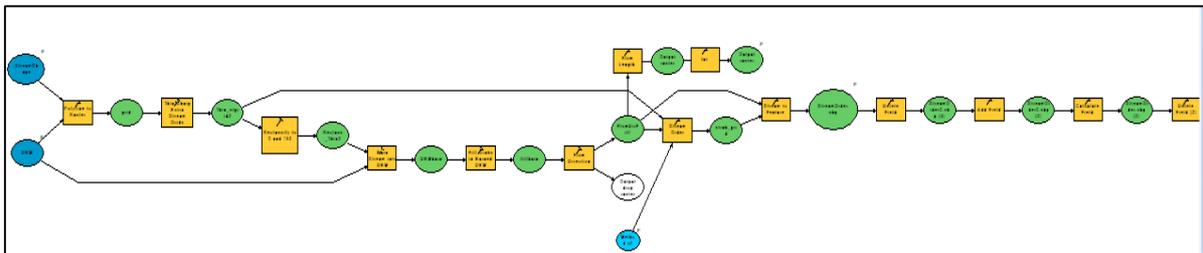


Figura 6. Un modelo en "Model Builder" en ArcGIS de modelamiento hidrológico.

Para definir el orden de los ríos se utilizó el sistema de Strahler (1957). El sistema de Strahler es un método de clasificación jerárquica de las cuencas de agua donde el orden de los ríos se correlaciona con el área de drenaje y topografía. Los ríos del orden 1 son los más pequeños y los ríos del orden 4 son los más grandes del sistema de drenaje.

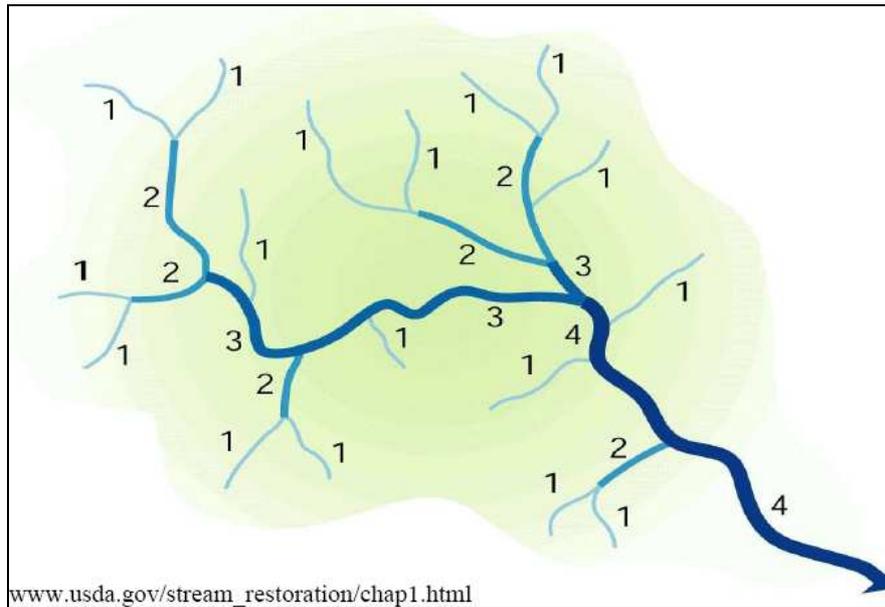


Figura 7. El orden de los ríos en el sistema de Strahler (1957)

La dirección de flujo fue importante para modelar la dirección de expansión potencial del derrame en el río, y el orden de los ríos ayudó a definir la distancia de contaminación.

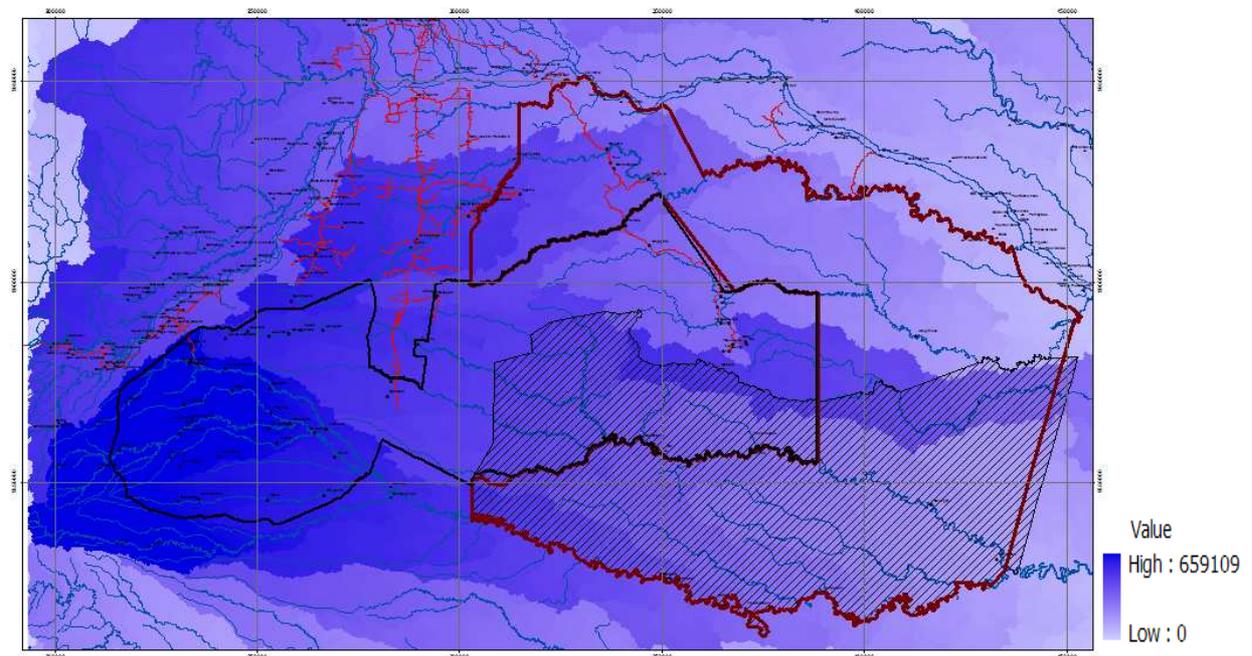


Figura 8. Dirección de flujo de los ríos principales desde el color más oscuro (valores altos) hacia el color más claro (valores bajos).

En realidad la intensidad y extensión de la contaminación asociada con un derrame dependen mucho de los factores como: *Velocidad y Volumen del derrame, Duración del derrame, Efectividad de las medidas de contención, Nivel del agua, Velocidad del río, Tipo de petróleo, Temperatura, etc.* La gravedad de la contaminación, por ejemplo, es proporcional al volumen derramado, a las sustancias específicas presentes y al grado de vulnerabilidad del medio en el cual se verifica. En el caso de un derrame en cursos de agua superficial, la mayoría de los derivados de petróleo, posee una densidad inferior a la del agua, por lo que flotan y se expanden rápidamente sobre las superficies afectando la vida acuática y los márgenes del río (Bravo, 2007).

Como no existía información alguna sobre extensión de la contaminación, se basó en los siguientes supuestos:

- 1) La extensión de la contaminación fue determinada por el orden de ríos, por ejemplo:
 Orden 4 - Río Napo, Río Aguarico, Río Currary
 Orden 3 – Río Tiputini, Río Cononaco, Río Yasuni
 Orden 2 - Río Camitoyacu, Río Pintoyacu, Río Indillana
 Orden 1 - Río Pastaza, Río Tigre, Río Conambo
- 2) La intensidad de la contaminación se definió por la distancia tomando como punto de mayor intensidad la intersección del oleoducto con el río, sabiendo que la contaminación es más fuerte en ese sitio (severidad de 100) y dentro de una distancia específica desde dicho cruce se disminuye linealmente mientras se va alejando.

Inicialmente, se asumió la distancia de contaminación por los ríos según el orden. Por ejemplo, para el río Napo, la distancia máxima río abajo es de 60 km con una severidad de 100 dentro de los 10 km. Después del segundo taller con la NAWA, los técnicos afirmaron que la contaminación por los derrames se observa mucho más lejos. Se extendió entonces la distancia de contaminación potencial hasta 150 km río abajo.

Para calcular la disminución lineal de la severidad de contaminación se utilizó una regresión lineal (Tabla 3).

Orden 4		Orden 3		Orden 2		Orden 1	
severidad (Y)	distancia (m) (X)						
100	30000	100	20000	100	10000	100	5000
0	150000	0	120000	0	60000	0	40000
pendiente	-0.0008333333	pendiente	-0.0010	pendiente	-0.0020	pendiente	-0.0029
interseccion.eje	125	interseccion.eje	120.0000	interseccion.eje	120.0000	interseccion.eje	114.2857

Tabla 3. Los variables, pendiente e intersección de una regresión lineal para calcular el impacto de la contaminación de los ríos de diferentes órdenes por derrames de petróleo.

Por ejemplo, para un río de Orden 4 (Río Napo) se asignó una severidad de contaminación de 100 hasta la distancia de 30 km, y después se aplicó una distancia de 150 km la función de regresión lineal:

$$\text{Severidad} = -0.00083 * X + 125$$

Para mostrar los ríos potencialmente contaminados, se desarrolló un script en Arc/Info AML el cual incorporó los supuestos y facilitó automatizar el proceso de modelamiento.

Los oleoductos (por ejemplo en la Vía Maxus) también atraviesan numerosos ríos y humedales tanto en el Parque Nacional como en la Reserva Étnica. Por consiguiente, el impacto de los derrames por los ríos, aumenta con un impacto potencial de contaminación de áreas inundables por donde pasan los ríos. Se asumió en base a las observaciones directas de los técnicos de campo, una distancia de 3 km desde el río contaminado inundable como área de extensión de la contaminación. La severidad de contaminación en humedales alrededor del río, corresponde a la severidad de contaminación del río, y disminuye linealmente desde el río hasta la distancia de 3 km.

1.2.1.1 Discusión

El mapa de impactos de derrames de petróleo solo representa una fracción de los impactos. No existen actualmente datos de campo sobre la extensión de los derrames, sin embargo los técnicos de la NAWE, identificaron la contaminación de los ríos en lugares muy alejados desde la fuente de derrame. Con los modelos entonces, se trata de generar un patrón y visualizar las áreas potencialmente y verdaderamente contaminadas.

Según la Figura 9 y la información obtenida durante el taller se identificaron los ríos más amenazados por la contaminación a través de derrames. La contaminación potencial desde el oleoducto por la Vía Auca se extiende por los ríos Shiripuno y Tiguino y después entra en el río Cononaco. Los técnicos de la NAWE notaron una contaminación del río Cononaco por Geyepare cerca del límite con el Perú. De la misma manera, identificamos la contaminación extendida por los Ríos Tiputini y Yasuní hasta la desembocadura del Río Napo. Adicionalmente, otros ríos contaminados son el Nushiño, Indillama, Tivacuno, Pindovacu y los ríos alrededor de Coca (rio Blanco, Aguajal, Huamayacu, Yanayacu y Jivino). Los técnicos de la NAWE enfatizaron que casi todos los ríos principales dentro de la RBY, están contaminados con la excepción del Río Curaray. Sin embargo, se necesita verificar el estado de los ríos del sur, porque sus cabeceras se originan dentro de bloques petroleros como Agip, Arco y Andes.

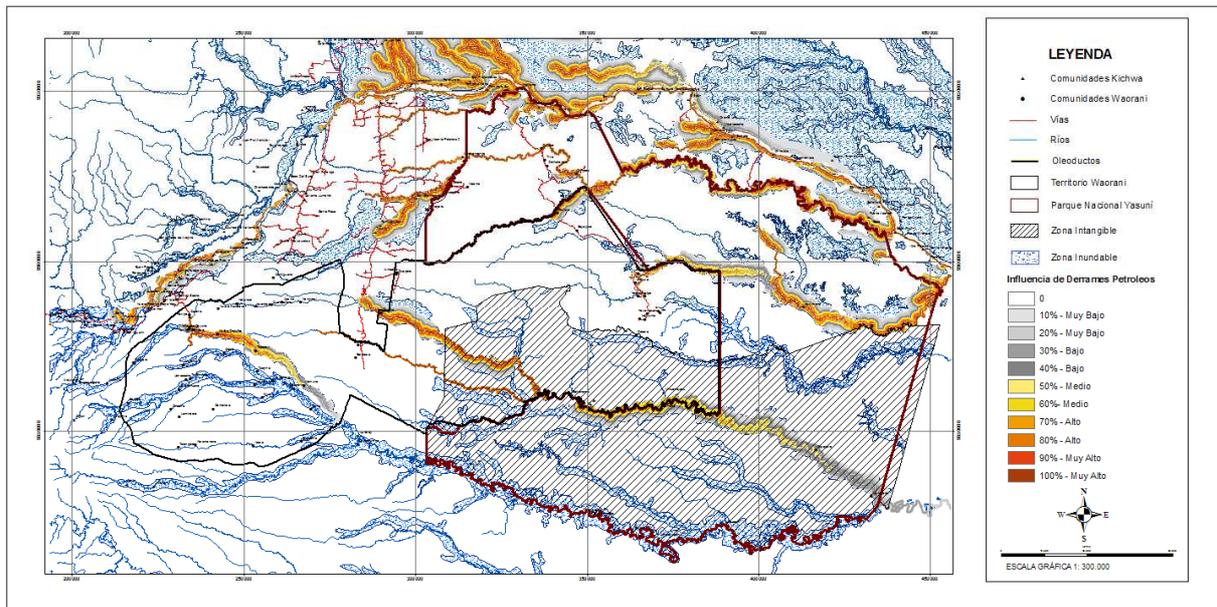


Figura 9 Influencia de derrames petroleros dentro de la RBY.

2. CACERÍA COMERCIAL Y DE SUBSISTENCIA

El impacto de las actividades humanas relacionadas con la cacería comercial y de subsistencia la definimos por la facilidad de acceso desde un poblado a un destino de cacería. Se asumió que los lugares más alejados del lugar de destino, tienen un costo de viaje más alto (por ejemplo el costo de transportación). De igual forma, un cálculo más realista del costo de la cacería, debería incluir la relativa facilidad que tienen las personas para viajar en diferentes tipos de cobertura del suelo. Así, una carretera o río pueden facilitar el acceso a algunos lugares para cazar más rápido que un sendero en el bosque. En consecuencia, no es suficiente medir la *distancia* y es preferible una medida del *costo del viaje*. Este costo puede medirse como *tiempo de viaje* por diferentes terrenos y ambientes.

En general, la superficie de costo es un modelo que refleja mejor la realidad del movimiento en el terreno. En el actual estudio de presiones, se desarrolló una superficie de costo de viaje expresada en el tiempo que se utiliza para cruzar un espacio territorial (una celda). El modelo de la superficie de costo usa caminos, ríos, vías y el tipo de uso de la tierra (ej. bosque, agricultura, pastos, urbano, etc.).

2.1 Generación de La Superficie de Costo

Para generar la superficie de costo se utilizaron 3 capas: 1) cobertura vegetal/uso del suelo, 2) tipo de vías, y 3) ríos navegables. Cada capa y tipo de variable correspondiente a una celda expresa el tiempo requerido para cruzarla.

PROCESO 1. Reclasificación de las capas según el tiempo de viaje

Durante la reclasificación del tipo de cobertura/suelo se tomó en cuenta también el tiempo necesario para cruzar.

Vegetación	Tiempo (km/hr)	El tiempo en segundos que toma para cruzar la celda de 30 m
Bosque colinado amazonico < 400,	3	36
Bosque aluvial	2	54
Bosque de planicie no inundado	3	36
Cuerpos de Agua	0	0
Bosque de planicie no inundado	3	36
Bosque colinado piemontano > 400	3	36
Area Deforestada y Cultivos	4	27
Igapo	1	108
Moretales	2	54
Herbazal	3	36

Tabla 4. Velocidad asumida en kilómetros por hora y requerida para cruzar los diferentes tipos de cobertura vegetal y el tiempo en segundos que toma para cruzar 30 metros

En la reclasificación de las vías, se toma en cuenta el costo de transporte por la vía Auca y se compara con la Vía Maxus, donde el transporte está subsidiado por la empresa petrolera REPSOL. El costo de transporte por la Vía Auca en bus cuesta más o menos \$2.00. La velocidad de la Vía Auca se disminuye entonces 2 veces en relación a la vía Maxus para demostrar los costos de transporte.

TIPO DE VIA	VELOCIDAD ASUMIDO	INCORPORANDO COSTOS DE TRANSPORTE
Asfalto	60	30
Lastre	50	25
Tierra	40	20

Tabla 5. La velocidad asumida en kilómetros por hora y para viajar en carro por las carreteras dependiendo del tipo de carretera y del costo de transporte.

Sustentados en la información de campo, se determinó que se viaja por los ríos navegables a una velocidad aproximada de 30 km/h.

PASO 2. Convertir el tiempo expresado en km/hr a tiempo en segundos

El tiempo disponible era en km/h, entonces el primer paso fue convertir a metros/segundos para adaptar los datos a las necesidades del modelamiento. Después se calculó el tiempo en relación a los segundos que se demora para cruzar la celda de 30 metros. Para las conversiones se utilizó la fórmula:

$$30 * (1 / (\text{velocidad km/h} * (1000 / 3600)))$$

PASO 3. Unión de las capas reclasificadas.

Para generar una última capa de superficie de costo se unieron todas las capas reclasificadas (Figura 10). Las capas con vías y ríos tomaron prioridad sobre la capa de cobertura vegetal.

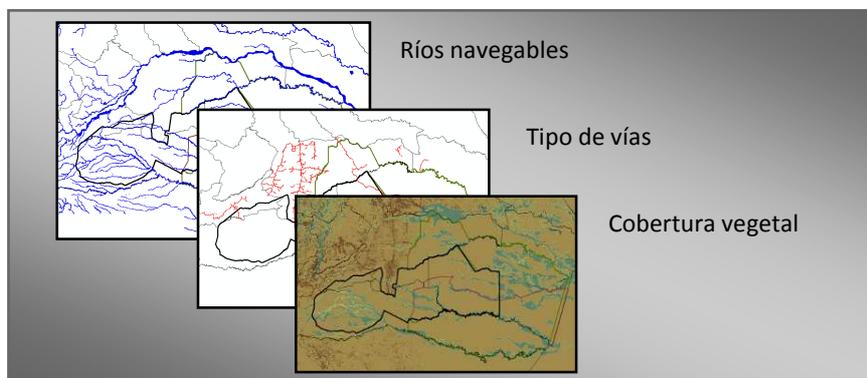


Figura 10. Las capas clasificadas de Ríos Navegables, Vías y Cobertura Vegetal para generar una superficie de costo.

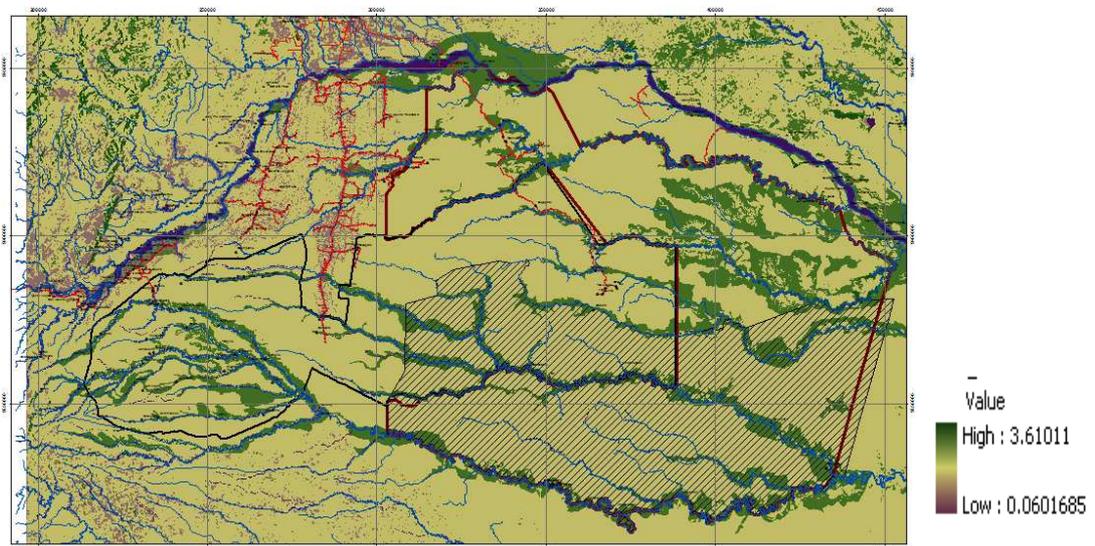


Figura 11. La superficie de costo donde los valores identifican el tiempo en segundos que toma para cruzar 1 metro.

Al final, el valor del costo de viaje (tiempo) asignado a una celda de 30 metros es en realidad el valor del costo de viaje (tiempo) necesario para cruzar un metro en la celda, para lograr esto, fue necesario dividir los valores de la capa unida por el valor de 30 para obtener un valor por metro. Por ejemplo, si toma 36 segundos para cruzar la celda de 30 metros del bosque colinado, toma 1.2 segundos para cruzar solo un metro.

El mapa final representa la superficie de costo expresada en el tiempo (segundos) que le toma a una persona para cruzar 1 metro dentro de la celda de 30 metros. En la Figura 11 las áreas que necesitan más tiempo son los humedales (verde) y las de menos tiempo obviamente son las vías (púrpura).

2.1.1 Modelamiento de la Cacería Comercial

Para la cacería comercial se incluyeron los poblados de nacionalidad Waorani, Kichwa y colonos, sobre los cuales se levantó información. Para definir la intensidad de la cacería comercial a nivel de paisajes, se asignó un peso de cacería a cada poblado en base a los siguientes factores:

1) *El número de familias en cada poblado.*

Se disponía de información levantada en campo de los poblados Waorani.

De la nacionalidad Kichwa se tenían datos levantados en campo por WCS y otros recopilados de la información de la FAO (com.pers. *Bernardo Trelles*), quienes también tomaron estos datos en cada una de las comunidades. Finalmente el número de familias para los demás poblados se extrajo de la publicación sobre la RBY (*Villaverde, et.al, 2005*) En los restantes sitios donde no se conocía con certeza su número se extrapolaron utilizando el método estadístico de media representativa.

2) *Proximidad a los mercados principales.*

Dentro del análisis se tomaron en cuenta los mercados de San Pedro, Shushufindi, Limoncocha, Pompeya, Nueva Rocafuerte, Tena y Coca.

3) *Distancia a ríos navegables y vías.*

4) *Esfuerzo de cacería de fauna.*

Se estimó el promedio mensual utilizando como base la información sobre la cacería levantada en el campo por la Vía Maxus (comunidades Waorani de Dicaro, Guiyero, Timpoca y Oña) y en las comunidades Kichwa (Sani Isla, Nueva Providencia, Añangu). Para cazadores Waorani, se calculó un promedio mensual de 23 kg y para cazadores Kichwa un promedio de 3 kg.

5) *Tiempo requerido para cazar.*

Se estimó el promedio mensual utilizando como base la información sobre la cacería en el campo próximo a la Vía Maxus (comunidades Waorani de Dicaro, Guiyero, Timpoca y Oña) y en las comunidades Kichwa (Sani Isla, Nueva Providencia, Añangu). Para cazadores Waorani, se calculó un promedio de 4 horas y para los cazadores Kichwa un promedio de 2 horas. Para el análisis se añadió 0.5 horas más para acomodar una variabilidad en el tiempo de cacería.

6) *Costo de transporte.*

Se hizo una distinción entre las vías Maxus y Auca. Por la vía Maxus los costos de transporte son subsidiados por la empresa petrolera REPSOL, que aporta a las comunidades locales, fondos adicionales para gasolina y movilización en canoa por los ríos navegables de la zona. Por el contrario, la movilización por la vía Auca, es relativamente más costosa para las comunidades locales que no cuentan con un subsidio de transporte.

La mayoría de información sobre cacería comercial proviene del trabajo de campo de WCS, principalmente por la vía Maxus, Río Napo, Río Tiputini y Río Yasuní. Durante el taller con los técnicos de NAWE, se obtuvo información adicional sobre la zona de Perenco, vía Auca, y Curaray.

Para captar el patrón y la severidad de la cacería comercial en la escala del paisaje de la RBY, se desarrolló un script en AML que facilitó la automatización del proceso de modelamiento. Se realizaron los modelamientos por separado para los poblados Waorani y Kichwa. Para cada poblado en cada nacionalidad indígena se modeló su área potencial de influencia de cacería según el tiempo que se demoran casando. En base a eso se reclasificó el área de influencia definida por los tiempos de cacería a una unidad de severidad entre 0 – 100 (Tablas 6 y 7).

Los valores reclasificados fueron multiplicados por los pesos definidos en base al número de familias en cada de comunidad, proximidad de mercados, distancias a vías y ríos, y esfuerzo de cacería (Figura 12). Finalmente se fusionó todas las capas multiplicadas por los pesos y normalizó nuevamente las severidades de cacería entre 0 – 100 donde 100 significa el impacto mayor de cacería.

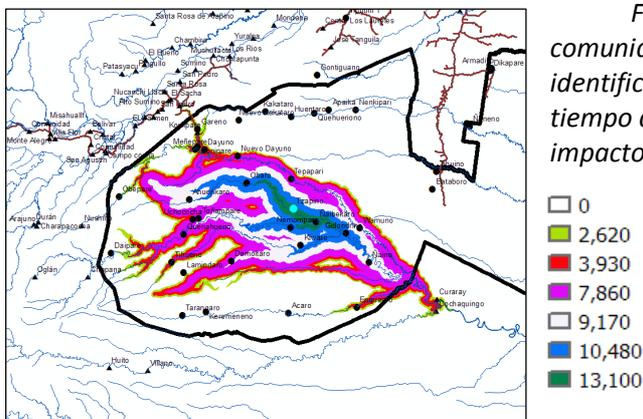


Figura 12 La superficie de impacto potencial de la comunidad de Tzapino (azul claro). Los valores identifican el impacto dentro de cada intervalo de tiempo definido. Por ejemplo, dentro de 90 minutos hay impacto más alto de valor 13100.

el tiempo (min)	severidad	el tiempo (min)	severidad
0-90	100	0-30	100
90-120	80	30-60	80
120-180	60	60-80	60
180-210	40	80-100	40
210-240	20	100-120	20
240-270	0	120-150	0

Waorani

Kichwa

Tablas 6 y 7. La severidad de cacería comercial dentro de los tiempos específicos para cazadores Waorani y Kichwa. El tiempo sustituye por las distancias desde los poblados.

Para reflejar mejor la información obtenida, se validó la misma con los técnicos de la NAWE y técnicos de campo de WCS. El mapa final, fue ajustado con información adicional sobre severidades de cacería en el área del Río Yasuni, Tiputini y de la zona de Nuevo Rocafuerte. Asimismo, se añadió manualmente la presencia de cacería comercial en el Río Curaray, principalmente, en los poblados de Lorocachi y Payacachi; y se asumió la presencia de cacería en la zona de los ríos Cononaco, Shiripuno y Tiguino de donde se saca la madera. Finalmente se obtuvo información sobre la cacería en el borde del territorio Waorani, por el río Tihuacuno donde cazan pobladores Kichwas.

2.1.2 Modelamiento de la Cacería de Subsistencia

De la misma manera como se desarrolló el mapa de cacería comercial, se generó un mapa de cacería de subsistencia. La única diferencia fue la inversión de valores de algunos pesos asignados a los poblados para modelar la cacería comercial. Por ejemplo, tuvieron más peso las comunidades con distancias más largas con respecto a las vías o mercados. Concretamente se supone que las comunidades más alejadas de los mercados, se dedican más a la cacería de subsistencia, que a la cacería comercial.

2.1.1.1 Discusión

La apertura de la Vía Maxus y el establecimiento de los subsidios al transporte por parte de las empresas petroleras ha permitido que en la vía Maxus se incremente dramáticamente la caza y por ende, la cantidad de carne de monte comercializada. Esto responde a varios factores. Primero, se incrementó la posibilidad de transportar grandes cantidades de carne, de manera gratuita hasta el mercado más cercano de Pompeya, en las camionetas o rancheras que son de propiedad de las petroleras y que operan en la vía. Segundo, la entrega de gasolina a las

comunidades a lo largo de la vía Maxus, amplia la superficie que los cazadores tienen para explotar la fauna, movilizándose por los ríos principales como Yasuni o Tiputini. Por estas razones, la zona de explotación de la Vía Maxus incluye los ríos Tiputini y Yasuni, con un grado de severidad de cacería comercial más alto en el paisaje de la RBY (Figura 13=

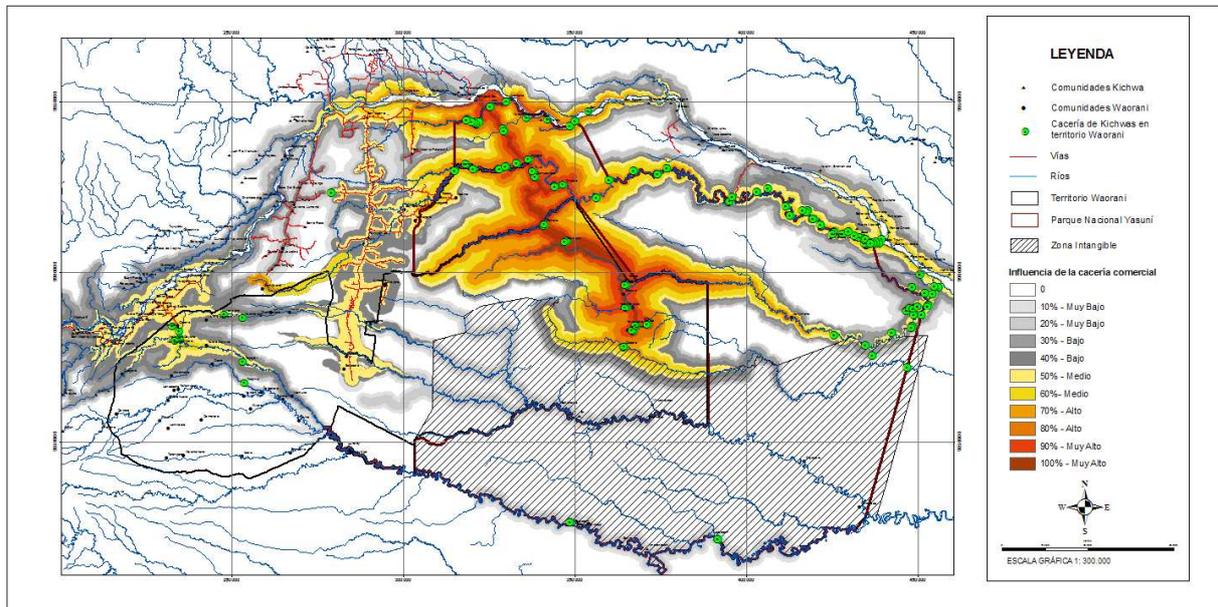


Figura 13 Influencia de la cacería comercial dentro de la RBY.

Se asume que el beneficio neto para los cazadores por la venta de carne de monte en el mercado, depende del balance entre las ganancias de venta y los costos por capturar los animales y trasladar la carne hasta el mercado. Entonces, se puede esperar que la cantidad promedio de carne vendida por cazadores de diferentes comunidades, sea mayor para las comunidades más cercanas y menor para las comunidades más alejadas al mercado (WCS Ecuador Boletín, 2007). Este patrón se puede observar en el mapa de la cacería comercial (Figura 13) entre las comunidades Kichwa asentadas a lo largo del Río Napo. Según el mapa, la intensidad de cacería tiene un nivel mediano cerca a Pompeya y va disminuyendo con la distancia desde el mercado en Pompeya hasta Nueva Providencia. Entre Nueva Providencia y la comunidad de Tiputini, el impacto de cacería comercial es muy bajo porque la población Kichwa se dedica más a la pesca. El impacto de cacería aumenta nuevamente entre el Tiputini y Nuevo Rocafuerte debido a la proximidad de otro mercado ubicado en Nuevo Rocafuerte.

Entonces, en el caso de las comunidades Kichwa del río Napo, es evidente que los costos de transporte y de oportunidad relacionados con la venta de carne en los mercados, se incrementan proporcionalmente a la distancia. Por el contrario, no se observa este patrón en la Vía Maxus. La relación entre ganancias y costos se desequilibra porque estas comunidades, al tener transporte gratuito a lo largo de la vía, pueden llevar al mercado de Pompeya cantidades

mucho más grandes de carne, explotando áreas de cacería mayores y sin preocuparse por los costos del transporte hacia el mercado. En efecto, el análisis estadístico hecho por los técnicos WCS indica que los cazadores de las comunidades Waorani de Guiyero, Timpoca, y Dicaro venden en Pompeya, 400 veces más cantidad de carne de monte de lo que se esperaría por la distancia que separa estas comunidades, el mercado de Pompeya (WCS Ecuador Boletín, 2007).

Otra área con severidad alta es el área de la Vía Perenco donde la cacería está incrementando por la presencia de los mercados de San Pedro y Chontapunta. Con respecto al impacto de la cacería comercial en esta zona, se tomó en cuenta la información que se recopiló durante los talleres con la NAWE. En WCS todavía no se ha hecho un estudio de cacería en esta zona, sin embargo, los técnicos de la NAWE nos indicaron que por la presencia de la vía y del mercado, existe cacería comercial en el área de Gareno y Menapare, y además, cazadores Kichwas están entrando por el Río Nushino. Se asumió entonces una severidad de cacería del 50 por ciento como una aproximación. Igualmente, se consideró la cacería comercial por la Vía Auca como muy alta, pero se requiere estudios que confirmen cuáles son las áreas más afectadas en la zona.

Con respecto a la zona de Curaray, tampoco existen datos de campo sobre la cacería comercial. Pero durante los talleres se confirmó la presencia de cacería comercial en el Río Curaray, principalmente en los poblados de Lorocachi y Pavacachi. Desde estos sitios se sacan animales mediante transporte aéreo hacia el mercado de la ciudad del Tena, y posiblemente hasta Coca. Sin embargo, los costos son muy altos y por esta razón, la severidad es muy baja. Igualmente, se discutió que los cazadores y pescadores desde Perú están entrando la zona y sacando los animales para sus mercados.

Según el mapa, el sur de la RBY y el área comprendida entre los ríos Tiputini y Yasuní todavía no están afectados por la cacería comercial, aunque eso puede cambiar con la explotación petrolera en el Bloque ITT.

La cacería de subsistencia, por otro lado, se enfoca más en las áreas alejadas del mercado, concentrándose en la zona oeste de la RBY. Según el mapa, se puede notar la severidad más alta de la cacería de subsistencia en la zona de Kiwaro, Toñampare, Tzapino donde no existe un acceso fácil al mercado (Figura 14). Pero aún así, existe un alto nivel de cacería de subsistencia a lo largo de la Vía Maxus por las mismas razones que fomentan la cacería comercial de esta zona.

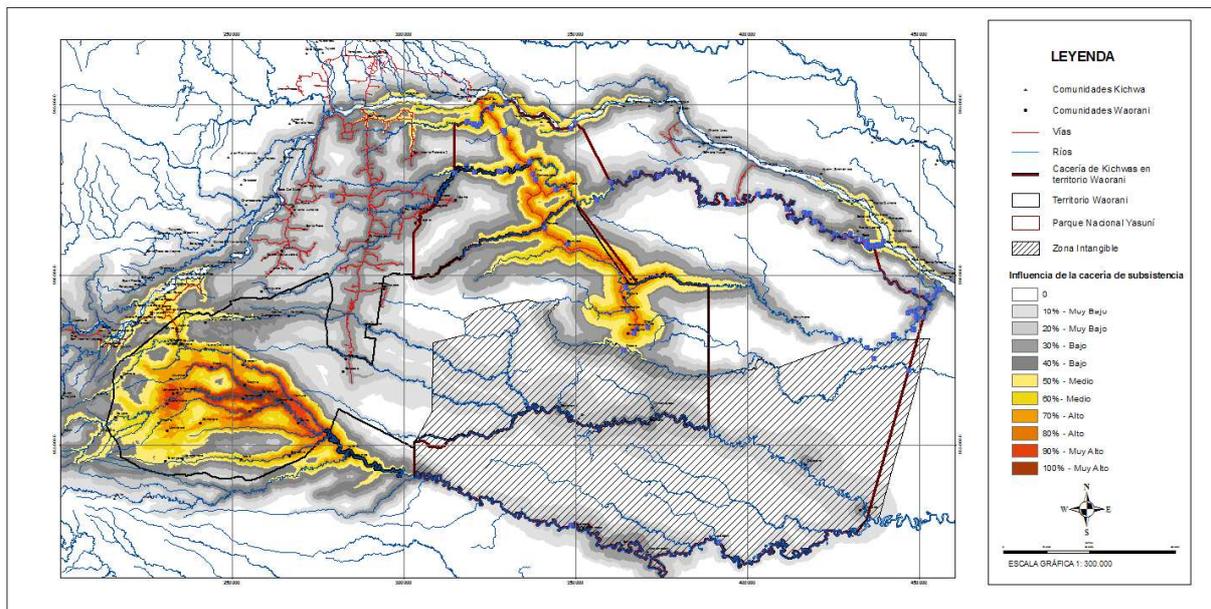


Figura 14. Influencia de la cacería de subsistencia dentro de la RBY.

3. INTERVENCION POBLACIONAL - AGRICULTURA Y GANADERIA:

El modelamiento de la presión poblacional puede ser un sustituto de los impactos de la frontera agrícola y de la ganadería que están causando una alteración sustancial en la estructura de los bosques, y consecuentemente en los hábitats para animales silvestres.

3.1 Modelamiento de presión poblacional

El análisis de presión poblacional se realizó mediante el método de la densidad *kernel*, el cual utilizó el archivo de los poblados, en base a información de Waorani, Kichwa, Colonos, y Shuar. El análisis *kernel* es uno de los métodos estadísticos que definen el uso del espacio de una manera probabilística. Este método estima la distribución de uso y genera patrones espaciales de superficies de densidad para mostrar concentraciones de puntos.

Para aplicar KERNEL se utilizó:

- 1) Un radio de influencia de 6600 m (estimado en base de validación cruzada de mínimos cuadrados (LSCV).
- 2) El área de influencia de cada familia (Kichwa, Waorani, y Campesinos), estimado en base al número de familias y a la aproximación del área que cada familia utiliza para chacras, cultivos o ganadería.

El número de las familias de cada poblado y de las comunidades Waorani fue proporcionado por los técnicos de la NAWE, y para las comunidades Kichwa por técnicos Kichwa. En cambio para las comunidades colonas, se hizo una estimación general en base al conocimiento de algunas de ellas.

La información sobre el área de uso por cada familia de cada nacionalidad viene parcialmente del aporte de información de campo y de las entrevistas realizadas en comunidades Waorani. El área de uso actual aumentó un poco para incorporar la variación dentro de los poblados. Es importante reconocer que el área del uso es solo una aproximación. Por ejemplo, en el caso Waorani, una o más familias ocupan el mismo espacio de las chacras.

Las estimaciones son las siguientes:

- a) las familias Kichwa utilizan más o menos 2 hectáreas
- b) las familias Waorani utilizan no más que 1 hectárea
- c) las familias colonas pueden utilizar hasta 8 hectáreas

Adicionalmente, se incorporó la densidad de la ubicación de las casas levantadas durante los recorridos con los técnicos de la NAWE. Esto nos permite describir un patrón de presión poblacional a un nivel más fino. Se aplicó una función Kernel con el radio de influencia de 3 kilómetros, igualmente estimado en base a la validación cruzada de mínimos cuadrados (LSCV). Después se normalizó la densidad y se asignó una severidad desde 0 – 100.

Al final se fusionó la capa de densidad de las casas con la capa de densidad de los poblados para llegar a un mapa final de intervención poblacional.

3.1.1 Discusión

Según el mapa final (Figura 15), la mayor presión poblacional existe en la Vía Auca, especialmente las comunidades de *Dayuma* y *Nuevo Horizonte*, y por la comunidad *Puma Punta* en la Vía Los Zorros. La severidad de la presión poblacional en la Vía Auca coincide con el mapa de altos niveles de intervención. La relación entre presión poblacional e intervención, verifica el modelo en las áreas de San Pedro por la Vía Perenco y Pumayacu y Nuevo Rocafuerte por el Río Napo (Figura 13). Eso implica un mayor impacto de alteración del bosque y pérdida de hábitat para la vida silvestre.

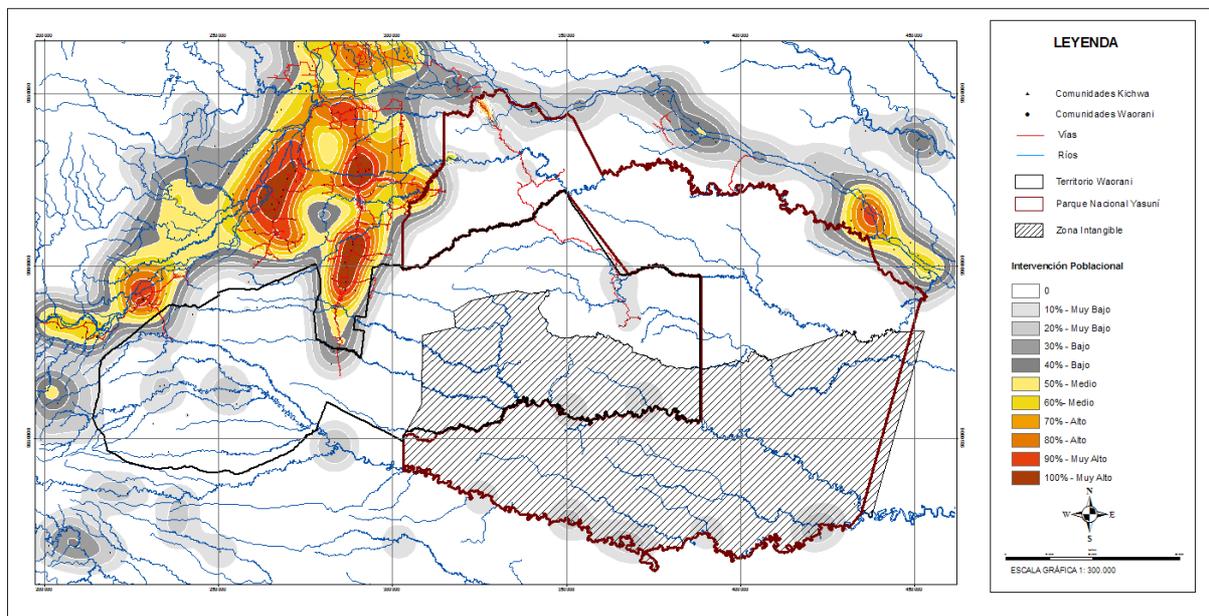


Figura 15. Intervención poblacional dentro de la RBY.

4. TALA DE MADERA

La tala ilegal de madera constituye uno de los conflictos más complejos en toda el área de la RBY, especialmente en el Parque Nacional Yasuní y la Zona Intangible Tagaeri-Taromenane. La tala, causa directamente la fragmentación de hábitat y también la expansión de la cacería.

Durante el primer taller con la NAWE, los técnicos indicaron las áreas principales de extracción de madera y los ríos por donde se transporta la madera:

- 1) Tiwino (vía Auca), Ñoneno, Dicapare, hacia el este de Shiripuno.
- 2) Bameno por el río Shiripuno.
- 3) Por el río Tiputini bajo en el sector de Pindo al sur (estero Chambira, a lo largo del río Tiputini), Tobeta, Miwagono hasta Yawepare.
- 4) Río Tihuacuno (cabecera) y Gontiwano: se saca por la vía Los Zorros, en dirección a Loreto.
- 5) Vía Pindo: venta en Coca.

Los técnicos de la NAWE y de WCS levantaron información sobre la presencia de tablones a lo largo de la vía Auca. Los datos de distribución de la tala, fueron obtenidos a través de los talleres de amenazas con la NAWE, levantamiento de la información en el campo y la verificación personal con los técnicos de WCS que están trabajando en la zona.

4.1. Modelamiento de la tala por los ríos

Utilizando la información provista por los técnicos NAWE sobre la tala por los ríos, se asumió que con la distancia hacia el río desde la carretera, la severidad de tala disminuye. Como se mencionó anteriormente, el costo de transporte no es un factor limitante para los madereros, la severidad más alta de 100, se asignó dentro de los primeros 20 km por el río desde la vía y ésta va disminuyendo según se incrementa la distancia desde la vía (Tabla 7).

Por otro lado, los técnicos notaron que los madereros llevan caballos en canoas y pueden entrar lejos al bosque. Entonces, para visualizar un promedio de la distancia desde el río hacia el interior del bosque, existe un promedio de 4 km con la severidad de 100 dentro de los primeros 2 km (Tabla 8).

Adicionalmente haciendo una distinción de la severidad de tala entre los ríos, se identificaron los ríos Shiripuno, Tigüino y Tiputini con un factor de tala alto (100) en comparación con otros (70).

El impacto de tala por los ríos desde la vía	
severidad (Y)	distancia (m) (X)
100	20000
0	87007
pendiente	-0.0011
intersección	102.35

Tabla 7. Las variables, pendiente e intersección de una regresión lineal importantes para calcular el impacto de tala en los ríos desde las vías.

El impacto de tala desde los ríos	
severidad (Y)	distancia (m) (X)
100	2000
0	4000
pendiente	-0.05
intersección	200

Tabla 8. Las variables, pendiente e intersección de una regresión lineal para calcular el impacto de tala desde los ríos.

4.1.1 Discusión

El mapa final indica los ríos de Tivacuno, Cononaco Chico, Shiripuno, Tigüino, Tiputini y parte de Río Wagrani donde se extrae la madera (Figura 16). Esta información está confirmada por los estudios hechos por la FAO: donde se registra la presencia al menos 12 campamentos temporales de madereros ilegales distribuidos en las riberas de los ríos Shiripuno, Cononaco Chico, Cuchiyacu, Tigüino, Tiputini y Yasuní. Cada campamento está integrado por grupos de entre 12 y 20 personas (FAO, 2008). La madera extraída del PNY, de las riberas de los ríos Tigüino, Shiripuno, Cononaco, Cononaco Chico y Cuchiyacu, se vende en ciudades cercanas al PNY.

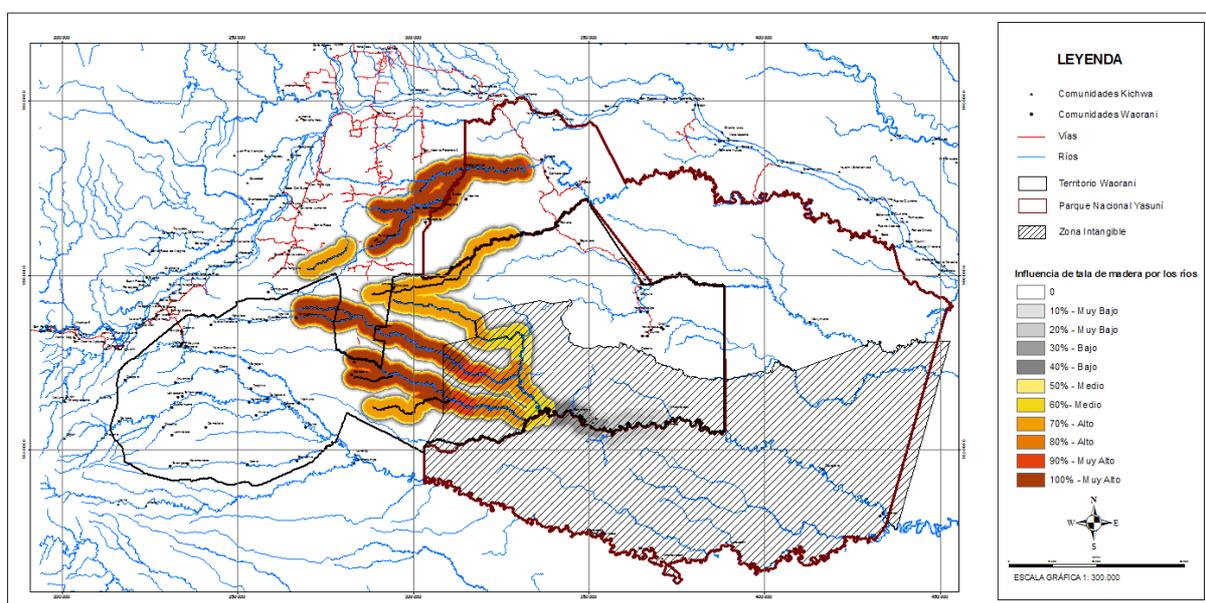


Figura 16. Influencia de la tala de madera por los ríos dentro de la RBY.

4.2. Modelamiento de la tala por las vías

Para definir el impacto de la tala por las vías y principalmente por la Vía Auca se tomó en cuenta la densidad de los puntos de presencia de tablones y deforestación levantados en campo con los técnicos de la NAWA. Se realizó un análisis de densidad mediante el método Kernel, el cual asigna pesos a vías desde 0 hasta 100 en base a la densidad de tablones y signos de tala. También se asumió una severidad de 100 alrededor de las vías hasta 2 km, y después disminuyendo linealmente hasta 4 km (Tabla 9). Al final, se multiplicaron las capas de

intensidad de tala de madera, obtenidas de los puntos de campo, con las capas buffer. Finalmente, se normalizó la severidad otra vez entre 0 y 100.

El impacto de tala desde las vías	
severidad (Y)	distancia (m) (X)
100	2000
0	4000
pendiente	-0.05
intersección	200

Tabla 9. Las variables, pendiente e intersección de una regresión lineal para calcular el impacto de tala desde las vías.

4.2.1 Discusión

La información obtenida en el campo y el modelamiento de la intensidad de la tala en la zona Auca nos indica que la vía Los Zorros tiene una tala más alta que en la zona de las comunidades Kichwa y las fincas colonas (FAO, 2008). Las carreteras de Yuca, Pindo, y 8 de abril (estas últimas dos con acceso directo al PNY), la carretera Armadillo y la parte norte de la Vía Auca son también rutas reconocidas como de alta extracción de madera. Esta información coincide con los estudios hechos por la FAO sobre la extracción de madera por la Vía Auca.

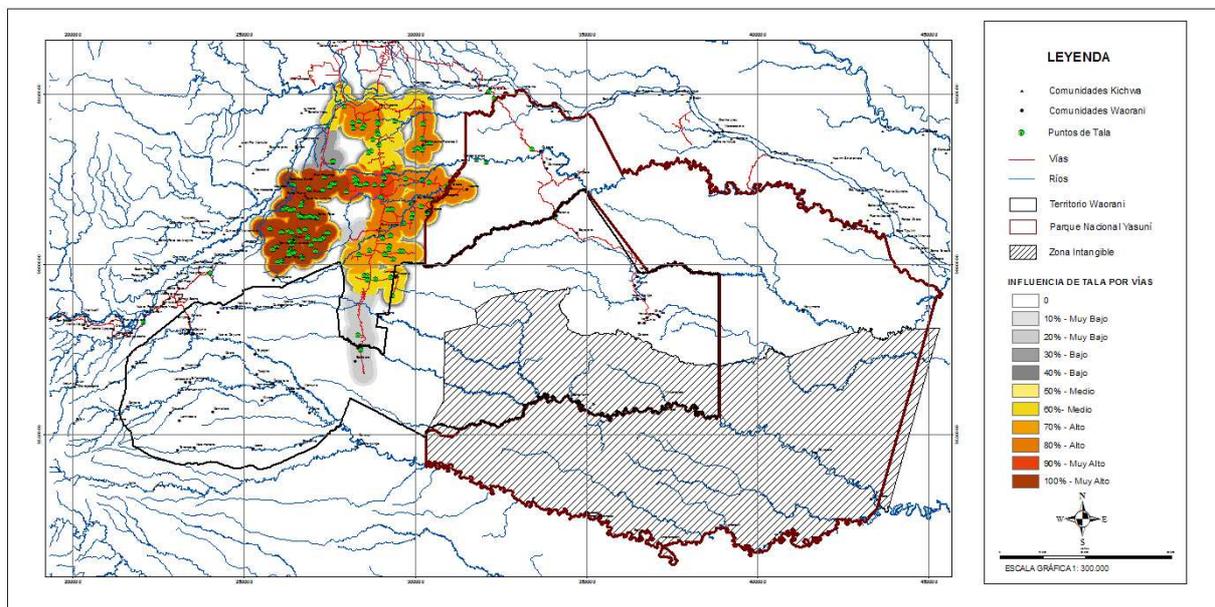


Figura 15. Influencia de la tala de manera por los vías dentro de la RBY.

V. MAPAS FINALES DE LAS PRESIONES ANTROPOGÉNICAS SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Todas las capas que representan las presiones individuales se fusionaron para obtener un mapa final de las presiones sobre la biodiversidad. Hay diferentes maneras para combinar las capas de las presiones y la manera de la fusión depende de qué tipo de mensaje se quiere comunicar.

En este caso se generó un mapa de las presiones que representa la reducción en porcentaje total en la calidad de hábitat. Para los cálculos finales se utilizó todas las capas, excluyendo la cacería de subsistencia porque debe ser considerado de manera diferente por su comportamiento y también porque aún no ha sido estudiado profundamente. Así para generar el mapa final que representa el % total de reducción en relación con la calidad del hábitat, se aplicó la función siguiente :

$$100 - [(100 - Presion1) * (100 - Presion2) * \dots / 100^{(n-1)}] \quad (\text{Didier \& LLP, 2007})$$

Donde n es el numero de los presiones

En este caso no se evalúa los impactos en especies específicas y se trata todas las capas de manera similar. A través de esta función se enfatiza las severidades más altas dentro de cada capa de presiones consideradas y la multiplicación de las capas, define las presiones y cómo interactúan cuando existe afectación en la calidad de hábitat y las poblaciones de fauna.

Por ejemplo, si tres presiones reducen de manera independiente la calidad de hábitat en un 90% (cacería), 50% (tala), y 10% (agricultura) respectivamente, entonces la reducción total en relación con la calidad de hábitat sería:

$$100 - [(100 - 90) * (100 - 50) * (100 - 10) / 100^2] = 95.5\%$$

Entonces, la reducción del hábitat no es solo causada por una presión sino por una interacción entre las presiones, donde la cacería tiene un mayor impacto y ésta a su vez, aumenta por la tala y actividades de agricultura que contribuyen a la degradación del hábitat.

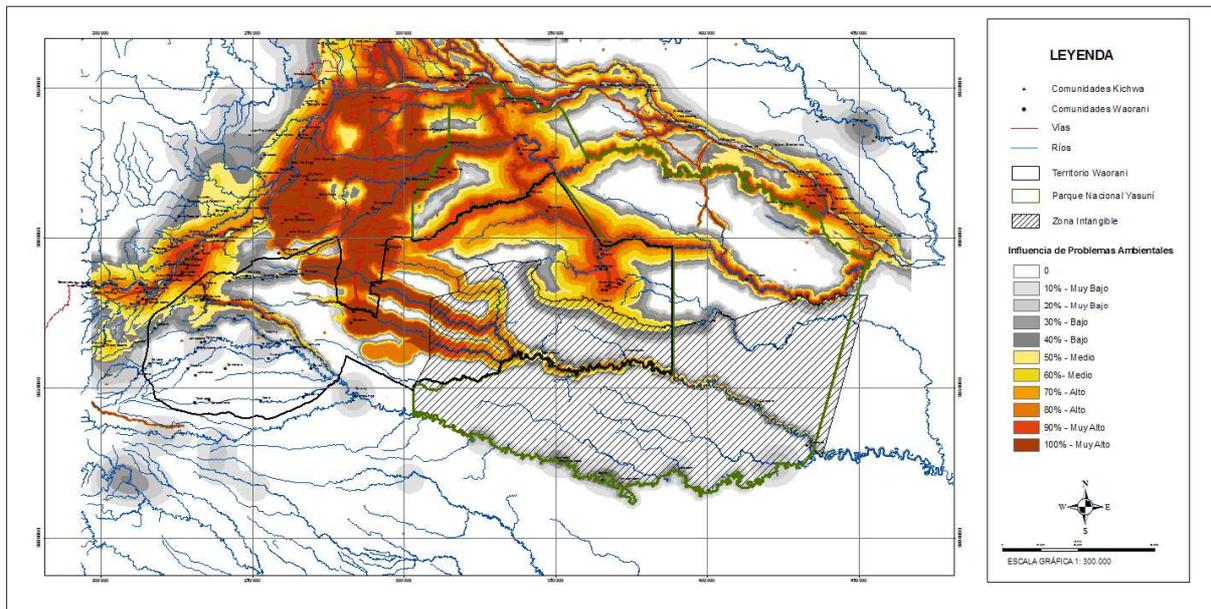


Figura 18. La severidad de las presiones dentro de la RBY excluyendo la cacería de subsistencia

Se genero también la segunda versión del mapa aplicando la misma función anterior pero no se incluyo las presiones de tala en la zona de la Vía Auca (Figura 19).

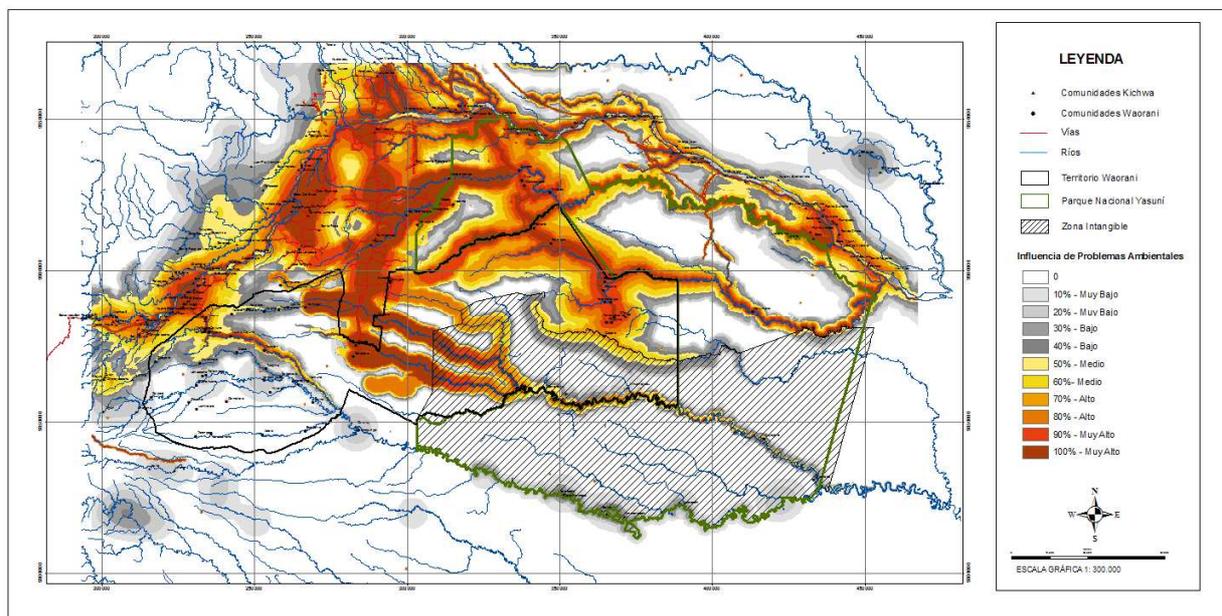


Figura 19. La severidad de las presiones dentro de la RBY excluyendo la cacería de subsistencia y la tala de madera por las vías

La tala y deforestación en esta zona es muy alta, pero no fue incluida porque presenta una dinámica propia, relacionada con la presión poblacional. De esta manera, se decidió utilizar solo la presión poblacional como sustituto de deforestación/tala por la Vía. (Figura 19).

Los mapas finales en la Figura 18 y 19 representan un índice de la presión ambiental con un rango de variación entre 0 y 100, donde 0 representa áreas "libres" de actividades humanas y 100 representa áreas altamente intervenidas.

VI. CONCLUSIÓN

En total se generaron 5 mapas de presiones antropogénicas : 1) cacería comercial, 2) cacería de subsistencia, 3) los derrames en ríos y zonas inundables, 4) la deforestación y la contaminación de vertientes y del suelo por la construcción de infraestructura petrolera y, 5) la extracción de madera por las vías y los ríos. La forma de incluir a los mapas de presiones en el mapa final, depende del mensaje que se quiere comunicar o el área que se quiere enfatizar en el análisis y este documento provee los dos ejemplos.

Según los mapas finales de las Figuras 18 y 19 donde se fusionaron las capas principales se puede observar que la mayor concentración de presiones se ubica en la parte nor-oeste de la RBY. Además la intensidad es mayor en las zonas de las Vías Auca, Los Zorros, y Maxus. Igualmente se nota una intensidad de presión muy alta por los ríos Shiripuno, Tigüino y las zonas del río Tiputini dentro del PNY. Igualmente existe un impacto alrededor del Río Yasuní. Sin embargo, la severidad tan alta en la zona de las dos vías y ríos es muy diferente.

Por la Vía Maxus, y los ríos Tiputini y Yasuní dentro del parque, existe mayor intensidad de cacería comercial, mientras que por las Vías Auca y los Zorros y los ríos Shiripuno, Tigüino y Tiputini, existe deforestación asociada con la presión poblacional y la tala de madera. Al mismo tiempo son notorios que los valores de presión más altos en las zonas de la Vía Perenco, se relacionan con los mercados de San Pedro y Chontapunta, y la zona de Nueva Rocafuerte donde hay presión poblacional e igualmente existe un mercado en pleno crecimiento. El sur de la RBY aparentemente tiene bajos niveles de presiones. Sin embargo, el área tampoco ha sido investigada, sabemos que falta información de campo sobre las actividades humanas, especialmente por el Río Curaray.

El mapa de presiones puede servir como una herramienta visual para identificar las áreas más amenazadas y las áreas potenciales de monitoreo y vigilancia. Además, como hay muchos supuestos incorporados en el modelamiento a la escala de paisajes de la RBY, el mapa nos ayuda a identificar los vacíos de información y por ende de conocimiento de varias actividades humanas en diferentes zonas. Por ejemplo, no tenemos mucha información sobre las presiones antropogénicas en el área occidental, la zona de Garenó, y tampoco en el área de Curaray.

Finalmente, el mapa de presiones nos servirá para evaluar los impactos sobre especies de fauna que estudiamos. En el futuro se puede transformar estos mapas generales de ‘severidad’ en mapas específicos para determinadas especies. De esta manera las Nacionalidades tendrán a su disposición un documento gráfico que permita tomar decisiones de su territorio, especialmente de la temática que plasmamos en el presente estudio.

VII. RECOMENDACIONES:

El modelamiento tiene muchos supuestos, por la falta de información de campo y verificación de los modelos. Por esta razón eso se recomienda lo siguiente:

1. Verificar y actualizar la cobertura vegetal con la información sobre tipo de la cobertura más detallada.
2. Actualizar los datos de campo – número de familias en los poblados.
3. Recopilar información de campo sobre la presencia de los derrames y contaminación.
4. Realizar investigaciones de cacería en el oeste y sur de la RBY donde no existen datos de campo, y también evaluar la cacería por la Vía Auca.

La extracción de petróleo y los proyectos de infraestructura (por ejemplo el eje multimodal Manta-Manaos) van a tener un impacto enorme sobre la vida silvestre y la estructura del bosque. Es necesario modelar y evaluar los escenarios de los impactos potenciales de los proyectos para promover una evaluación estratégica ambiental. Se podrían realizar esos proyectos bajo diferentes escenarios de desarrollo, potencialmente incorporando el modelamiento de cambio climático.

Otro paso adicional es redefinir las amenazas a nivel de las comunidades. Por ejemplo, el mapeo comunitario que se aplica a nivel de las comunidades, puede servir para verificar y redefinir el mapa de las presiones antropogénicas a nivel local, y como un insumo para que las comunidades desarrollen su propio sistema de monitoreo.

REFERENCIAS

- Asociación Amazanga (<http://www.amazanga.org/petrol.html>)
- Bravo, Elizabeth. (2007). *Los Impactos de La Explotación Petrolera en Ecosistemas Tropicales y La Biodiversidad*. Acción Ecológica.
- Didier, K.D & LLP (Living Landscapes Program). (2007). *Desarrollando Paisajes Biológicos y de Amenazas a partir de principios ecológicos fundamentales, un enfoque paso-a-paso*. Manual Técnico 6, Wildlife Conservation Society, Bronx, NY.
<http://www.wcslivinglandscapes.org/bulletins/manuals>
- FAO. (2008). *Línea de base del Programa para la Conservación y el Manejo Sostenible del Patrimonio Natural y Cultural de la Reserva de la Biosfera Yasuní*.
- ParksWatch (2004). *Evaluación Rápida del Gran Yasuní Napo*
- Strahler, A. N. (1957). *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. Transactions of the American Geophysical Union (38):913-920.
- Vallejo, I., J. Torres & G. Remache. (2008). *Identificación de problemas del territorio Waorani: Informe preliminar*.
- Villaverde, X, F. Ormaza, M. Marcial, J. Jogenson. (2005). *Parque Nacional Yasuní y Reserva de Biosfera Yasuní. Historia, problemas y perspectivas*. FEEP. Quito
- Wildlife Conservation SocietyWCS. (2007). *WCS Ecuador Boletín*, Octubre, No 2.
- Zapata-Rios, G; E. Suárez; V. Utreras; & J.Vargas. (2006) *Evaluación de Amenazas Antropogénicas en el Parque Nacional Yasuní y sus Implicaciones para la Conservación de Mamíferos Silvestres*. Lyonia. 10 (1): 47-57 .