

# Estimación de una línea de base regional, un enfoque geográfico.

Miguel Angel Castillo<sup>i\*</sup>, Gus Hellier<sup>ii</sup>, Ben de Jong<sup>1</sup> y Richard Tipper<sup>2</sup>

## Objetivo

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una línea de base regional de los niveles de emisiones de carbono atribuibles a los cambios de uso del suelo. Se pretendió desarrollar una línea de base cuyas exigencias de datos pudiesen ser reproducibles a las escalas y bajo situaciones similares, para ello se hizo uso de información que derivada de diferentes censos y de cartografía ya disponible.

Otra de las condicionantes para esta trabajó fue que los resultados pudiesen ser aplicables fácilmente en campo.

## La zona de estudio

La zona corresponde a una región ubicada en el estado de Chiapas (Figura 1), con una compleja fisiografía que ha propiciado una amplia diversidad de paisajes terrestres, entre otras consecuencias la

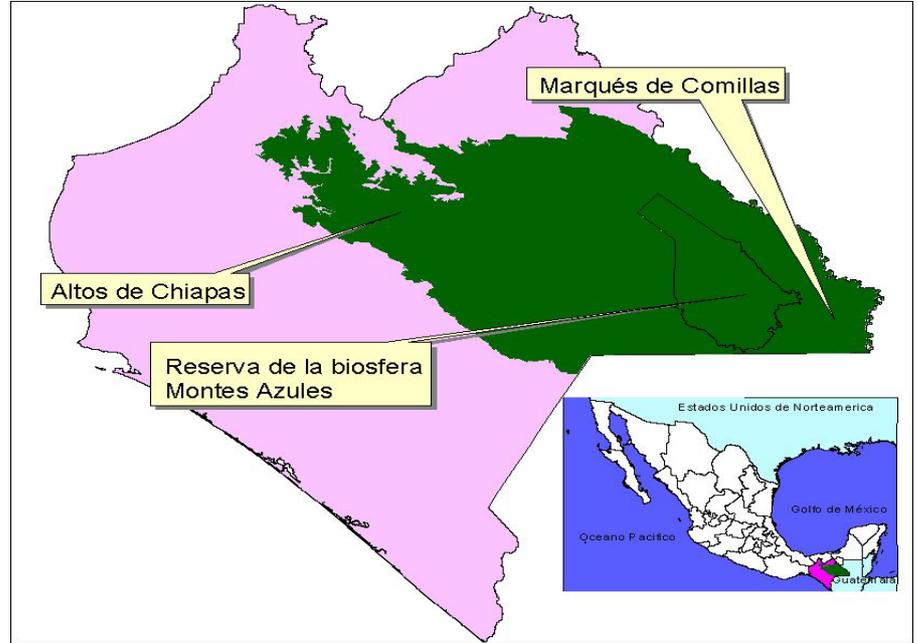


Figura 1. Ubicación del área de estudio

variación altitudinal ha dado lugar a la presencia de ecosistema como los bosques de pino, bosques de pino encino, bosques de niebla, selvas

perenifolias y selvas caducifolias. Paralelamente esta compleja fisiografía ha impuesto serias limitantes para las actividades productivas primarias como la agricultura y ganadería intensivas, ya que aunque dichas actividades se practican de manera usual de manera extensiva, los rendimientos obtenidos son sumamente bajos por la pobreza de nutrientes de los suelos y las abruptas pendientes mayoritariamente presentes en los paisajes agrícolas.

Tal situación evidentemente conlleva a estados de extrema fragilidad ambiental y predisposición a la erosión y limitan la disponibilidad de terrenos agrícolas estables y también propician consecuentemente una demanda continua por nuevas tierras para los cultivos. Las principales actividades productivas son el cultivo de maíz y frijón así como la ganadería extensiva, la primera de ellas practicada sobre terrenos de pendiente alta y/o frágiles terrenos tropicales

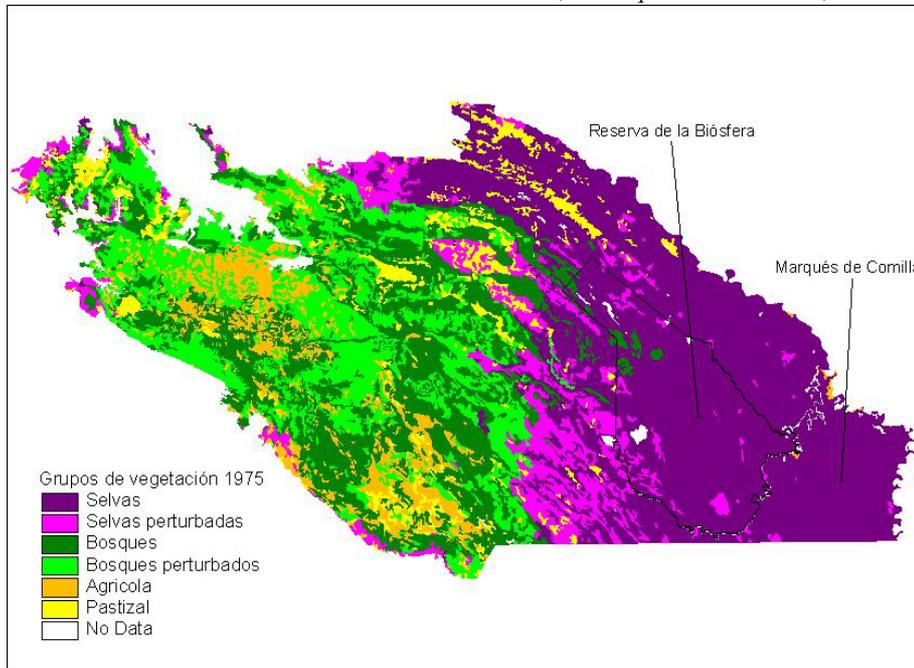


Figura 2. Distribución de los grupos de vegetación en 1975

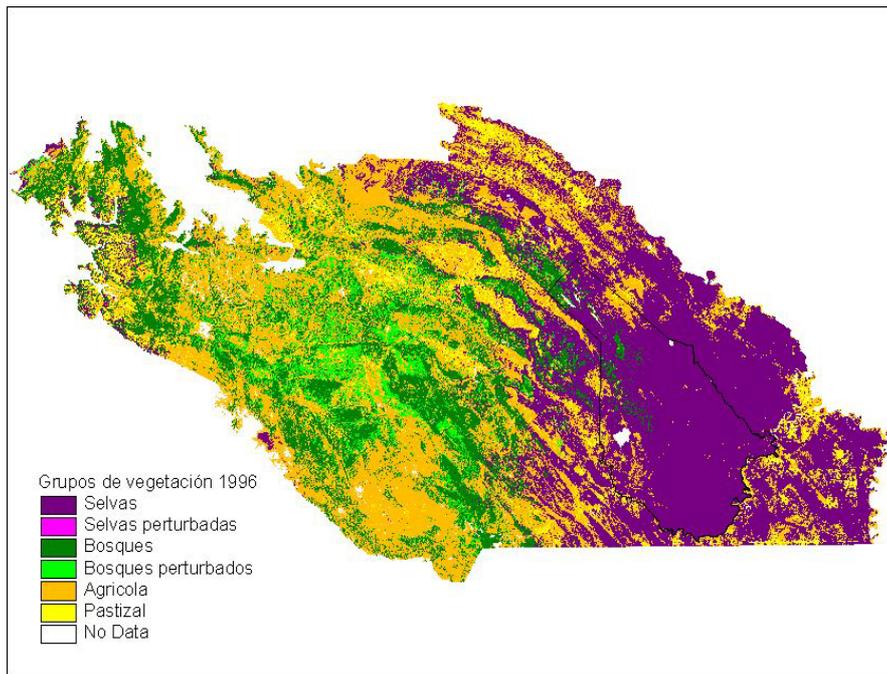


Figura 3. Distribución espacial de los tipos de vegetación en 1996.

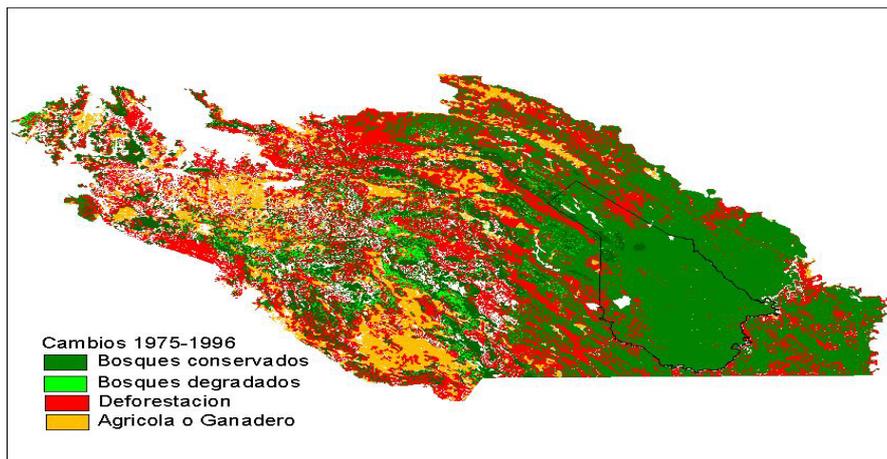


Figura 4. Mapa de cambios en el uso del suelo 1975-1996

empleando el método de roza, tumba y quema.

En general el estado de Chiapas se destaca por sus altos índices de pobreza, de tal suerte que a nivel nacional ha sido considerado el estado con mayor pobreza.

Se digitalizaron mapas de vegetación y uso del suelo correspondientes a la década de 1970 en escala 1:250,000, que fueron elaborados mediante la

interpretación de fotografías aéreas. La fecha de adquisición de estas osciló entre 1973 y 1978, la mayor parte fueron de 1975, por lo que este se tomó como año base para dicha cartografía.

También se clasificaron empleando el método supervisado 3 imágenes de satélite Landsat TM del 1996 que cubrían el área de estudio (path 21 row 48 y 49 y path 20 row 49). Para cada periodo se elaboró un

mosaico que cubría completamente el área de estudio

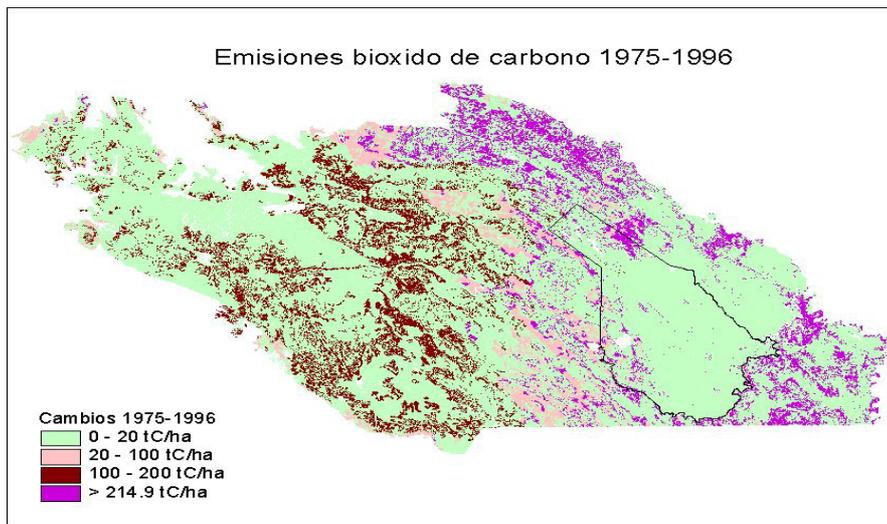
### Métodos

Con anterioridad se han realizado estudios con el objeto de determinar los contenidos de carbono presentes en los diferentes tipos de vegetación mas frecuentes en la zona de estudio (de Jong et al, 2000), estos resultados fueron empleados y dieron la pauta para recodificar los tipos de vegetación presentes en la fuentes de datos de ambos periodos, creándose así clases equivalentes en el contenido de carbono y por lo tanto comparables entre si.

Se digitalizaron, corrigieron, georeferenciaron e integraron a la base espacial de vegetación, capas de información que permitieron explicar la influencia de factores socioeconómicos y del medio físico en la determinación de los cambios de uso del suelo, es así que se trabajó con caminos, pendientes de terrenos, densidad de población, índices de marginación, regímenes de propiedad de la tierra y sistemas de producción mas frecuentes en la zona.

### Resultados

Los procesos de ocupación del territorio en México desde la década de los 50's influyeron decisivamente en la conformación del actual paisaje Chiapaneco, ya gran parte de los terrenos nacionales que fueron distribuidos durante el tiempo de la reforma agraria fueron tierras marginales cuyo uso potencial correspondía mas al forestal, por encontrarse en condiciones de pendientes fuertes, escasa accesibilidad y suelos sumamente erosionables no adecuados para actividades productivas, pero que en contrapartida soportaban un gran diversidad biológica y un considerable número de especies endémicas.



**Figura 5. Emisiones estimadas durante el período 1975-1996**

La imagen de 1975 muestra los efectos de esta ocupación de espacios frágiles cuya baja productividad (para actividades agrícolas) ha requerido la búsqueda constante de nuevos espacios. Gran parte de la zona templada (color verde) se encuentra ocupado por comunidades cuya composición es mayoritariamente indígena, estos grupos indígenas se desenvuelven bajo regímenes de propiedad de tierras comunales, históricamente la densidad de población y ocupación de estos espacios ha sido muy intensa, lo cual se hace evidente del análisis del anterior gráfico, que muestra una amplia extensión de bosques perturbados.

Hacia finales de los 70's y principios de los ochentas, movimientos armados en la frontera sur (Guatemala), intensas presiones derivadas de conflictos agrarios y la búsqueda de nuevas zonas de potencial petrolero influyeron para que el gobierno mexicano emprendiera una feroz colonización de espacios prístinos. La zona de Marqués de Comillas fue el resultado de este fenómeno.

Derivados de los intensos procesos de colonización que se llevaron a cabo en la región de la selva Lacandona, especialmente la zona

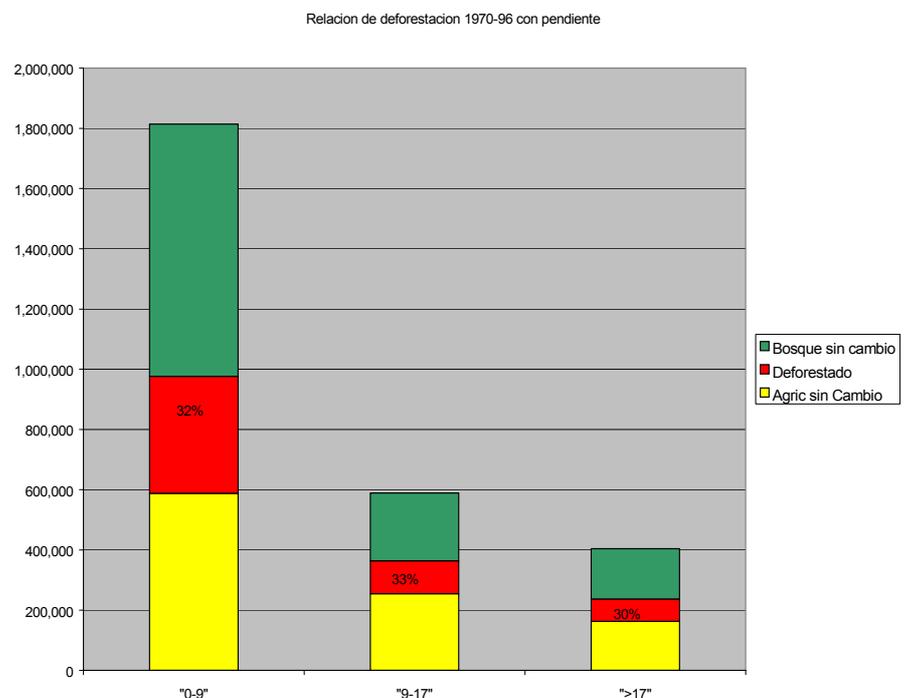
conocida como Marqués de Comillas, las tasas de pérdida de los selvas perennifolias son sumamente altas y las emisiones asociadas al cambios de uso del suelo son el resultado de esta situación.

La Figura 5 muestra las emisiones asociadas a los cambios de uso del suelo de acuerdo a los contenidos de C medidos en los diferentes tipos de vegetación.

Es claro que existen zonas donde la colonización reciente y el incremento poblacional han requerido de nuevas tierras para la agricultura y ganadería. La presencia de la Reserva de la biosfera y las políticas asociadas que promueven el uso sustentable en la región han frenado parcialmente la deforestación al interior de la reserva, sin embargo se pueden observar que hacia la parte norte y sur de la misma no ha sido posible evitar este cambio en el uso del suelo y por ello muestran altos niveles de emisiones.

### **Factores que afectan los cambios en el uso del suelo y las emisiones de gases de invernadero.**

Una de las primeras variables con las que se trabajó fue con la pendiente, puesto que es sabido en muchos casos, que las condiciones de pendiente abrupta actúan como barreras naturales, limitando hasta cierto niveles el cambios en el uso del suelo. Se empleó el modelo digital de elevaciones para derivar un mapa de pendientes, las cuales fueron



**Figura 6. Relación de pendientes y deforestación**

reclasificadas y posteriormente superpuestas con los mapas de cambios.

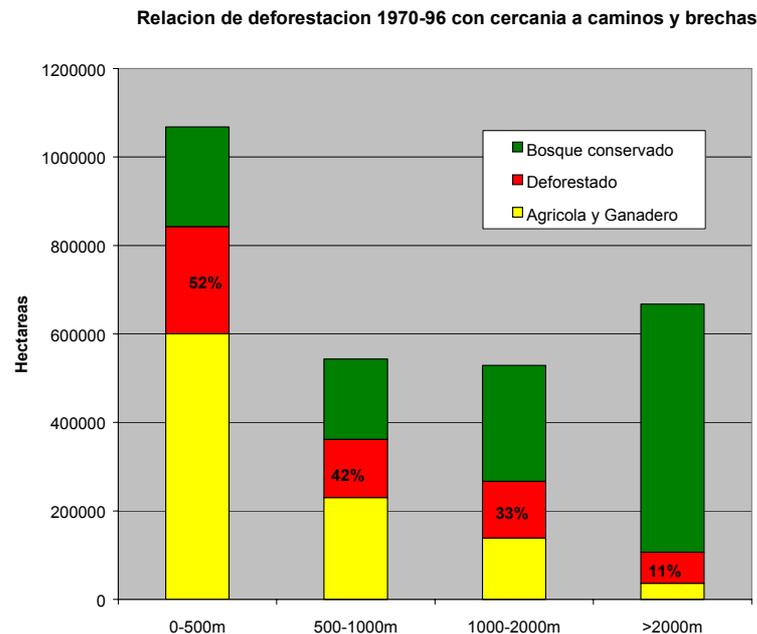
La figura 6, muestra el tipo de asociación entre la deforestación y las pendientes. Es claro que no existe una tendencia, lo cual indica que es tan grande la demanda por nuevas tierras que incluso la presencia de pendiente no aptas para actividades primarias, no resultan un obstáculo para que las áreas forestales que ahí se encuentran sea transformadas a un uso diferente.

Por otra parte, los caminos han funcionado como un factor decisivo en la transformación de los recursos naturales facilitando el acceso hasta las masas arboladas. En gran medida el crecimiento de la estructura caminera es el resultado de políticas gubernamentales por colonizar áreas inaccesibles, sin una debida planeación de actividades asociadas que permitieran un uso sustentable de los nuevos terrenos. En general se respondía a presiones de grupos campesinos por nuevas tierras para la agricultura y la ganadería, a la necesidad de explorar nuevas áreas para la producción petrolera y para aliviar presiones sociales derivados de conflictos agrarios en gran medida.

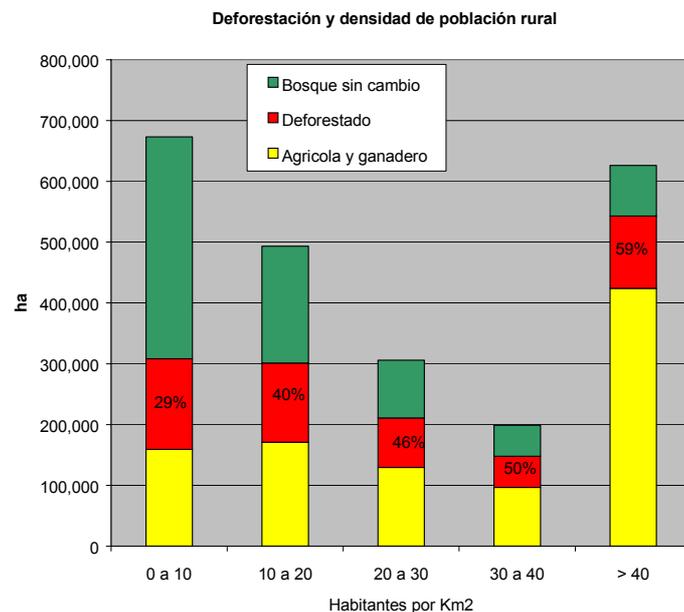
La gráfica muestra que un alto porcentaje de la deforestación se ha dado a menos de dos kilómetros de los caminos, por lo que podemos asumir que de mantenerse esta tendencia, los bosques aledaños a las vías de comunicación serán los mas amenazados en periodos posteriores.

Es claro que el crecimiento poblacional en zonas de alta pobreza y de escasez de tierras para el desarrollo de actividades primarias en forma sustentable, ha tenido como consecuencia una creciente presión por el uso de los terrenos que actualmente soportan a las masas arboladas.

Aunque esta variable es una de las mas difíciles de expresar espacialmente, haciendo uso de los censos de población y vivienda que se



**Figura 7. Relación entre caminos y deforestación**



**Figura 8. Deforestación y densidad de población rural**

encuentran georeferenciados se logró construir un mapa de las áreas de influencia de dichos poblados, estas áreas de influencia se definían como círculos de 3 Km. de radio, sobre estos círculos o áreas de influencia se calculaba la densidad de población

rural o densidad de población dedicada a actividades primarias (número de habitantes por Km<sup>2</sup>). La Figura 8 muestra esta relación espacial entre densidad de población rural y deforestación, la magnitud de las barras indica la cantidad en términos

absolutos de tres situaciones que se presentaron del mapa de cambios, en color verde se presentan los bosques sin cambios, esto es áreas que presentaban bosques al inicio y al final del periodo de estudio; en color rojo se presentan las zonas deforestadas dentro del periodo de 21 años y por último en color amarillo se presentan áreas que al principio y final del periodo se presentaban ya como agricultura. Los números dentro de cada barra indican el porcentaje del áreas deforestadas en la clase de densidad correspondiente. En términos porcentuales se observa una clara correlación positiva entre la densidad poblacional y las tasas de deforestación.

También se estudió la relación de determinados regímenes de propiedad de la tierra sobre la deforestación, para tal efecto se emplearon los resultados del censo agrícola y ganadero. En este

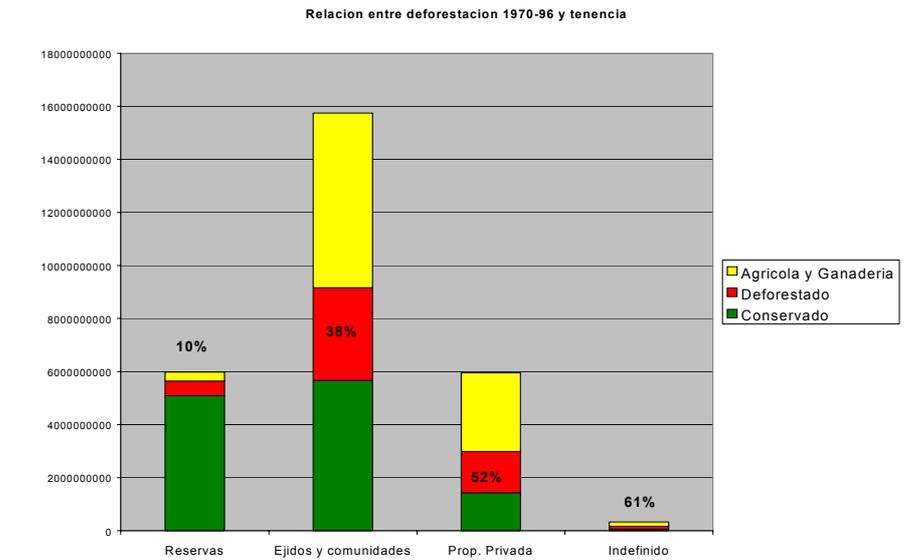


Figura 9. Deforestación por tipos de régimen de propiedad

censo se reportan para cada unidad mínima de medición (área geoestadística básica) los porcentajes del área que se encuentran bajo determinados regímenes. En México

se encuentran los ejidos y la propiedad comunal que se definen como propiedad social, ya que las decisiones sobre el uso de los terrenos se toma de forma colectiva.

Aunque en términos absolutos la mayor cantidad de terrenos forestales se encuentra en ejidos y comunidades, en términos porcentuales las mayores tasas de deforestación se presentan sobre los terrenos de propiedad privada.

El conocimiento del grado de asociación entre los factores estudiadas (camino, pendiente, población, pobreza, tenencia de la tierra, etc) y el cambio en el uso del suelo, permitió elaborar un escenario posible, asumiendo que se mantenían las condiciones que originaron dichos cambios.

La Tabla 1 muestra una combinación de factores, esto es en cada una de los elementos de dicha tabla se presenta el porcentaje de los bosques que se encuentran bajo ciertas condiciones de densidad poblacional y cercanía a caminos que posiblemente serán transformados, asumiendo que gran parte de los cambios serán de bosque a agricultura o pastizales, la Figura 10 muestra un escenario de emisiones para el año 2017, bajo este supuesto.

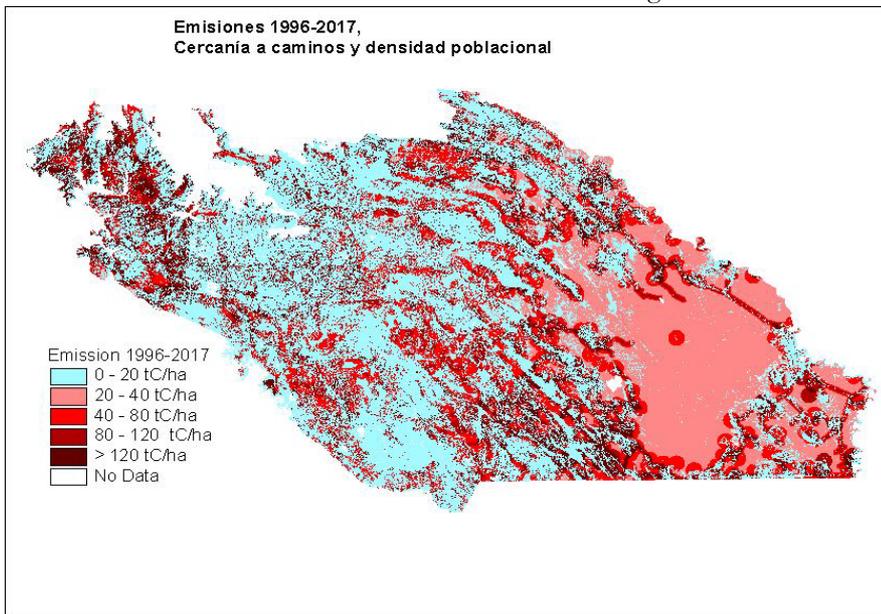


Figura 10. Emisiones estimadas (tC) 1996-2017

Tabla 1.

	0 a 1000 m	1000 a 2000 m	>2000 m
0 hab/Km <sup>2</sup>	42.827	25.433	6.686
0 a 15 hab/Km <sup>2</sup>	54.915	38.195	24.157
15 a 30 hab/Km <sup>2</sup>	66.718	50.134	33.719
>30 hab/Km <sup>2</sup>	77.788	61.782	41.716

En general este supuesto está sustentado, por ejemplo en el caso de los caminos, después de los procesos de colonización que sufriera el estado durante la década de los ochentas, la red caminera se ha mantenido con poco crecimiento, ya que gran parte de

los cambios en estos se deben a sus categorías, es decir pasan de caminos rurales a carreteras pavimentadas. Para la población se ajustó un modelo de crecimiento sigmooidal que permitió estimar el crecimiento esperado de la población

La categorización de la influencia de los caminos y de los caminos en 3 clases, permite su aplicación transparente en el campo.

---

<sup>i</sup> El Colegio de la Frontera Sur, Carretera panamericana y periférico sur s/n, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

\* Autor a quien deben dirigirse comunicaciones: Miguel Angel Castillo Santiago, Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico sur s/n, Barrio Maria Auxiliadora, CP 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Email: [mcastill@sclc.ecosur.mx](mailto:mcastill@sclc.ecosur.mx)

<sup>ii</sup> Edinburgh Centre for Carbon Management. Edinburgh, UK.