



Informe Técnico Final

Convenio de Donación PRO_03_CBC_EG_07_038_FAMNKM

Donante: Conservación Internacional

Institución responsable del proyecto: Fundación Amigos del Museo Noel Kempff M.

Firma de convenio: 26 de marzo de 2007



Santa Cruz, 31 de Octubre de 2007.

Datos generales del Proyecto

Título del Proyecto: Estudio de la Deforestación histórica total en la Amazonía en los nueve corredores de transporte IIRSA

Responsables:

Conservación Internacional:

Aspectos Técnicos: Juan Carlos Ledezma (jledezma@conservation.org)

Aspectos Administrativos: Ma. Carmen Delgadillo (cdelgadillo@conservation.org)

Fundación Amigos del Museo Noel Kempff:

Aspectos Técnicos: Lisete Correa (lcorrea@museonoelkempff.org)

Aspectos Administrativos: René Rodríguez (rrodriguez@museonoelkempff.org)

Fecha de inicio: 26 de Marzo de 2007

Duración: 7 meses

Introducción

Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional en Sudamérica (IIRSA) es un esfuerzo osado por los Gobiernos de Sudamérica por construir una nueva red de infraestructura para el continente, incluyendo carreteras, vías acuáticas, e interconexiones energéticas y de comunicaciones.

Se reconoce que la IIRSA es una iniciativa visionaria que promoverá el intercambio entre sociedades y estimulará un crecimiento económico sano, el cual podía romper los ciclos violentos de las economías dependientes de los recursos naturales y mercados globales. IIRSA es un paso hacia el crecimiento económico sostenido y la reducción de la pobreza; es clave para el futuro de Sur América. No obstante, la IIRSA debe ser visionaria en todo sus dimensiones, incluyendo un visón de una Amazonía que conserva el medio ambiente y las culturas tradicionales.

La realización del presente estudio, continúa el proceso de análisis de Cobertura del suelo y Deforestación en la Amazonía Andina, apoyando los Programas de investigación y las Iniciativas de Conservación en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, y en Las Guyanas.

La información generada establece una base para posteriores análisis y monitoreo del impacto de los proyectos de infraestructura regional sobre las coberturas naturales.

En este proyecto se ha procesado información satelital para varios períodos de tiempo, estudios multitemporales, centrada en algunos de los corredores propuestos por la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), considerados como puntos vulnerables para deforestación en la Amazonía. Estos análisis se constituyen en componentes claves en el establecimiento de programas de Monitoreo a largo plazo, para evaluar el grado de amenaza de especies y hábitat.

Objetivo General del Proyecto

Documentar la deforestación histórica total en la Amazonía Andina hasta el año 2.000, con una actualización hasta 2.005/2.006 para los nueve corredores de transporte considerados por la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA).

- . *Corredor Bioceánico*. Santa Cruz-Puerto Suárez, Bolivia
- . *Corredor Norte*. Caranavi-Riberalta-Cobija, Norte Bolivia
- . *Interoceánica Sur*. Madre de Dios, Perú
- . *Selva Central*. Oxapampa-Pucallpa y Tingo María, Perú
- . *Interoceánico Norte*. Juanjui-Tarapoto-Yurimaguas, Loreto, Perú
- . *Interoceánico Norte*. El Reposo-Sarameriza, Loreto, Perú
- . *Putumayo*, Ecuador y Colombia
- . Ciudad Guayana-Boa Vista, Venezuela y Brasil.
- . *Arco Norte*. Boa Vista-Georgetown, Brasil y Guyana

Fuentes de información

. Imágenes satelitales

En los análisis sobre cobertura del suelo y deforestación se ha trabajado con imágenes Landsat para los 90's y 2.000. Para la actualización de la información, al 2.005, se han procesado imágenes Landsat y CBERS, para cubrir el área de los corredores viales.

. Información cartográfica

Se ha trabajado con las coberturas geográficas sobre Infraestructura vial, Límites políticos, Centros poblados principales y Áreas Protegidas, para cada país.

Metodología de trabajo

El equipo técnico del Dpto. de Geografía e Informática del Museo Noel Kempff M. ha consolidado una metodología de trabajo sobre análisis de Cobertura y Cambios en la Cobertura del suelo que ha sido aplicada en una gran variedad de áreas de trabajo, y que es la que se ha seguido para el presente estudio. Para el tratamiento digital de las imágenes de satélite se trabajó con el software ERDAS Imagine. Los procesos que se realizaron son los que se describen a continuación:

Se realizó la *selección de las imágenes* a ser utilizadas en el estudio, para determinar la Cobertura actual y la deforestación histórica. Para las fechas más recientes (2005) se está utilizando mayormente imágenes CBERS que fueron facilitadas por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales del Brasil (INPE).

Para seguir, se procedió con la *corrección geométrica*; las imágenes satelitales fueron georeferenciadas utilizando imágenes ortorectificadas de las mismas escenas como fuente para puntos de control. Una buena rectificación de las imágenes de satélite es crucial para el análisis multitemporal.

El *análisis digital (clasificación de las imágenes)*, que consiste en asignar cada píxel de la imagen multi-espectral a una de las categorías de la leyenda, se está desarrollando con la metodología de clasificación no supervisada que utiliza el algoritmo Isodata; las 125 clases resultantes se agrupan, haciendo un análisis espacial y espectral, en las clases de cobertura del suelo que han sido identificadas en el análisis visual de la imagen original (Anexo 1). Se clasifican diferentes fechas para una misma escena de las imágenes satelitales, que serán los insumos para la detección de cambios.

Una vez finalizada la clasificación de todas las imágenes, se procede a unir las escenas de una misma fecha en un *mosaico*, que luego será comparado con el mosaico de otros períodos para la *detección o mapeo de cambios* producidos por acciones antrópicas sobre la cobertura natural. Se analizan los datos multitemporales (imágenes clasificadas de dos o más fechas), utilizando el método de comparación de mapas de épocas diferentes o *clasificación cruzada* de imágenes clasificadas, donde se realiza una comparación píxel a píxel que origina un

nuevo archivo con diversas combinaciones que indican aquellas zonas que han experimentado transformaciones y el tipo de cambio ocurrido.

Finalmente la información generada, puede ser analizada en Sistema de Información Geográfica (SIG), bajo diferentes perspectivas, así como también realizar *análisis cuantitativo*, hacer diversas consultas y generar reportes con la información existente, de acuerdo a diversos requerimientos.

Resultados

Como producto del análisis de las imágenes de satélite e información cartográfica existente, se ha generado la información que se describe a continuación:

Productos	Indicadores	Actividades
Mejorar la información disponible sobre la deforestación histórica en los bosques tropicales de los Andes y de la Guyana.	Mapa de la Deforestación en la región Amazónica de los países Andinos, identificando cambios anteriores a 1990, y entre 1.990 y 2.000, en el área de los nueve corredores de IIRSA.	Selección y adquisición de imágenes satelitales Landsat orthorectificadas para 1.990 y 2.000. Elaboración de mosaicos para el área de la Amazonía Andina, en los corredores analizados. Colaborar con CABS en la finalización del estudio de cambio de cobertura para la Amazonía Andina, en los nueve corredores analizados, para completar los estudios de cambio cobertura.
Actualización de la Deforestación en los Corredores de Transporte de la Iniciativa IIRSA al 2.005/06.	Mapas de Deforestación con información actualizada 2.005/06 en cada uno de los Corredores de Transporte considerados en el estudio.	Revisión de disponibilidad de imágenes Landsat 2005/06, y solicitud de las mismas. Selección y adquisición vía FTP, de Imágenes satelitales CBERS para 2.005/06 (http://www.dgi.inpe.br).

		<p>Georeferenciación de imágenes Landsat y CBERS en base a imágenes Landsat orthorectificadas.</p> <p>Clasificación de imágenes, para generar los Mapas de Cobertura al 2.005. Creación de mapa de Cambios en la cobertura del suelo, para el período 2.000-2.005:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Corredor Bioceánico.</i> Santa Cruz-Puerto Suárez, Bolivia (Figura 1). • <i>Corredor Norte.</i> Caranavi-Riberalta-Cobija, Norte Bolivia, (Figura 2). • <i>Interoceánica Sur.</i> Madre de Dios, Perú, (Figura 3). • <i>Selva Central.</i> Oxapampa-Pucallpa y Tingo María, Perú (Figura 4). • <i>Interoceánico Norte.</i> Juanjui-Tarapoto-Yurimaguas, Loreto, Perú (Figura 5). • <i>Interoceánico Norte.</i> El Reposo-Sarameriza, Loreto, Perú (Figura 5). • <i>Putumayo,</i> Ecuador y Colombia (Figura 6). • <i>BR173.</i> Ciudad Guayana-Boa Vista-Manaus, Venezuela y Brasil (Figura 7). • <i>Arco Norte.</i> Boa Vista-Georgetown, Brasil y Guyana (Figura 8).
--	--	--

Mapas de Cobertura del suelo y avance de la Deforestación al 2005, en los corredores viales de la Iniciativa IIRSA

La información generada del análisis visual de las imágenes y los resultados de la clasificación (interpretación digital) se muestran en las Figuras de 1 al 8 y Tabla 1.

La información para los nueve corredores de IIRSA, el cambio en la cobertura del Suelo antes de 1900 y para los período 1990-2000 y 2000-2005, es presentada en formato digital (.img) y en archivos individuales.

Figura 1. Corredor Bioceánico (Santa Cruz-Puerto Suárez, Bolivia)

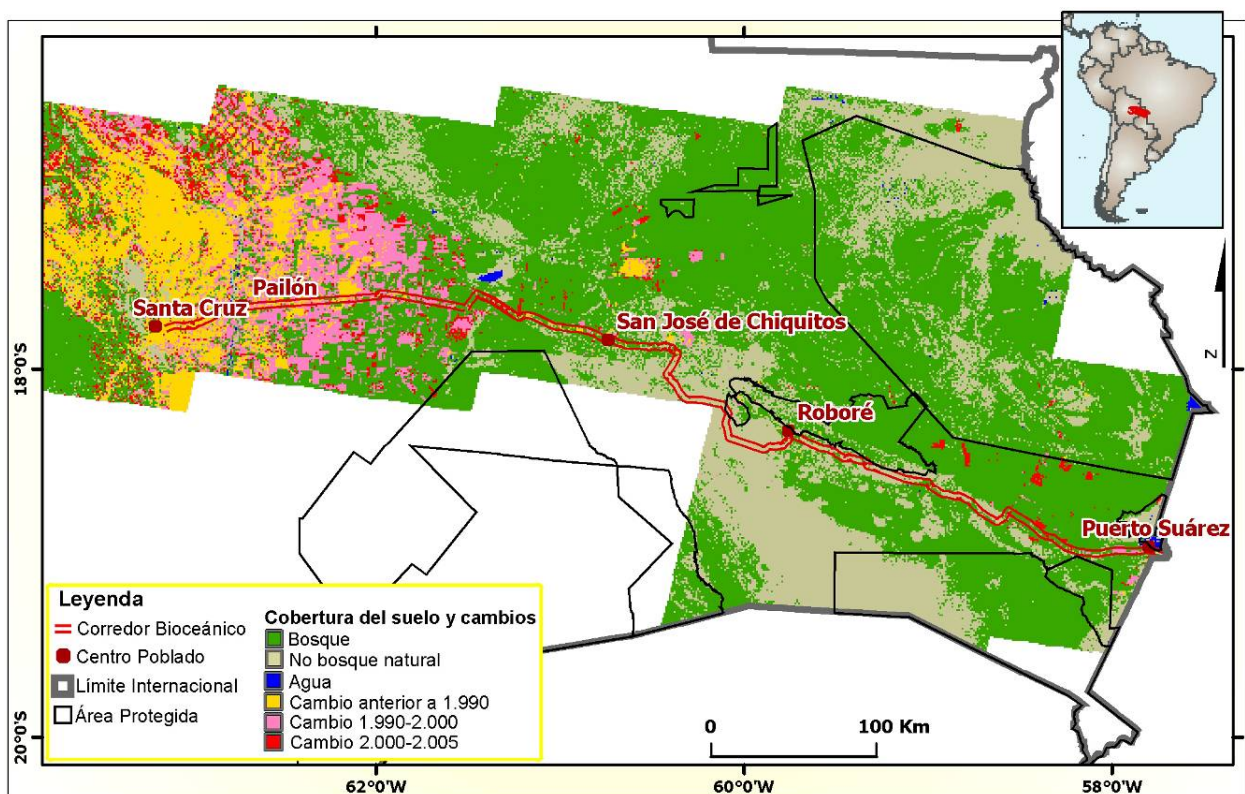


Figura 2. Corredor Norte (Caranavi-Riberalta-Cobija, Norte Bolivia)

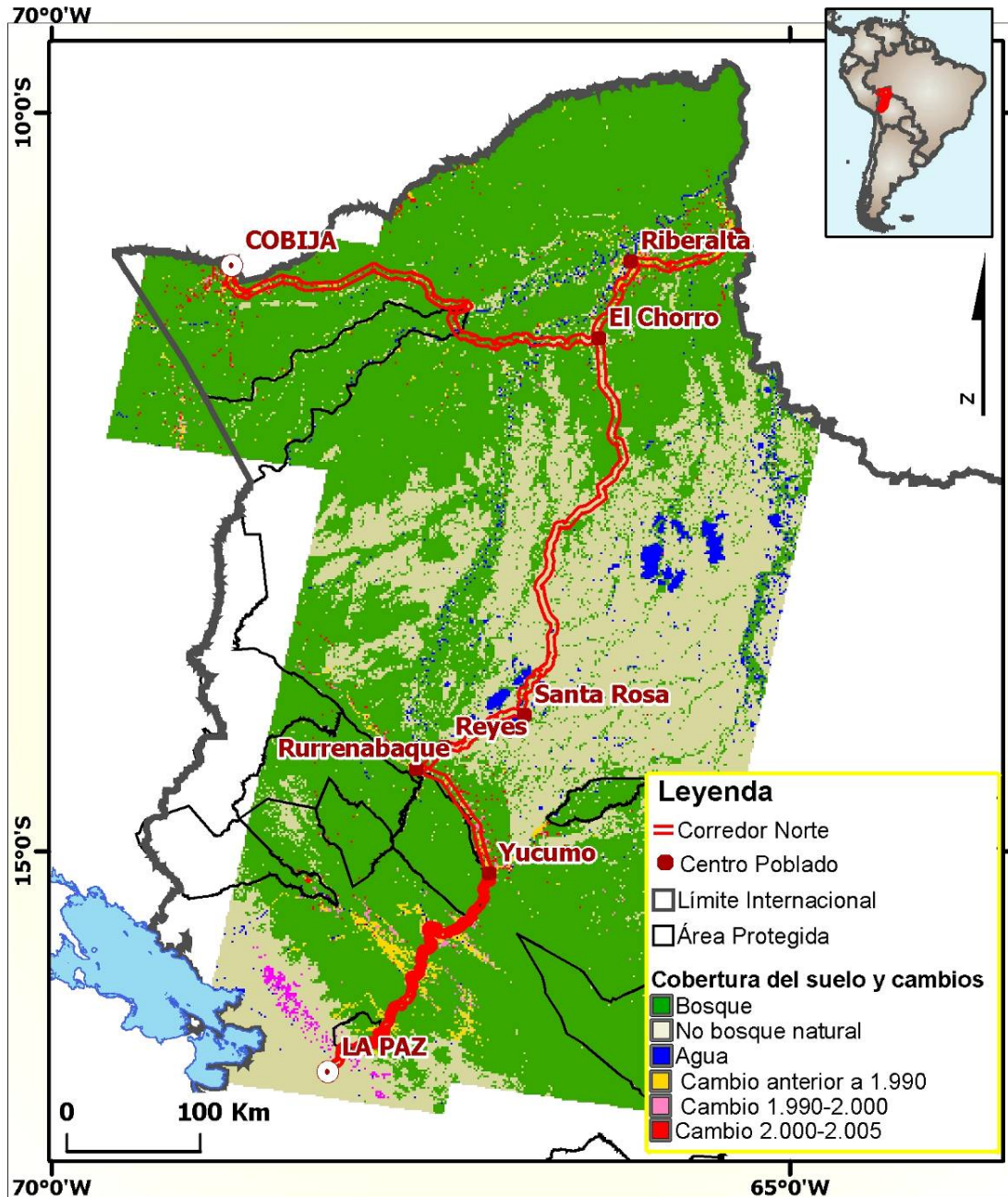


Figura 3. Corredor Interoceánico Sur (Madre de Dios, Perú)

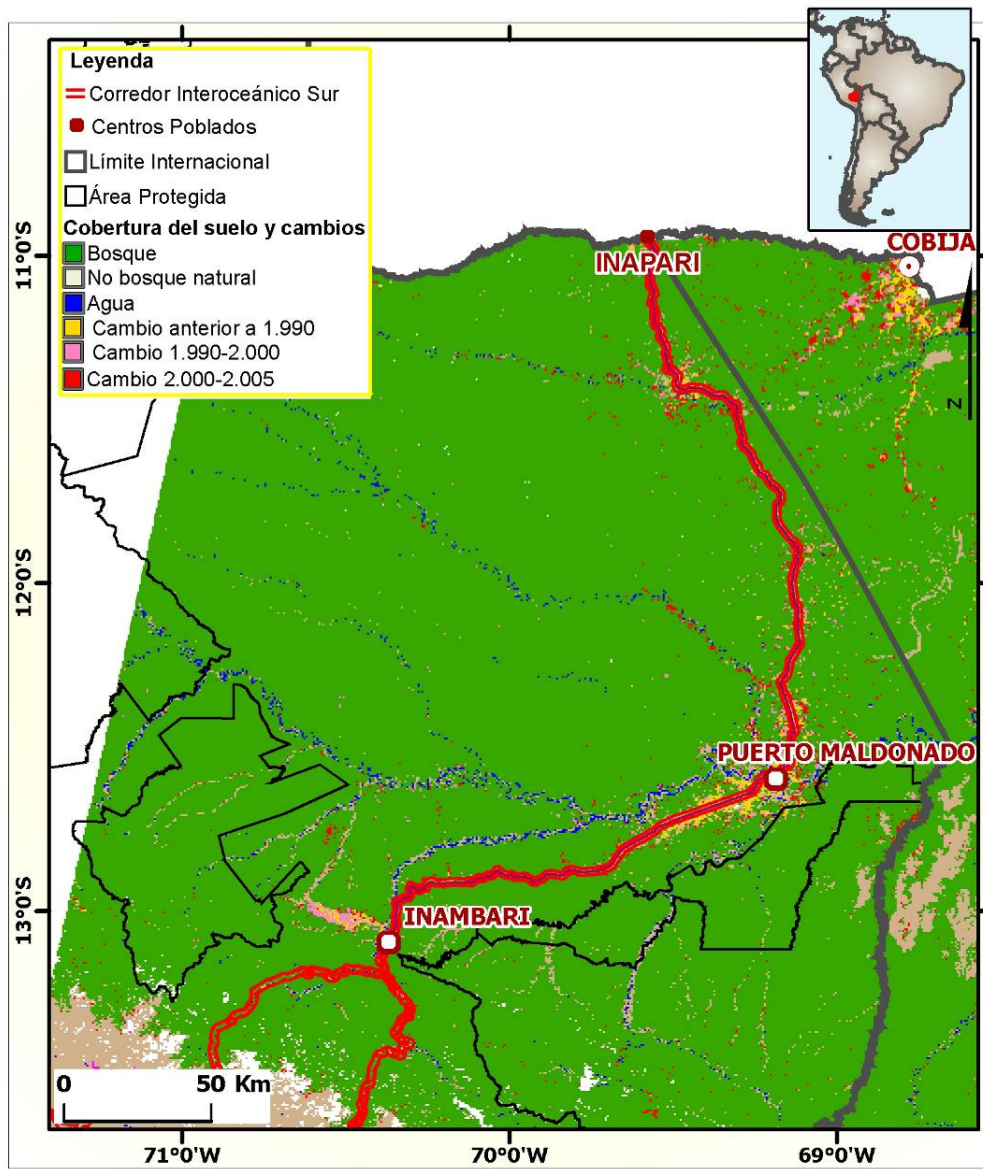


Figura 4. Corredor Selva Central (Oxapampa-Pucallpa y Tingo Maria, Perú)

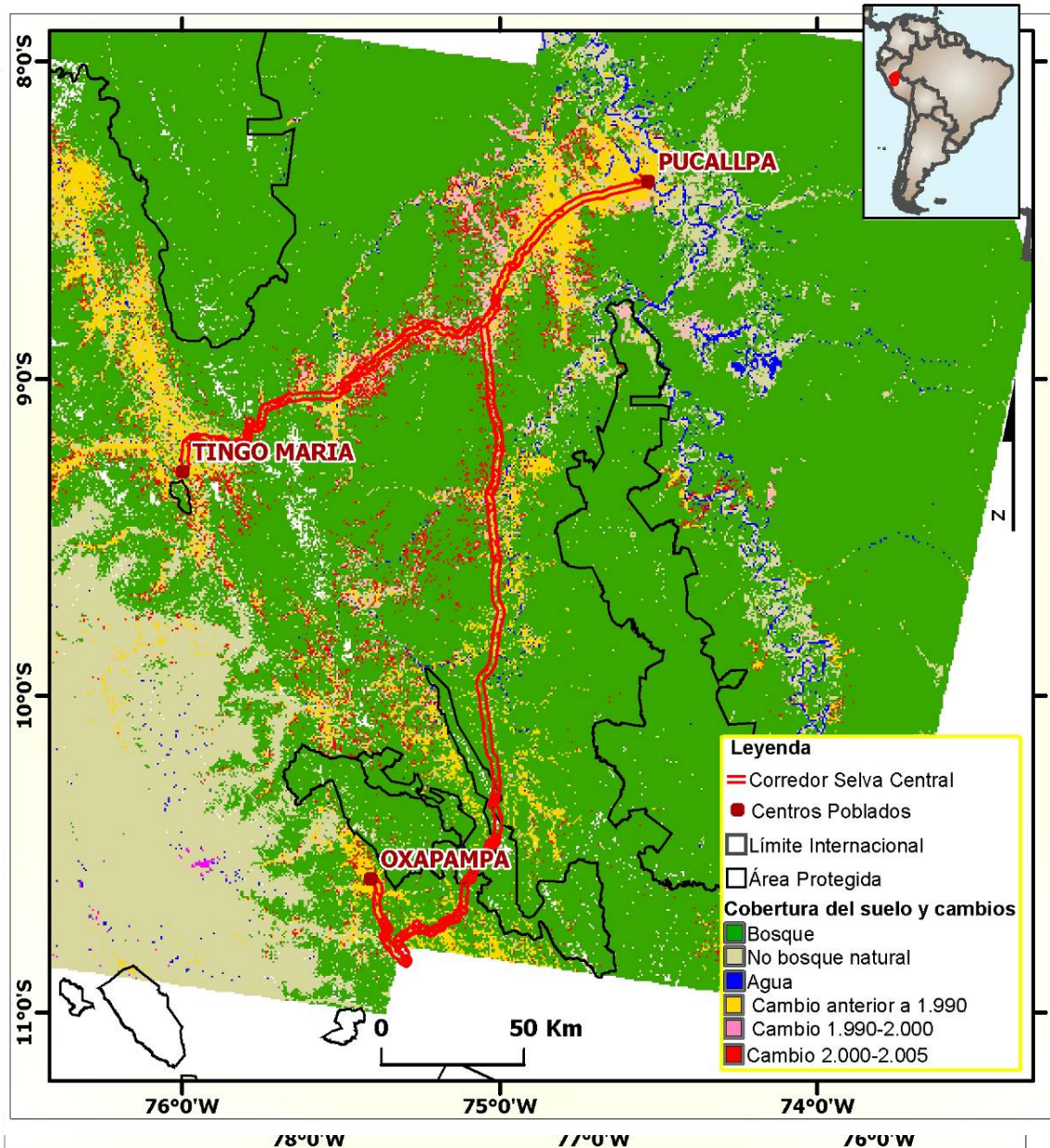


Figura 5. Corredor Interoceánico Norte (Juanjui-Tarapoto-Yurimaguas, El Reposo-Sarameriza, Peru)

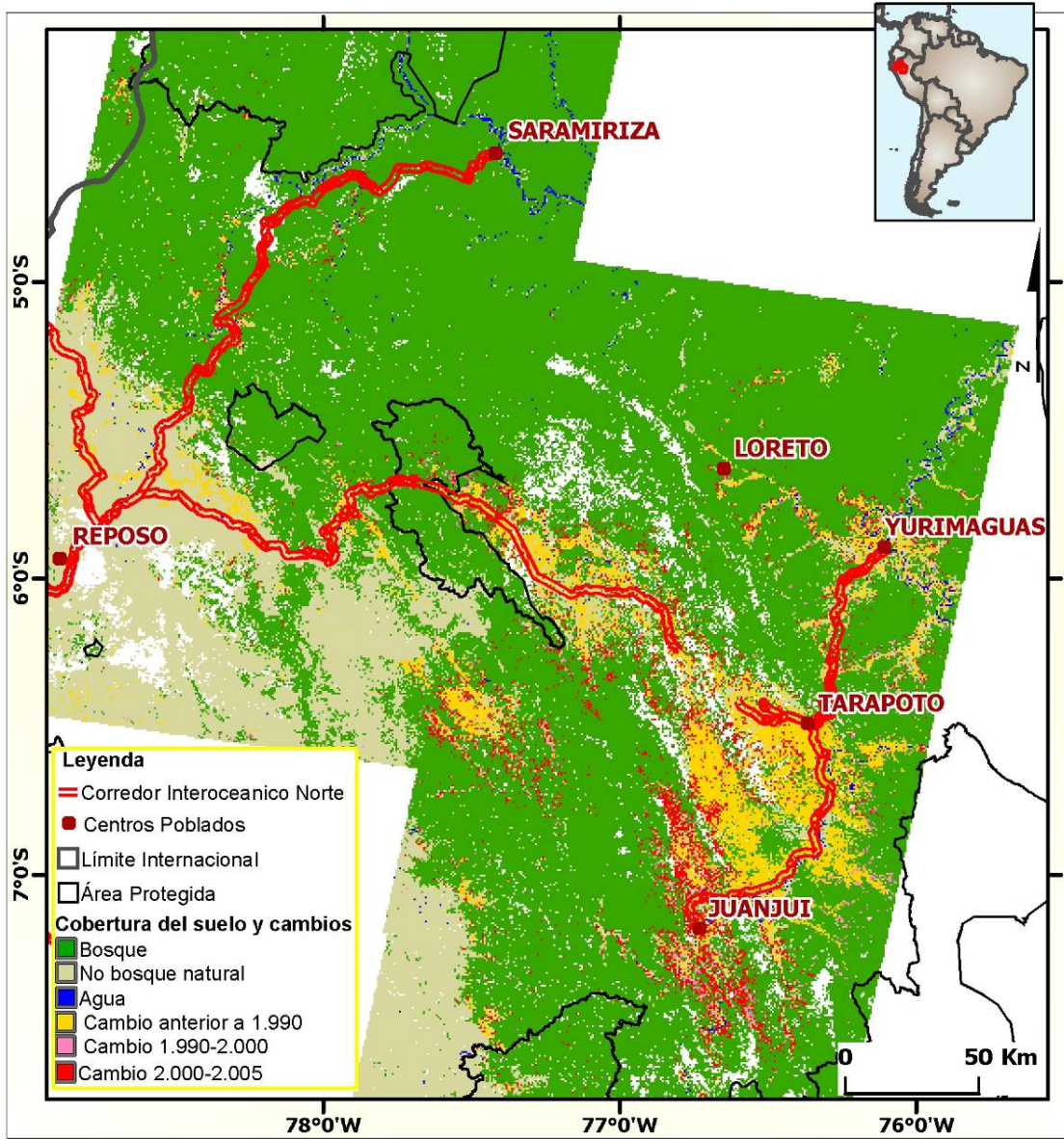


Figura 6. Corredor Acceso al Río Putumayo (Ecuador, Colombia)

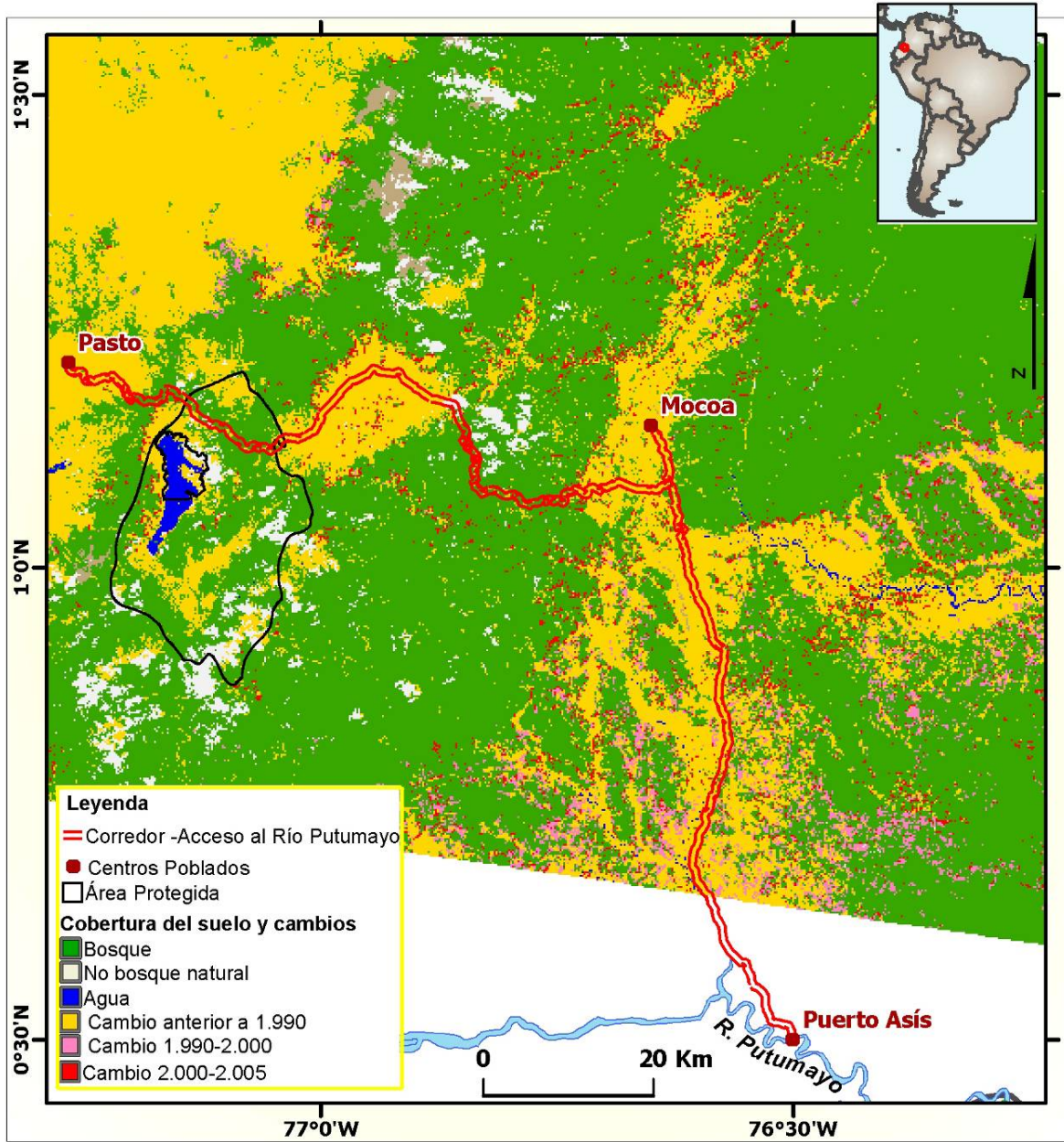


Figura 7. **BR173** (Ciudad Guayana-Boa Vista, Venezuela y Brasil)

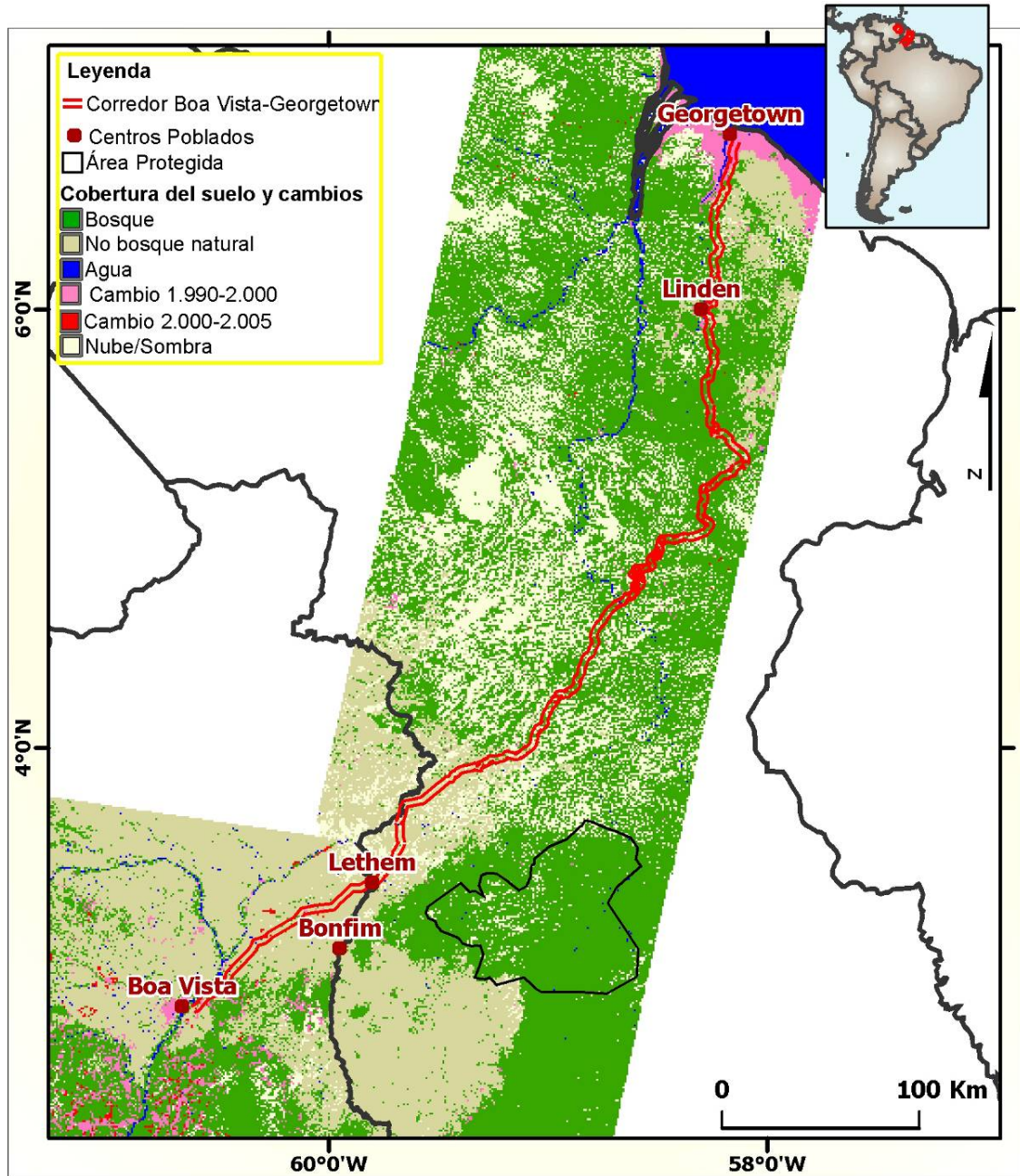


Figura 8. Corredor Boa Vista-Georgetown (Brasil y Guyana)

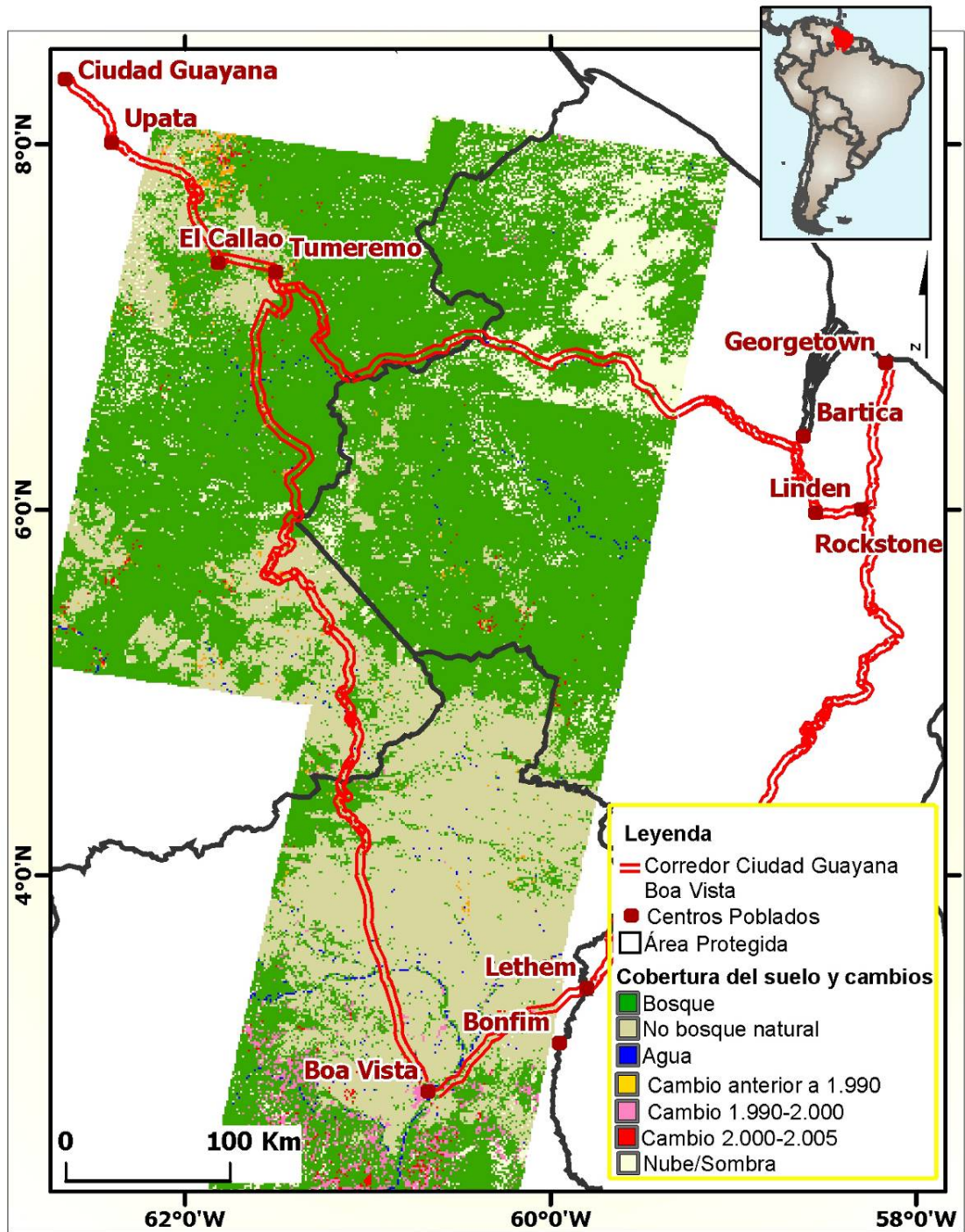


Tabla 1. Corredores IIRSA, mostrando la cobertura natural y la Deforestación.

Corredor	Clases de Cobertura y Cambios (en %)							
	Bosque	No bosque natural	Agua	Nieve	Deforestación			Nube/Sombra
					antes de 1990	entre 1990-2000	entre 2000-2005	
Bioceánico	52	26	0	0	8	11	3	0
Norte	63	29	2	0	4	1	1	0
Interoceánico Sur	89	4	1	0	2	2	2	0
Selva Central	70	4	1	0	16	4	5	0
Interoceánico Norte (Juanjui-Yurimaguas)	58	4	1	0	30	3	5	0
Interoceánico Norte (El Reposo-Sarameriza)	67	29	1	0	3	0	1	0
Acceso al Putumayo	53	0	1	0	39	3	3	2
Ciudad Guayana-Boa Vista	50	44	0	0	2	1	0	3
Boa Vista-Georgetown	42	31	4	0	20	4	0	0

Este análisis ha sido realizado cruzando la información de Cobertura natural y Deforestación con un área buffer de 30 km alrededor de cada Corredor.

Anexos

Anexo 1

Definición de clases de cobertura del suelo

Bosque. Incluye todas las coberturas naturales donde predomina la vegetación arbórea.

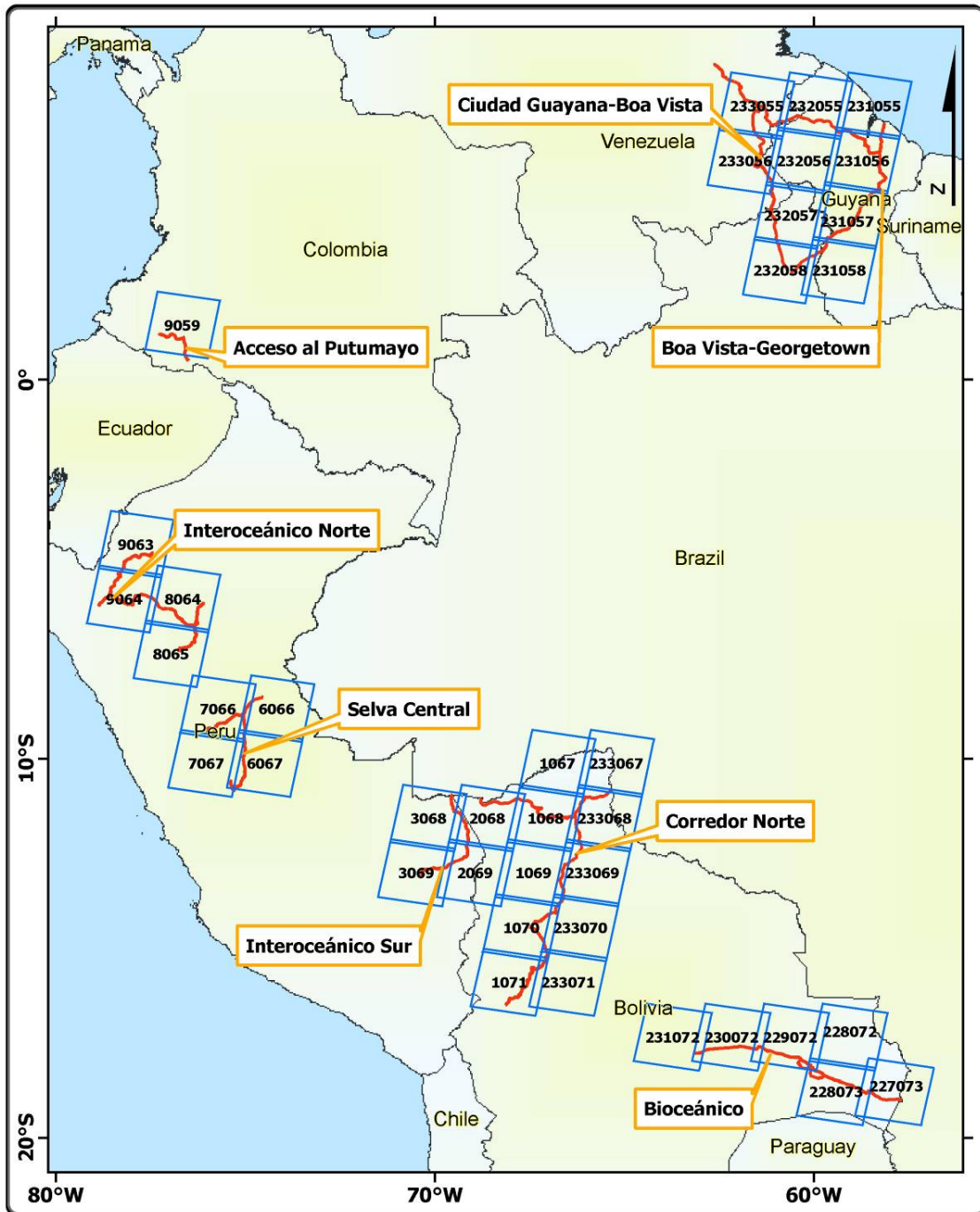
No bosque natural. Esta clase incluye coberturas como matorrales, puna, altiplano y sabanas en suelos más o menos bien drenados.

Agua. Incluye todos los cuerpos de agua (lagunas, ríos, represas y otros).

Cambio de cobertura. Son áreas donde la cobertura natural ha sido intervenida por el hombre, principalmente para el establecimiento de agricultura y ganadería. En el presente estudio se hace un análisis para tres períodos de tiempo, antes de 1990, y para los períodos 1990-2000 y 2000-2005.

Anexo 2

Escenas Landsat utilizadas en el análisis de deforestación en los Corredores viales, hasta el 2005



Tablas de las escenas Landsat utilizadas en el análisis de deforestación en los Corredores viales, hasta el 2005

. Corredor Bioceánico (Santa Cruz-Puerto Suárez, Bolivia)

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)		
			90's	2000	2005
1	227	73	19890510	20010612	20050802
2	228	72	19930621	20010907	20050606
3	228	73	19930621	20010331	20050708
4	229	72	19880716	20000725	20050917
5	230	72	19900713	20000801	20051010
6	231	72	19920709	20011108	20050510

Imágenes procesadas: 18

. Corredor Norte (Norte de Bolivia)

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)			<i>Imágenes CBERS</i>	
			90's	2000	2005		
1	1	68	19910728	20000813	20050616		
2	1	69	19930802	20000813	20050904		
3	1	70	19930822	20010629	20050904		
4	1	71	19870802	20000525	20050904		
5	233	68	19860707	20010622	20050711		
6	233	69	19920816	20010622	2005	177/114 (20050804)	177/115 (20050804)
7	233	70	19890723	20010825	20040926		
8	233	71	19880728	19990820	20050812		

Imágenes procesadas: 25

. **Corredor Interoceánico Sur (Madre de Dios, Perú)**

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)		
			90's	2000	2005
1	2	68	19920713	20001124	20050911
2	2	69	19910727	20000430	20051013
3	3	68	19911014	20000523	20060516
4	3	69	19911014	20000523	20060516
5	4	69	19930807	20020112	20060726

Imágenes procesadas: 15

. **Corredor Selva Central (Oxapampa-Pucallpa-Tingo María, Perú)**

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)			Imágenes CBERS	
			90's	2000	2005		
1	6	66	19930805	20000901	2005	187/109 20060825	187/110 20060704
2	6	67	1990	2000	2005		
3	7	66	1990	2000	2005		
4	7	67	1990	2000	2005		

Imágenes procesadas: 13

. **Corredor Interoceánico Norte (Juanjui-Tarapoto-Yurimaguas, Loreto, Perú)**

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)			Imágenes CBERS		
			90's	2000	2005			
1	8	64	1990	2000	2005	189/106 20040821	189/107 20040821	190/107 20040123
2	8	65	1990	2000	2005			

Imágenes procesadas: 8

. **Corredor Interoceánico Norte (El Reposo-Sarameriza, Loreto, Perú)**

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)		
			90's	2000	2005
1	9	63	1990	2000	2005
2	9	64	1990	2000	2005

Imágenes procesadas: 6

. Corredor Acceso al Río Putumayo, Ecuador y Colombia

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)		
			90's	2000	2005
1	9	59	1990	2000	2005

Imágenes procesadas: 3

. BR173. Ciudad Guayana-Boa Vista-Manaus, Venezuela y Brasil

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)			<i>Imágenes CBERS</i>		
			90's	2000	2005			
1	232	55	19871031	20010717	2005	174 092 20060717	175 092 20051001	
2	232	56	1990	2000	2005	175 094 20050905		
3	232	57	1990	2000	2005	175 095 20051027	176 095 20040208	
4	233	55	1990	2000	2005	177 091 20050327	177 092 20050327	176 092 2005
5	233	56	1990	2000	2005	176 093 20050928	176 094 20070109	177 093 20050327

Imágenes procesadas: 21

. Arco Norte. Boa Vista-Georgetown, Brasil y Guyana

Nº	Path	Row	Fecha (año mes día)			<i>Imágenes CBERS</i>		
			90's	2000	2005			
1	231	55	19920919	19991009	2005	173 092 20060910	174 92 20060717	
2	231	56	19920919	20010912	2005	173 093 20051007	173 094 20051007	174 094 20060717
3	231	57	1990	20010928	2005	173 095 20051007	174 095 20061029	
4	231	58	19910909	20010827	2005	174 096 20061029	174 097 20040119	
5	232	58	19850203	20010122	2005	175 096 20051001	175 097 20060904	176 096 20070204

Imágenes procesadas: 22