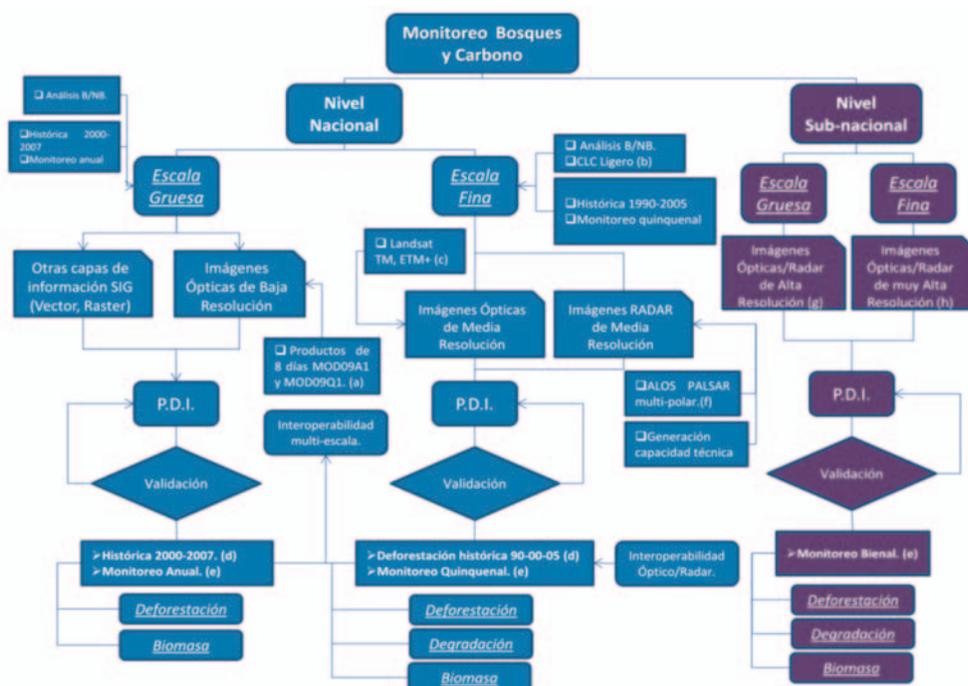




# Monitoreo de la deforestación mediante el procesamiento digital de imágenes



Para cuantificar la deforestación en Colombia y conocer las dinámicas de cambio de las coberturas mediante técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes, se desarrolló una aproximación jerárquica multi-escala que combina las diversas capacidades de los sensores Ópticos, de Radar y Láser (Figura I).



- (a) MODIS Aqua, MERIS Envisat, CBERS2-WFI, CBERS2-IR-MSS, SAC-C/MMRS;
- (b) De acuerdo a disponibilidad
- (c) CBERS2-CCD, DMC, IRS, Spot5-HRG, ASTER, ALOS, SAC-C/HRTC, LISS-III, ALI-EO1.
- (d) Generada por el proyecto REDD.
- (e) Propuesta por el proyecto.
- (f) Radarsat-2, GeoSAR, ASAR.
- (g) Spot5-HRG, CBERS2-, QB, Ikonos, RapidEye, LISS-IV, TerrasarX,
- (h) Fotografía aérea, QB, IKONOS, ResourceSAT.

Figura I. Esquema del monitoreo de deforestación para Colombia



Para mayor información consultar:  
[http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal\\_Ecosistemas\\_Bosque.aspx](http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal_Ecosistemas_Bosque.aspx)

El Protocolo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia - Nivel Nacional, propone dos niveles de aproximación:

- a) **Escala Gruesa:** con periodicidad anual, orientado a identificar rápidamente los núcleos de deforestación, y utiliza imágenes con resolución espacial gruesa (250 m/1:500.000);
- b) **Escala Fina:** a realizarse idealmente cada 2 años, permite cuantificar los datos de deforestación con mayor detalle y analizar las áreas de cambio con tipificación de coberturas y utiliza insumos de resolución espacial media (30 m/1:100.000).

De igual manera, para el nivel subnacional se desarrollan dos escalas:

- a) **Escala gruesa subnacional:** utiliza insumos con resolución espacial alta de 10 metros /1:50.000 o mejor.
- b) **Escala fina subnacional:** basada en insumos de muy alta resolución (1-5m /1:25.000 o mejor) asimilable a la escala de proyecto o local.

## Deforestación Nivel Nacional Escala Gruesa

El Proyecto elaboró una estimación preliminar de la deforestación a nivel nacional (escala 1:500.000), usando imágenes MODIS con resolución espacial de 250 m para los años 2000 y 2007. Los resultados del estudio indican que gran parte de la deforestación activa en Colombia se localiza principalmente en las áreas de piedemonte de la Amazonía y los Andes, y en los extremos sur y norte del Pacífico. Se estimó una deforestación promedio anual de aproximadamente 336.000 ha año<sup>-1</sup> (Tabla I, Figura II<sup>1</sup>).

Región	Deforestación total periodo 2000-2007 (ha)	Deforestación promedio anual (ha año <sup>-1</sup> )
Andes	578.627	82.661
Pacífico	470.897	67.271
Orinoquía	255.493	36.499
Amazonia	731.360	104.480
Caribe	320.068	45.724
<b>Total</b>	<b>2.356.445</b>	<b>336.635</b>

Tabla I. Área deforestada y deforestación promedio anual 2000-2007

<sup>1</sup> Los resultados de la evaluación de la exactitud temática indican que la exactitud global del mapa del año 2000 asciende a 91,16% mientras que para el mapa 2007 resulto en 93,43%.



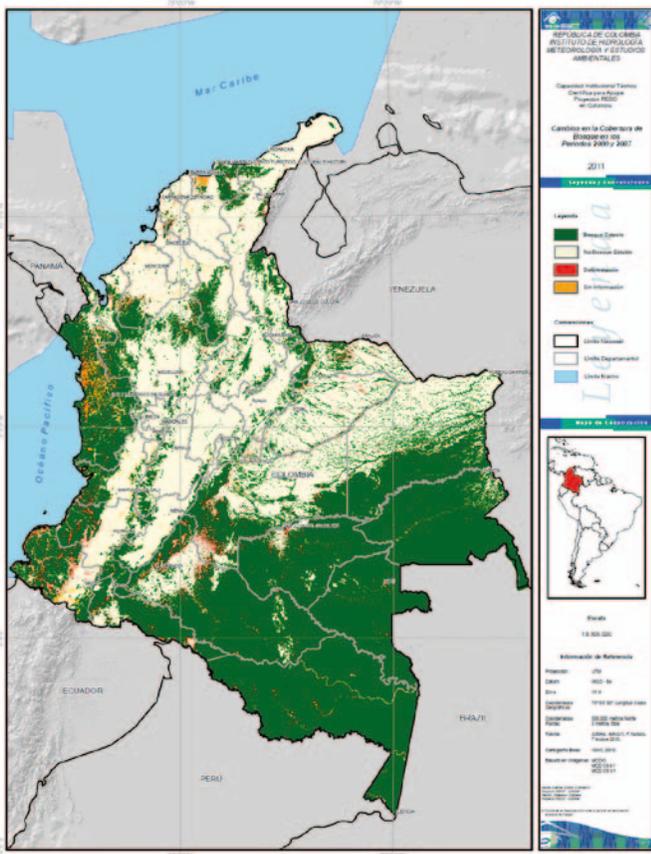


Figura II. Cambio en la cobertura de bosque en el período 2000-2007

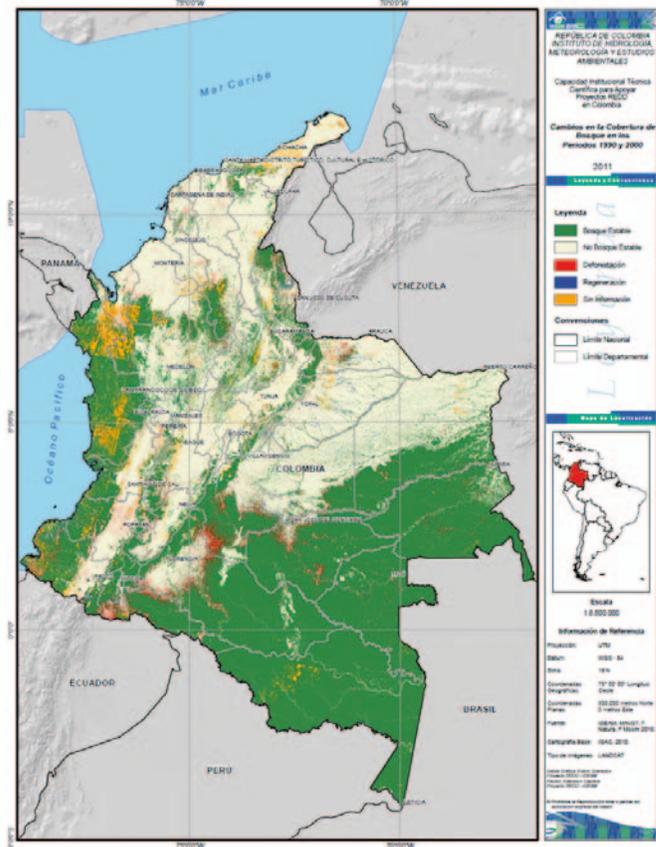


Figura III. Mapa de cambio para el periodo 1990-2000

## Deforestación Nivel Nacional Escala Fina (1990-2000-2005-2010)

Para mejorar la escala de análisis, se realizó un ejercicio de cuantificación de la deforestación a nivel nacional (escala 1:100.000<sup>2</sup>) usando imágenes de sensores remotos para el periodo 1990-2000-2005 y 2010. Se usaron imágenes LANDSAT (sensores TM y ETM+) con resolución espacial de 30 m como el insumo fundamental de teledetección para la generación de información sobre deforestación histórica.

Entre 1990 y 2000 se perdieron 2.798.639 ha de bosque natural que equivale a una tasa promedio anual de 279.864 ha. Para este periodo los mayores niveles de transformación se presentaron en la región amazónica con una deforestación promedio de 119.802 ha año<sup>-1</sup>; y los menores niveles de pérdida de la cobertura boscosa se dieron en la región del Pacífico con 14.043 ha año<sup>-1</sup> en promedio (Figura III y Tabla II).

Durante el 2000 y el 2005 se deforestaron 1.575.599 ha, equivalente a una tasa promedio anual de pérdida de la cobertura boscosa de 315.120 ha año<sup>-1</sup>. Las zonas donde se concentró la mayor pérdida de bosque en este periodo fueron Cauca, Nariño (Municipio de Tumaco), el piedemonte amazónico, flancos de la Serranía de San Lucas y noroccidente del departamento de Caquetá. En términos relativos, la región Caribe fue la que perdió una mayor proporción del área bosque respecto al que tenía al principio de cada periodo analizado (Figura IV y Tabla II).

Finalmente, para el periodo 2005-2010 la superficie deforestada fue de 1.191.803 hectáreas, concentrándose principalmente en las regiones Andina y Amazónica. Aplicando una relación lineal de pérdida, durante este periodo anualmente se perdieron en Colombia 238.361 hectáreas de bosque natural (Figura V y Tabla II).

2 Se identificó un total de 493 imágenes disponibles para las 63 escenas Landsat TM (misiones 4 y 5) y ETM+ (misión 7) que cubren el territorio colombiano para los periodos de análisis.

Para mayor información consultar:  
[http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal\\_Ecosistemas\\_Bosque.aspx](http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal_Ecosistemas_Bosque.aspx)

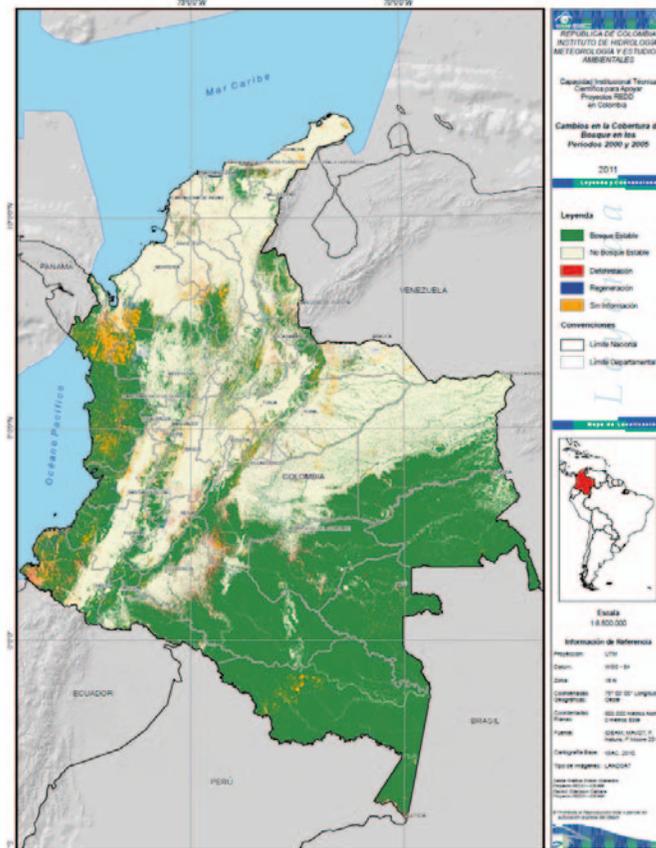


Figura IV. Mapa de cambio para el periodo 2000-2005

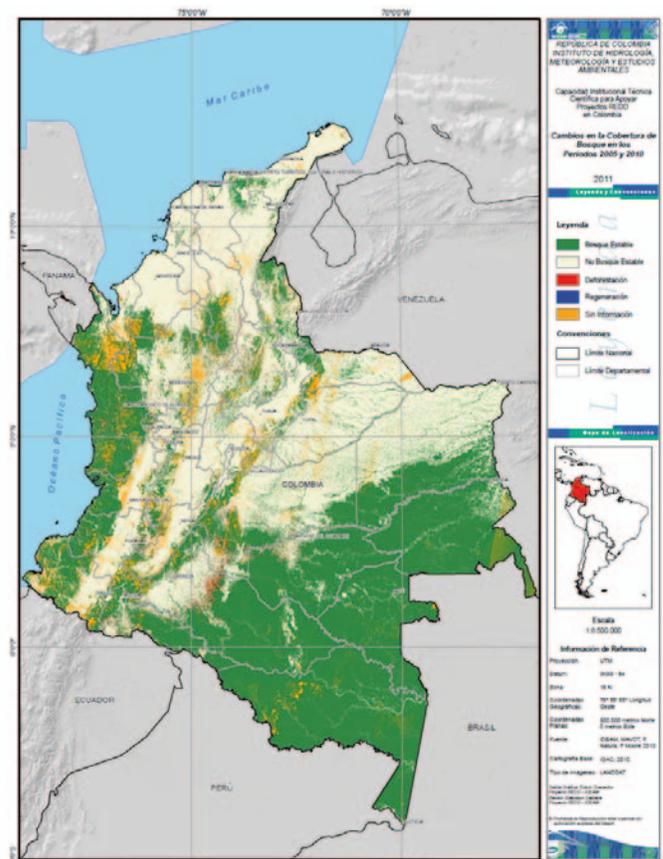


Figura V. Mapa de cambio para el periodo 2005-2010

Monitoreo de la deforestación mediante el procesamiento digital de imágenes

La cobertura de bosque perdida en los periodos 2000 – 2005 y 2005 - 2010 se transformó principalmente en pastos (39,7% y 55,5% de la deforestación respectivamente), seguida en importancia por vegetación secundaria (35,1% y 20,2% respectivamente) (ver Tabla III). Es interesante notar que la proporción del bosque que se transforma en pastos ha aumentado en el último periodo y representa más de la mitad de la transformación. Por su parte, la participación de *vegetación secundaria* alcanza alrededor de la tercera parte de la deforestación y puede ser evidencia de procesos de degradación forestal o tala selectiva más que de cambio a otros usos del suelo de manera radical.

Las regiones Andina y Amazónica presentaron la mayor transformación de bosques a pastos en los dos periodos de análisis. En el periodo 2000 – 2005 la mayor participación estuvo en la región Amazonía con 278.111 ha frente a 185.260 ha de la Andina (ver Tabla IV); y en el periodo 2005 -2010 la Amazonía alcanzó el primer lugar con 272.525 ha frente a 198.047 ha en la región Andina (ver Tabla V).

Periodo analizado	Indicador	Región					Total
		Pacífico	Orinoquía	Caribe	Andes	Amazonía	
1990-2000	Bosque 1990 (ha)	5.249.261	2.335.094	2.368.779	12.565.035	41.924.100	64.442.269
	Deforestación (ha)	140.426	240.580	343.019	876.597	1.198.018	2.798.639
	% bosque perdido	2,68	10,30	14,48	6,98	2,86	NA
	deforestación promedio anual (ha)	14.043	24.058	34.302	87.660	119.802	279.864
	% bosque perdido promedio anual	0,27	1,03	1,45	0,70	0,29	NA
2000-2005	Bosque 2000 (ha)	5.227.673	2.182.517	2.014.227	11.716.837	40.669.967	61.811.221
	Deforestación (ha)	146.269,17	143.479,89	236.562,84	486.463,86	562.823,28	1.575.599
	% bosque perdido	2,80	6,57	11,74	4,15	1,38	NA
	deforestación promedio anual (ha)	29.254	28.696	47.313	97.293	112.565	315.120
	% bosque perdido promedio anual	0,56	1,31	2,35	0,83	0,28	NA
2005-2010	Bosque 2005 (ha)	5.035.400	2.123.340	1.807.073	11.151.591	40.096.203	60.213.607
	Deforestación (ha)	110.744,46	46.533,51	200.090,07	435.449,7	398.984,94	1.191.803
	% bosque perdido	2,20	2,19	11,07	3,90	1,00	NA
	deforestación promedio anual (ha)	22.149	9.307	40.018	87.090	79.797	238.361
	% bosque perdido promedio anual	0,44	0,44	2,21	0,78	0,20	NA

Tabla II. Proporción del área boscosa deforestada por regiones naturales.

Periodo Cobertura	2000-2005		2005-2010	
	Área Transformada ha	% Área transformada	Área Transformada ha	% Área transformada
Áreas urbanizadas	9.585	0,6	123	0,0
Cultivos transitorios	6.989	0,4	2.197	0,2
Cultivos permanentes	3.750	0,2	873	0,1
Pastos	625.833	39,7	663.901	55,5
Áreas agrícolas heterogéneas	194.064	12,3	104.852	8,8
Plantación forestal	40	0,0	144	0,0
Herbazales	19.256	1,2	19.539	1,6
Arbustales	77.125	4,9	129.648	10,8
Vegetación secundaria	552.495	35,1	241.764	20,2
Zonas quemadas	5.296	0,3	3.531	0,3
Otras áreas sin vegetación	3.785	0,2	7.670	0,6
Vegetación acuática	1.700	0,1	11.192	0,9
Superficies de agua	14.950	0,9	10.898	0,9
Sin Información	60.084	3,8		
<b>Total</b>	<b>1.574.953</b>	<b>100,0</b>	<b>1.196.331</b>	<b>100,0</b>

Tabla III. Tipificación del cambio de coberturas boscosas por deforestación periodos 2000 - 2005 y 2005 - 2010

Para mayor información consultar:  
[http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal\\_Ecosistemas\\_Bosque.aspx](http://www.siac.gov.co/categoria/Subportal_Ecosistemas_Bosque.aspx)

Tipo de Cobertura	Amazonia	Andina	Caribe	Orinoquia	Pacífico	Total general
Áreas con vegetación herbácea	1.532	17.287	286	112	39	19.256
Áreas con vegetación arbustiva	523	5.906	70.480	66	148	77.123
Áreas urbanizadas	772	6.138			2.674	9.584
Cultivos permanentes	2.248	6	2	1.494		3.750
Cultivos transitorios		6.550	81	358		6.989
Mosaicos	113.875	44.666	28.488	6.814	218	194.060
Otras áreas sin vegetación	619	1.843	342	405	571	3.781
Pastos	278.111	185.260	73.731	62.071	26.608	625.782
Plantación forestal		4	36			40
Superficies de agua	7.051	1.032	745	6.100	19	14.948
Vegetación acuática	1.265	4	159	270		1.698
Vegetación secundaria	146.954	190.233	6.235	57.155	101.891	552.468
Zonas quemadas	1	1.023		4.272		5.296
<b>Total general</b>	<b>562.592</b>	<b>486.189</b>	<b>236.482</b>	<b>143.400</b>	<b>146.194</b>	<b>1.574.856</b>

Tabla IV. Tipificación del cambio de coberturas boscosas por deforestación para regiones naturales periodo 2000-2005

Tipo de Cobertura	Amazonia	Orinoquia	Caribe	Pacífica	Andina	Total general
Áreas urbanizadas	53	11	31	5	24	123
Cultivos transitorios	157	497	802	717	30	2.201
Cultivos permanentes	40	134	52	9	637	873
Pastos	272.525	37.567	139.997	16.036	198.047	664.172
Mosaicos	42.340	2.084	7.770	2.696	49.983	104.874
Plantación forestal					144	144
Áreas con vegetación herbácea	11.710	78			7.760	19.549
Áreas con vegetación arbustiva	42.925	896	22.064		63.819	129.703
Vegetación secundaria	43.040	6.775	35.934	50.757	105.355	241.860
Zonas quemadas	1.624	1.030	16		860	3.530
Otras áreas sin vegetación	1.021	540	559	4.634	921	7.675
Vegetación acuática		160	4.787	4.748	1.492	11.187
Superficies de agua	1.878	1.830	1.359	3.895	1.932	10.894
<b>Total general</b>	<b>418.631</b>	<b>53.064</b>	<b>217.612</b>	<b>99.083</b>	<b>459.196</b>	<b>1.196.785</b>

Tabla V. Tipificación del cambio de coberturas boscosas por deforestación para regiones naturales periodo 2005 - 2010