ANEXOS

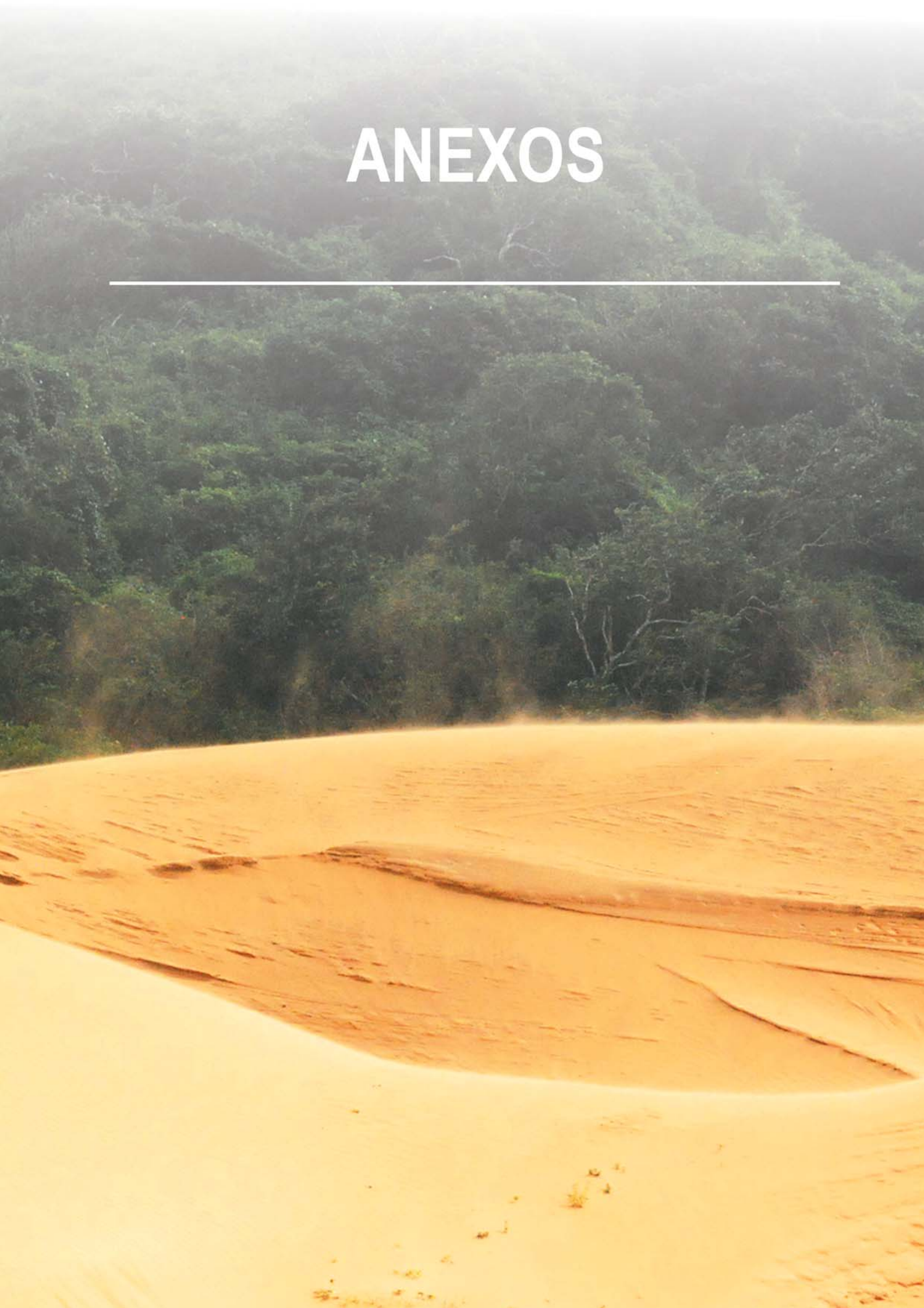

Foto A.1 Portada Anexos. PNN la Macuira, Juan Carlos Gutiérrez. 2009

CONTENIDO ANEXO CAPÍTULO DOS

Página

ANEXO A 2.1 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 411

Tabla A2.1 Resultados del inventario de gases de efecto invernadero, año 2000 411

Tabla A2.2 Resultados del inventario de gases de efecto invernadero, año 2004 416

ANEXO A21 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Tabla A2.1 Resultados del inventario de gases de efecto invernadero, año 2000

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO_2	Remoción de CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_2	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF_6	Gg CO_2 eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134[a]	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF_4	C_2F_6				
Total Nacional de Emisiones y Remociones	93.909.23	-150.47	2.350.21	107.58	319.28	2.486.50	578.20	159.33	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	177.575.35		
1. ENERGÍA	57.942.32	0.00	345.32	1.01	310.68	2.245.41	349.24	149.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.507.35	100.00%	36.89%
A. Quema de combustibles fósiles	56.961.86	0.00	7.34	0.49	296.35	1.608.04	302.08	101.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.268.11	87.42%	
A.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	16.810.58	0.00	0.35	0.09	46.46	5.03	1.31	18.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.845.83	25.72%	
a. Centrales Térmicas	6.807.60		0.11	0.04	19.30	2.16	0.54	11.19										6.822.31		
b. Otros centros de transformación	10.002.98		0.24	0.05	27.16	2.87	0.77	7.54										10.023.52		
A.2. Industria Manufacturera y de la Construcción.	13.866.49		1.17	0.16	41.67	15.09	2.22	62.85										13.940.66	21.28%	
A.3. Transporte	19.838.80	0.00	4.26	0.19	190.91	1.570.59	295.77	14.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.987.37	30.51%	
a. Aviación Nacional	1.078.72		0.01	0.03	4.56	1.53	0.76	1.13										1.088.23		
b. Automotor	17.770.73		4.18	0.15	166.23	1.555.50	292.30	11.38										17.905.01		
c. Ferroviario	65.10		0.01	0.00	1.01	0.84	0.17	0.16										65.52		
d. Navegación Nacional	924.25		0.06	0.01	19.09	12.72	2.54	1.57										928.61		
A.4. Comercial / Institucional	1.195.41		0.16	0.01	1.56	0.48	0.09	1.28										1.201.87	1.83%	
A.5. Residencial	3.723.11		1.35	0.03	4.85	7.79	0.88	1.92										3.760.76	5.74%	
A.6. Agricultura / Pesca / Forestal	1.527.47		0.05	0.01	10.90	9.06	1.81	2.17										1.531.62	2.34%	
A.7. Otros (no identificados)	0.00																	0.00		
B. Quema de Biomasa	0.00	0.00	26.40	0.52	14.33	637.37	47.16	48.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	715.60	1.09%	
B.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	0.00	0.00	0.17	0.02	0.57	5.67	0.28	3.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.77	0.01%	
a. Centrales Térmicas																		0.00		
b. Otros centros de transformación			0.17	0.02	0.57	5.67	0.28	3.41										9.77		
B.2. Industria Manufacturera y de la Construcción.			1.49	0.20	4.96	157.44	2.48	34.89										93.29	0.14%	
B.3. Transporte																		0.00		
B.4. Comercial / Institucional			2.39	0.01	1.19	83.55	1.19	0.94										53.29	0.08%	
B.5. Residencial			14.15	0.18	4.88	254.04	26.81	6.62										352.95	0.54%	
B.6. Agricultura / Pesca / Forestal			8.20	0.11	2.73	136.67	16.40	2.72										206.30	0.31%	
B.7. Otros (no identificados)																		0.00		
C. Total emisiones fugitivas	980.46	0.00	311.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.523.64	11.49%	
C.1. Actividades del carbon			156.19															3.279.99	5.01%	
C.2. Actividades del Petróleo y Gas Natural	980.46		155.39															4.243.65	6.48%	
2. PROCESOS INDUSTRIALES	5.871.51	0.00	0.89	1.10	2.27	14.42	228.96	9.56	0.18	0.001	0.002	0.00	0.00	0.00	0.02	0.002	0.03	7.343.99	100.00%	4.14%
Total Producción de Minerales no Metálicos	3.263.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	173.95	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.263.05	44.43%	
Producción de Cemento y Clinker	3.149.68																	3.149.68		
Producción de Cal	60.92																	60.92		
Usos de Carbonato de Sodio	52.45																	52.45		
Producción de Asfalto para Techado						0.0002	0.04											0.00		
Producción de Asfalto para Pavimentación					0.02	0.01	0.001	0.03										0.00		
Pavimentación							173.28											0.00		
Producción de vidrio							0.63											0.00		
Total Producción de Químicos	123.01	0.00	0.89	1.10	1.67	1.13	6.281	2.012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	482.70	6.57%	
Producción de Amoniaco	123.01					0.65	0.39	0.002										123.01		
Producción de Ácido Nítrico				1.10	1.65													341.00		
Usos de Carburo de Calcio	0.001																	0.00		
Producción de Negro de Humo			0.53		0.02	0.48	1.92	0.15										11.13		
Producción de Cloruro de Polivinilo							1.76											0.00		

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO_2	Remoción de CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_2	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF_6	Gg CO_2 eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134[a]	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF_4	C_2F_6				
Producción de Formaldehido							0.03											0.00		
Producción de Polietileno baja densidad							0.16											0.00		
Producción de Poliestireno							0.34											0.00		
Producción de Prolipropileno							1.68											0.00		
Producción de Acido Sulfúrico								1.80										0.00		
Producción de Anhidrido Ftálico							0.001											0.00		
Producción de Coque			0.27															5.67		
Producción de Metanol			0.09															1.89		
Producción de Dióxido de Titanio								0.06										0.00		
Total Producción de Metales	**2.485.45**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.10**	**6.641**	**0.08**	**1.47**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.02**	**0.002**	**0.00**	**2.633.85**	**35.86 %**	
Producción de Hierro	1.027.20				0.05	0.83	0.06	1.26										1.027.20		
Producción de Acero	1.056.00				0.03	0.001	0.02	0.03										1.056.00		
Producción de Aleaciones Ferrosas	395.97																	395.97		
Producción de Aluminio	16.29				0.02	5.81		0.16							0.02	0.002		164.68		
Total Producción de Bebidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**16.74**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**		
Producción de Vino							0.02											0.00		
Producción de Whisky							0.01											0.00		
Producción de Bebidas Espirituosas							16.02											0.00		
Producción de Cerveza							0.49											0.00		
Producción de Brandy							0.20											0.00		
Total Producción de Alimentos	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**29.01**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**		
Producción de Carne, Pescado y Pollo							0.13											0.00		
Producción de Tortas, Bizcochos y Cereales							0.17											0.00		
Producción de Azúcar							22.64											0.00		
Producción de Pan							1.76											0.00		
Producción de Café Tostado							0.03											0.00		
Producción de Comida Animal							2.61											0.00		
Producción de Margarina							1.67											0.00		
Total Producción de Pulpa para Papel	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.48**	**6.64**	**2.90**	**6.05**										**0.00**		
Total Utilización de SF_6	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.03**	**717.00**	**9.76%**	
Uso de SF_6 en Equipos Eléctricos																	0.03	717.00		
Total Utilización de Sustitutos de SAO	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.1823**	**0.001**	**0.002**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**247.39**	**3.37%**	
Usos para Producción de Espuma																		0.00		
Usos como Solventes									0.0003									0.39		
Usos para Refrigeración Móvil									0.09									117.00		
Usos para Refrigeración Fija									0.09	0.001	0.002							127.40		
Usos como Aerosoles									0.002									2.60		
Usos para Extintores de Incendios																		0.00		
3. SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**		
4. AGRICULTURA	**0.00**	**0.00**	**1.580.47**	**103.16**	**3.18**	**115.79**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**65.169.47**	**100.00%**	**36.70%**
A. Fermentación entérica	**0.00**	**0.00**	**1.472.80**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**30.928.80**	**47.46 %**	
Ganado bovino lechero			54.99															1.154.79		
Ganado bovino no lechero			1.322.51															27.772.71		
Búfalo			8.81															185.01		
Ovejas			13.45															282.45		
Cabras			17.91															376.11		
Camellos y Llamas			0.00															0.00		
Caballos			44.88															942.48		
Mulas y Asnos			7.06															148.26		
Cerdos			3.19															66.99		
Aves de corral			0.00															0.00		
B. Manejo del estiércol	**0.00**	**0.00**	**42.07**	**0.82**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.137.67**	**1.75%**	
Ganado bovino lechero			1.45															30.45		

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO_2	Remoción de CO_2	CH_4	N_2O	NO_X	CO	COVDM	SO_2	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF_6	Gg CO_2 eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134[a]	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF_4	C_2F_6				
Ganado bovino no lechero			23.22															487.62		
Búfalo			0.31															6.51		
Ovejas			0.48															10.08		
Cabras			0.75															15.75		
Camellos y Llamas			0.00															0.00		
Caballos			4.76															99.96		
Mulas y Asnos			0.76															15.96		
Cerdos			4.14															86.94		
Aves de corral			6.20															130.20		
Anaeróbico				0.00														0.00		
Sistemas Líquidos				0.00														0.00		
Almacenamiento en sólido				0.82														254.20		
Otro (especificar)				0.00														0.00		
C. Cultivos de arroz	**0.00**	**0.00**	**60.71**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.274.91**	**1.96%**	
Irrigado			37.94															796.74		
Secano			22.77															478.17		
Agua profunda			0.00															0.00		
D. Suelos agrícolas	**0.00**			**102.25**														**31.697.50**	**48.64%**	
E. Quema prescrita de sabanas	**0.00**		**2.50**	**0.03**	**1.12**	**65.64**												**61.80**	**0.09%**	
F. Quema en campo de residuos agrícolas (1)	**0.00**		**2.39**	**0.06**	**2.06**	**50.15**												**68.79**	**0.11%**	
5. CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	**30.095.40**	**-150.47**	**12.67**	**0.09**	**3.15**	**110.88**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**30.238.90**	**100.00%**	**17.03%**
A. Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa	**6.412.76**																	**6.412.76**	**21.21%**	
B. Conversión de bosques y praderas	**16.345.70**		**12.67**	**0.09**	**3.15**	**110.88**												**16.639.67**	**55.03%**	
C. Abandono de tierras cultivadas		**-150.47**																**-150.47**	**-0.50%**	
D. Emisiones de CO_2 de los suelos	**7.336.94**																	**7.336.94**	**24.26%**	
6. RESIDUOS	**0.00**	**0.00**	**410.86**	**2.22**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**9.315.64**	**100.00%**	**5.25%**
A. Residuos Sólidos	**0.00**	**0.00**	**392.22**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**8.236.62**	**88.42%**	
Residuos sólidos dispuestos en tierra			392.22															8.236.62		
B. Aguas Residuales	**0.00**	**0.00**	**18.64**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**391.44**	**4.20%**	
Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales			14.40															302.40		
Tratamiento de aguas residuales industriales			4.24															89.04		
C. Manejo de aguas servidas humanas				**2.22**														**687.58**	**7.38%**	
BUNKERS INTERNACIONALES	**1.352.81**	**0.00**	**0.04**	**0.02**	**13.38**	**7.69**	**1.90**	**2.54**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.361.01**	**100.00%**	**0.77%**
Aviación	869.93		0.006	0.02	3.69	1.23	0.61	0.93										876.26	**64.38%**	
Marítimo	482.88		0.03	0.004	9.69	6.46	1.29	1.61										484.75	**35.62%**	
EMISIONES DE CO_2 POR QUEMA DE BIOMASA	**10.683.48**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**10.683.48**	**100.00%**	**6.02%**
1.Industria de Generación y Transformación de la Energía	**414.17**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**414.17**	**3.88%**	
a. Centrales térmicas																		0.00		
b. Otros centros de transformación	414.17																	414.17		
2. Industria Manufacturera y Construcción	**3.606.16**																	**3.606.16**	**33.75%**	
3. Transporte																		**0.00**		
4. Comercial / Industrial	**915.93**																	**915.93**	**8.57%**	
5. Residencial	**3.746.76**																	**3.746.76**	**35.07%**	
6. Agricultura / pesca / forestal	**2.000.46**																	**2.000.46**	**18.72%**	

Fuente: Ideam, 2008

Tabla A2.2 Resultados del inventario de gases de efecto invernadero, año 2004

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO_2	Remoción de CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_2	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF_6	Gg CO_2 eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134[a]	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF_4	C_2F_6				
Total Nacional de Emisiones y Remociones	**89.728.23**	**-100.39**	**2.578.08**	**110.98**	**335.16**	**2.374.99**	**415.20**	**142.81**	**0.37**	**0.02**	**0.01**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.07**	**0.01**	**0.03**	**180.008.18**		
1. ENERGÍA	**57.001.92**	**0.00**	**412.49**	**0.99**	**325.39**	**2.097.36**	**324.79**	**132.09**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**65.971.11**	**100.00%**	**36.65%**
A. Quema de combustibles fósiles	**55.922.05**	**0.00**	**7.29**	**0.43**	**310.79**	**1.530.23**	**287.70**	**83.17**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**56.208.44**	**85.20%**	
A.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	**15.249.84**	**0.00**	**0.33**	**0.08**	**41.18**	**4.41**	**1.16**	**17.60**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**15.281.57**	**23.16%**	
a. Centrales Térmicas	5.435.74		0.09	0.03	15.51	1.70	0.43	9.92										5.446.93		
b. Otros centros de transformación	9.814.10		0.24	0.05	25.67	2.71	0.73	7.68										9.834.64		
A.2. Industria Manufacturera y de la Construcción.	**13.037.62**		**1.08**	**0.12**	**38.01**	**12.22**	**1.85**	**44.19**										**13.097.50**	**19.85%**	
A.3. Transporte	**21.614.49**	**0.00**	**4.39**	**0.20**	**215.20**	**1.497.21**	**282.11**	**17.38**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**21.768.68**	**33.00%**	
a. Aviación Nacional	1.013.15		0.01	0.03	4.30	1.43	0.72	1.06										1.022.66		
b. Automotor	19.340.46		4.29	0.16	185.35	1.478.54	277.94	14.21										19.480.15		
c. Ferroviario	80.33		0.01	0.00	1.26	1.05	0.21	0.15										80.54		
d. Navegación Nacional	1.180.55		0.08	0.01	24.29	16.19	3.24	1.96										1.185.33		
A.4. Comercial / Institucional	**707.27**		**0.08**	**0.00**	**0.85**	**0.40**	**0.06**	**0.36**										**708.95**	**1.07%**	
A.5. Residencial	**3.908.27**		**1.27**	**0.02**	**4.79**	**7.67**	**0.85**	**1.77**										**3.941.14**	**5.97%**	
A.6. Agricultura / Pesca / Forestal	**1.404.56**		**0.14**	**0.01**	**10.76**	**8.32**	**1.67**	**1.87**										**1.410.60**	**2.14%**	
A.7. Otros (no identificados)																		**0.00**		
B. Quema de Biomasa	**0.00**	**0.00**	**20.76**	**0.56**	**14.60**	**567.13**	**37.09**	**48.92**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**609.56**	**0.92%**	
B.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	**0.00**	**0.00**	**0.66**	**0.09**	**2.20**	**21.95**	**1.10**	**5.73**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**41.76**	**0.06%**	
a. Centrales Térmicas																		0.00		
b. Otros centros de transformación			0.66	0.09	2.20	21.95	1.10	5.73										41.76		
B.2. Industria Manufacturera y de la Construcción.			**1.76**	**0.24**	**5.88**	**194.94**	**2.94**	**34.87**										**111.36**	**0.17%**	
B.3. Transporte																		**0.00**		
B.4. Comercial / Institucional			**2.07**	**0.01**	**1.04**	**72.52**	**1.04**	**0.82**										**46.57**	**0.07%**	
B.5. Residencial			**8.14**	**0.11**	**2.77**	**142.19**	**15.75**	**3.93**										**205.04**	**0.31%**	
B.6. Agricultura / Pesca / Forestal			**8.13**	**0.11**	**2.71**	**135.53**	**16.26**	**3.57**										**204.83**	**0.31%**	
B.7. Otros (no identificados)																		**0.00**		
C. Total emisiones fugitivas	**1.079.87**	**0.00**	**384.44**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**9.153.11**	**13.87%**	
C.1. Actividades del carbon			219.87															4.617.27	**7.00%**	
C.2. Actividades del Petróleo y Gas Natural	1.079.87		164.57															4.535.84	**6.88%**	
2. PROCESOS INDUSTRIALES	**6.905.36**	**0.00**	**0.87**	**1.35**	**2.72**	**34.04**	**90.41**	**10.72**	**0.37**	**0.020**	**0.010**	**0.01**	**0.00**	**0.00**	**0.07**	**0.010**	**0.03**	**9.179.61**	**100.00%**	**5.10%**
Total Producción de Minerales no Metálicos	**3.505.93**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.02**	**0.01**	**30.37**	**0.02**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**3.505.93**	**38.19%**	
Producción de Cemento y Clinker	3.345.48																	3.345.48		
Producción de Cal	103.13																	103.13		
Usos de Carbonato de Sodio	57.32																	57.32		
Producción de Asfalto para Techado						0.0002	0.04											0.00		
Producción de Asfalto para Pavimentación					0.02	0.01	0.005	0.02										0.00		
Pavimentación							29.52											0.00		
Producción de vidrio							0.80											0.00		
Total Producción de Químicos	**164.02**	**0.00**	**0.87**	**1.35**	**2.04**	**1.36**	**9.280**	**1.993**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**600.79**	**6.54%**	
Producción de Amoniaco	164.02					0.86	0.51	0.003										164.02		
Producción de Acido Nítrico				1.35	2.02													418.50		
Usos de Carburo de Calcio	0.002																	0.00		
Producción de Negro de Humo			0.55		0.02	0.50	1.99	0.15										11.55		
Producción de Cloruro de Polivinilo							2.28											0.00		
Producción de Formaldehido							0.04											0.00		
Producción de Polietileno baja densidad							0.11											0.00		
Producción de Poliestireno							0.50											0.00		

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO_2	Remoción de CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_2	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF_6	Gg CO_2 eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134a	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF_4	C_2F_6				
Producción de Prolipropileno							3.84											0.00		
Producción de Ácido Sulfúrico								1.78										0.00		
Producción de Anhídrido Ftálico							0.010											0.00		
Producción de Coque			0.27															5.67		
Producción de Metanol			0.05															1.05		
Producción de Dióxido de Titanio								0.06										0.00		
Total Producción de Metales	**3.235.41**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.18**	**25.941**	**0.08**	**2.04**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.07**	**0.010**	**0.00**	**3.782.41**	**41.20%**	
Producción de Hierro	1.028.80				0.05	0.84	0.06	1.29										1.028.80		
Producción de Acero	1.289.60				0.03	0.001	0.02	0.04										1.289.60		
Producción de Aleaciones Ferrosas	846.63																	846.63		
Producción de Aluminio	70.38				0.10	25.10		0.71							0.07	0.010		617.38		
Total Producción de Bebidas	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**15.83**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**		
Producción de Vino							0.01											0.00		
Producción de Whisky							0.02											0.00		
Producción de Bebidas Espirituosas							15.05											0.00		
Producción de Cerveza							0.54											0.00		
Producción de Brandy							0.21											0.00		
Total Producción de Alimentos	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**31.91**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**		
Producción de Carne, Pescado y Pollo							0.17											0.00		
Producción de Tortas, Bizcochos y Cereales							0.20											0.00		
Producción de Azúcar							25.14											0.00		
Producción de Pan							1.61											0.00		
Producción de Café Tostado							0.03											0.00		
Producción de Comida Animal							2.99											0.00		
Producción de Margarina							1.77											0.00		
Total Producción de Pulpa para Papel					**0.48**	**6.73**	**2.94**	**6.67**										**0.00**		
Total Utilización de SF_6	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.03**	**717.00**	**7.81%**	
Uso de SF_6 en Equipos Eléctricos																	0.03	717.00		
Total Utilización de Sustitutos de SAO	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.3650**	**0.020**	**0.010**	**0.01**	**0.0001**	**0.0003**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**573.48**	**6.25%**	
Usos para Producción de Espuma																		0.00		
Usos como Solventes									0.0010									1.30		
Usos para Refrigeración Móvil									0.18									234.00		
Usos para Refrigeración Fija									0.18	0.020	0.010	0.01	0.0001					329.47		
Usos como Aerosoles									0.004									5.20		
Usos para Extintores de Incendios														0.0003				3.51		
3. SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS																		**0.00**		
4. AGRICULTURA	**0.00**	**0.00**	**1.699.38**	**106.06**	**3.90**	**132.71**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**68.565.58**	**100.00%**	**38.09%**
A. Fermentación entérica	**0.00**	**0.00**	**1.583.74**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**33.258.54**	**48.51%**	
Ganado bovino lechero			43.80															919.80		
Ganado bovino no lechero			1.441.26															30.266.46		
Búfalo			9.27															194.67		
Ovejas			14.15															297.15		
Cabras			18.86															396.06		
Camellos y Llamas																		0.00		
Caballos			46.64															979.44		
Mulas y Asnos			6.58															138.18		
Cerdos			3.18															66.78		
Aves de corral																		0.00		
B. Manejo del estiércol	**0.00**	**0.00**	**44.61**	**0.81**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.187.91**	**1.73%**	
Ganado bovino lechero			1.15															24.15		
Ganado bovino no lechero			24.15															507.15		
Búfalo			0.32															6.72		
Ovejas			0.51															10.71		

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO_2	Remoción de CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_2	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF_6	Gg CO_2 eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134a	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF_4	C_2F_6				
Cabras			0.79															16.59		
Camellos y Llamas																		0.00		
Caballos			4.95															103.95		
Mulas y Asnos			0.71															14.91		
Cerdos			4.13															86.73		
Aves de corral			7.90															165.90		
Anaeróbico																		0.00		
Sistemas Líquidos																		0.00		
Almacenamiento en sólido				0.81														251.10		
Otro (especificar)																		0.00		
C. Cultivos de arroz	**0.00**	**0.00**	**65.34**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.372.14**	**2.00%**	
Irrigado			34.98															734.58		
Secano			30.36															637.56		
Agua profunda																		0.00		
D. Suelos agrícolas				**105.14**														**32.593.40**	**47.54%**	
E. Quema prescrita de sabanas			**2.50**	**0.03**	**1.12**	**65.64**												**61.80**	**0.09%**	
F. Quema en campo de residuos agrícolas (1)			**3.19**	**0.08**	**2.78**	**67.07**												**91.79**	**0.13%**	
5. CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	**25.820.95**	**-100.39**	**12.67**	**0.09**	**3.15**	**110.88**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**26.014.53**	**100.00%**	**14.45%**
A. Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa	**2.130.90**																	**2.130.90**	**8.19%**	
B. Conversión de bosques y praderas	**16.345.70**		**12.67**	**0.09**	**3.15**	**110.88**												**16.639.67**	**63.96%**	
C. Abandono de tierras cultivadas		**-100.39**																**-100.39**	**-0.39%**	
D. Emisiones de CO_2 de los suelos	**7.344.35**																	**7.344.35**	**28.23%**	
6. RESIDUOS	**0.00**	**0.00**	**452.67**	**2.49**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**10.277.35**	**100.00%**	**5.71%**
A. Residuos Sólidos	**0.00**	**0.00**	**430.87**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**9.048.25**	**88.04%**	
Residuos sólidos dispuestos en tierra			430.87															9.048.25		
B. Aguas Residuales	**0.00**	**0.00**	**21.80**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**457.82**	**4.45%**	
Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales			15.46															324.66		
Tratamiento de aguas residuales industriales			6.34															133.16		
C. Manejo de aguas servidas humanas				**2.49**														**771.28**	**7.50%**	
BUNKERS INTERNACIONALES	**1.442.83**	**0.00**	**0.05**	**0.03**	**16.10**	**9.58**	**2.26**	**2.67**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.453.18**	**100.00%**	**0.81%**
Aviación	817.49		0.010	0.02	3.47	8.42	0.58	0.88										823.90	**56.70%**	
Marítimo	625.34		0.04	0.010	12.63	1.16	1.68	1.79										629.28	**43.30%**	
EMISIONES DE CO_2 POR QUEMA DE BIOMASA	**10.887.16**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**10.887.16**	**100.00%**	**6.05%**
1.Industria de Generación y Transformación de la Energía	**1.664.49**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1.664.49**	**15.29%**	
a. Centrales térmicas																		0.00		
b. Otros centros de transformación	1.664.49																	1.664.49		
2. Industria Manufacturera y Construcción	**4.315.28**																	**4.315.28**	**39.64%**	
3. Transporte																		**0.00**		
4. Comercial / industrial	**795.06**																	**795.06**	**7.30%**	
5. Residencial	**2.128.02**																	**2.128.02**	**19.55%**	
6. Agricultura / pesca / forestal	**1.984.31**																	**1.984.31**	**18.23%**	

Fuente: Ideam, 2008

CONTENIDO ANEXO DEL CAPÍTULO TRES

Página

3.1 PROYECTOS URE (USO RACIONAL DE ENERGÍA) DESARROLLADOS POR LA UPME 421

3.2 DISPOSICIONES LEGALES TENDIENTES A MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN 421

3.3 PROYECTOS DEL PLAN ESTRATÉGICO AMBIENTAL DEL SECTOR AGROPECUARIO 422

3.5 ESTIMACIÓN DE METANO GENERADO EN RELLENOS SANITARIOS 423

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla A3.1 Proyectos URE y sus principales actividades 421
Tabla A3.2 Normatividad relacionada con la eficiencia energética en la iluminación 421
Tabla A3.3 Proyectos de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica en ZNI 422
Tabla A3.4 Principales proyectos del PEASA en agroforestería 422
Tabla A3.5 Principales proyectos del PEASA en gestión integral del suelo 422
Tabla A3.6 Metano generado y potencial de reducción para los principales rellenos sanitarios de Colombia . 423

3.1 PROYECTOS URE (USO RACIONAL DE ENERGÍA) DESARROLLADOS POR LA UPME

Tabla A3.1 Proyectos URE y sus principales actividades

Proyecto	Principales actividades
Formulación estratégica del Plan de URE y FNCE 2007-2025.	Evaluar programas realizados en Colombia para promover el URE y el desarrollo de FNCE.
Iluminación eficiente.	Caracterizar técnicamente las bombillas que se comercializan en Colombia. Elaborar guías didácticas de iluminación eficiente.
Ahorro de energía en centros hospitalarios	Brindar información a los gerentes de hospitales en torno a las gestiones que deben realizar para iniciar un programa URE. Presentar una guía metodológica para el personal técnico y de mantenimiento de los hospitales.
SGIE – Guía para la implementación	Reducir consumos y costos energéticos impactando positivamente a corto plazo la productividad y competitividad de las empresas.
Sector transporte	Movilidad eficiente y estrategias de conducción.
Guía didáctica para el desarrollo de auditorías energéticas	Diagnóstico básico de los consumos energéticos y su eficiencia. Brindar herramientas que permitan fortalecer la productividad y competitividad de las empresas del país.
Sector industrial	Gestión integral de la energía (GIE)
Promoción	Educación y divulgación.
Sector residencial	Iluminación eficiente. Sustitución de refrigeradores. Uso racional de energía en vivienda de interés social. Hornillas eficientes de gas natural
Etiquetado	Programa *Conoce*. Etiquetado en países andinos.
Sector comercial y terciario	Iluminación y refrigeración eficiente.
Financiamiento	Línea de crédito URE Bancoldex
Apoyo a la creación de ESCOS	Proyecto de la Cámara de Comercio de Bogotá.

Fuente: UPME, 2008.

3.2 DISPOSICIONES LEGALES TENDIENTES A MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN

Tabla A3.2 Normatividad relacionada con la eficiencia energética en la iluminación

Tipo de norma	Número	Fecha	Sector	Objeto
Ley	697	Oct-01	Todos	URE: Asunto de conveniencia nacional
Decreto	2331	Jun-07	Oficial	Sustitución de bombillas incandescentes por bombillas fluorescentes compactas
Decreto	895	Mar-08	Oficial	Sustitución de bombillas de baja eficiencia por bombillas de mayor eficiencia.
Resolución	180606	Abr-08	Oficial	Requisitos técnicos de bombillas de alta eficiencia.
Decreto	3450	Sep-08	Todos	Sustitución de bombillas de baja eficiencia por bombillas de mayor eficiencia.
Resolución	181331	Ago-09	Todos	Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.

Fuente: IPSE, 2008

3.3 PROYECTOS DEL PLAN ESTRATÉGICO AMBIENTAL DEL SECTOR AGROPECUARIO

Dentro del Plan estratégico ambiental del sector agropecuario (PEASA) se han desarrollado diferentes proyectos, según lo descrito en el cuerpo principal del documento (capítulo de Mitigación). En las siguientes tablas (A3.4 y A3.5) se presentan los principales proyectos.

Tabla A3.4 Principales proyectos del PEASA en agroforestería

Proyecto agroforestería		
Subproyectos	**Metas**	**Actividades**
Investigar, desarrollar y transferir, sistemas agroforestales, como alternativas de uso de la tierra con criterios de competitividad, social y ambientalmente sostenibles.	Conformar tres núcleos experimentales (NE) para investigación en SSP.	Conformar un mínimo de tres fincas, para el desarrollo de investigación en sistemas silvopastoriles
Desarrollo de herramientas tecnológicas para el manejo nutricional de dos especies arbóreas: *Gemelita arborea y Pachira quinata* en el Caribe colombiano.	1) Curvas de cre cimiento y biomasa por especie. 2) Análisis económicos de tratamientos de fertilización. 3) Soft ware para el manejo nutricional de especies arbóreas.	1) Medición de biomasa y crecimiento de especies forestales. 2) Estructura de costos por tratamiento.
Evaluación en las primeras fases vegetativas de las especies forestales bajo sistema tradicional y agroforestal en la región Caribe.	1) Evaluación de indicadores de productividad de sistemas agroforestales. 2) Última fase de evaluación de parámetros de desarrollo de siete especies forestales.	1) Evaluación de indicadores de productividad de sistemas agroforestales. 2) Evaluación de parámetros de desarrollo de siete especies forestales.
Prácticas de manejo de suelos en plantaciones de *Gemelita arborea* y *Pachira quinata* en el Caribe colombiano.	1) Evaluación final de coberturas leguminosas como fuente de nitrógeno para plantaciones de *Gmelina* y *Pachira* 2) Estructura de costos y análisis financiero para las alternativas de manejo de suelos en plantaciones forestales.	1) Establecimiento y evaluación de coberturas leguminosas en plantaciones forestales. 2) Levantamiento de la línea base de la estructura de costos de las alternativas de manejo de suelos.
Reducción de pérdidas de producción de plántulas de vivero y trasplante por medio del uso de micorrizas arbusculares (MA) en dos especies forestales de alto potencial en el Caribe colombiano.	Estudios y caracterizaciones de la producción en vivero.	1) Análisis de la diversidad de micorrizas relacionada con características edafoclimáticas del Caribe. 2) Evaluaciones en invernadero.

Fuente: MADR, 2008. Grupo de sostenibilidad agropecuaria y gestión animal.

Es necesario tener en cuenta que el verdadero impacto de este tipo de medidas está asociado con la capacidad de réplica, transferencia de tecnologías, nivel de aceptación social y número total de proyectos implementados a nivel nacional; adicionalmente, se requerirán estudios científicos a escala detallada que permitan evaluar cuantitativamente las reducciones de emisiones de GEI generadas por estas actividades, y analizar la posibilidad de reportarlas y verificarlas en futuros inventarios nacionales de GEI.

Tabla A3.5 Principales proyectos del PEASA en gestión integral del suelo

Proyecto gestión integral del suelo		
Subproyectos	**Metas**	**Actividades**
Producción de un fertilizante biológico mixto con base en bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadores de fosfato para potenciar la producción de los sistemas silvopastoriles en la región Caribe de Colombia.	1) Colecciones biológicas. 2) Estudios y Caracterizaciones, 3) Metodologías o procesos. 4) Bioproducto. 5) Recomendaciones técnicas y prácticas de manejo.	1) Búsqueda de accesiones de bacterias fijadoras de nitrógeno. 2) Análisis microbiológicos de suelos del Valle del Cesar. 3) Aislamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno a partir de diferentes especies componentes del sistema silvopastoril.
Desarrollo y evaluación de arreglos silvopastoriles como estrategia de recuperación de suelos y praderas en sistemas de producción de leche especializada del altiplano cundiboyacense.	Caracterización de 10% de los predios vinculados con las asociaciones de productores incluidas en el proyecto.	Caracterización socioeconómica, ambiental y productiva de predios
Valoración integral de los beneficios de los sistemas silvopastoriles de estratos múltiples sobre la estacionalidad del suelo y la productividad animal en el sistema doble propósito de la Región Caribe	Establecimiento de indicadores físicos, químicos y biológicos en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples.	1) Levantamiento de indicadores físicos, químicos y biológicos de los suelos 2) Medición de indicadores de pro ductividad primaria y efecto de la sombra.
Producción de fertilizantes biológicos a partir de microorganismos nativos del género *Azospirillum* para mejorar la productividad y sostenibilidad de las gramíneas en suelos del Valle del Cesar	1) Colecciones Biológicas. 2) Estudios y Caracterizaciones. 3) Metodologías o procesos. 4) Bioproducto. 5) Recomendaciones técnicas y prácticas de manejo.	1) Realizar recuento de bacterias fijadoras de nitrógeno en muestras de suelos del Valle del Cesar y de Sabana. 2) Elaborar un manual de recomendaciones técnicas para el uso de bacterias fijadoras de nitrógeno asociativas. 3) Identificar genéticamente las cepas. 4) Evaluar en invernadero sobre las dos cepas más eficientes

Fuente: MADR, 2008. Grupo de sostenibilidad agropecuaria y gestión animal.

3.4 ESTIMACIÓN DE METANO GENERADO EN RELLENOS SANITARIOS

En el desarrollo de la investigación, con el apoyo del BID (ETEISA, 2006), se realizó un diagnóstico sobre la disposición de residuos en el país, de tal forma que por cada relleno sanitario seleccionado, se analizaron variables como la composición, ingresos y acumulación de residuos, vida útil y años de operación, tasa de generación anual de metano (k) y potencial de generación de metano (Lo). A partir del análisis de estas variables se determinó la capacidad de producción y aprovechamiento de este gas, según las características de cada relleno sanitario para el periodo 2006-2021. La Tabla A3.6, presenta los resultados estimados según el tipo de relleno sanitario.

Tabla A3.6 Metano generado y potencial de reducción para los principales rellenos sanitarios de Colombia

Relleno sanitario			Metano generado linea base (m^3)			Eficiencia de recolección de metano 75% (m^3)		
No.	Nombre	Ubicación	2006	2006-2021	Promedio anual	2006	2006-2021	Promedio anual
1	La Pradera	Valle de Aburrá	4.244.220	128.962.530	8.054.820	3.183.165	96.721.898	6.041.115
2	La Esmeralda	Manizales	2.706.840	56.777.940	3.547.800	2.030.130	42.583.455	2.660.850
3	Los Ángeles	Neiva	788.400	11.077.020	689.850	591.300	8.307.765	517.388
4	Villa Karina	Calarcá	367.920	6.050.970	381.060	275.940	4.538.228	285.795
5	Guayabal	Cúcuta	1.596.510	21.102.840	1.320.570	1.197.383	15.827.130	990.428
6	La Glorita	Pereira	2.818.530	26.463.960	1.655.640	2.113.898	19.847.970	1.241.730
7	El Carrasco	Bucaramanga	2.536.020	71.764.110	4.487.310	1.902.015	53.823.083	3.365.483
8	Curva de Rodas	Valle de Aburrá	13.888.980	130.434.210	8.153.370	10.416.735	97.825.658	6.115.028
9	La Miel	Ibagué	60.444	742.410	45.990	45.333	556.808	34.493
10	El Henequén	Barranquilla	170.820	3.101.040	197,100	128.115	2.325.780	147.825
11	Carmen de Bolívar	Cartagena	4.934.070	46.331.640	2.897.370	3.700.553	34.748.730	2.173.028
12	Palangana	Santa Marta	545.310	39.236.040	2.450.610	408.983	29.427.030	1.837.958
13	Navarro	Cali	7.686.900	102.216.060	6.386.040	5.765.175	76.662.045	4.789.530
14	Presidente	San Pedro (Valle del Cauca)	1.202.310	33.572.700	2.095.830	901.733	25.179.525	1.571.873
15	Don Juanito	Villavicencio	1.228.590	14.611.680	913.230	921.443	10.958.760	684.923
16	Antanas	Pasto	1.340.280	42.560.460	2.660.850	1.005.210	31.920.345	1.995.638
17	El Ojito	Popayán	1.287.720	18.028.080	1.130.040	965.790	13.521.060	847.530
18	Macondo	Yopal	118.260	3.869.730	243.090	88.695	2.902.298	182.318
19	El Oasis	Sincelejo	137.970	12.699.810	794.970	103.478	9.524.858	596.228
20	Los Corazones	Valledupar	1.189.170	19.282.950	1.202.310	891.878	14.462.213	901.733

Fuente: Datos adaptados de ETEISA, 2006

Los resultados obtenidos para los 20 rellenos sanitarios analizados, indican que existe un potencial de generación de metano de alrededor de 48,8 millones de m^3 para el año base 2006; lo cual obedece a un promedio anual de 2,5 millones y 788,8 millones de m^3 para el año 2021. Finalmente, el estudio concluye que la magnitud en las reducciones de emisiones que puedan evitarse, dependerá de la facilidad con que los sitios de disposición final puedan mejorar su capacidad de recolección y quema de biogás, lo que, a su vez, depende de los incentivos existentes en el sector para esta actividad, algunos de los cuales se podrían obtener con la participación en el MDL.

CONTENIDO ANEXOS CAPÍTULO CUATRO

Página

ANEXO 4.1

RESULTADOS DE LOS TALLERES DE ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD 427

4.1 ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS PARA LA DISCUSIÓN 427
4.1.1 Discusión previa en talleres internos con el Ideam y expertos 427
4.1.2 Uso de matrices de decisión en el análisis de variables 427
4.1.3 Simulación previa de posibles escenarios con el SIG 427
4.1.4 Diseño de herramientas que permitieron la síntesis de gran cantidad de información 427

4.2 RESULTADOS DE LOS TALLERES 428
4.2.1 Condiciones para la adaptación 429
4.2.2 Índice Relativo de Afectación (IRA) 431
4.2.3 Principales aspectos de interés discutidos en los talleres 431

ANEXO 4.2

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS ECOSISTEMAS Y UNIDADES GEOGRÁFICAS 433

4.1 ASPECTOS BÁSICOS DE LA CARTOGRAFÍA UTILIZADA 433
4.1.1 Aspectos climáticos 433
4.1.2 Aspectos edáficos 434
4.1.3 Coberturas de la tierra 434
4.1.4 Biomas 436

4.2 OTROS ASPECTOS PARA FACILITAR LA INTERPRETACIÓN 436

CONTENIDO DE TABLAS
Tabla A4.1. Matriz con las condiciones actuales para la adaptación 429
Tabla A4.2. Resumen de estadígrafos del estado de adaptación 430
Tabla A 4.1. Denominación por rangos precipitación anual 433
Tabla A 4.2. Denominación termal y rangos de temperatura 433
Tabla A 4.3. Categorías y clases de cobertura de la tierra 434

ANEXO 4.1

RESULTADOS DE LOS TALLERES DE ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD

Este anexo técnico presenta los principales resultados obtenidos de los talleres realizados (17 y 18 de febrero de 2010) con el grupo de expertos participantes (>80) de la discusión metodológica para: Analizar las variables, la sensibilidad, las afectaciones potenciales y vulnerabilidad ante la variabilidad y/o cambio climático en los ecosistemas y sectores productivos.

4.1 ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS PARA LA DISCUSIÓN

La estrategia trazada para obtener los mejores resultados en términos de la aplicabilidad, consenso, utilidad práctica y cubrimiento de una gran cantidad de variables, se concentró en los siguientes aspectos.

4.1.1 Discusión previa en talleres internos con el Ideam y expertos

Los contenidos centrales para los talleres se discutieron previamente con expertos, enfocados en el modelo conceptual, el cual involucró el análisis de impactos, la capacidad de adaptación e información fundamental para caracterizar los diferentes sectores y ecosistemas. Ello permitió colectar las opiniones, criterios de aplicación y ajustes dentro de la metodología inicialmente propuesta.

4.1.2 Uso de matrices de decisión en el análisis de variables

Al identificar el uso del conocimiento de expertos como el eje del trabajo conjunto, se diseñaron e identificaron los criterios, variables y matrices de doble entrada para ver el peso y balance de las calificaciones, sin esperar que se diluyeran los factores centrales conductores (bienes y servicios). Las variables fueron preparadas con base en el conocimiento profesional y revisión de temáticas similares.

4.1.3 Simulación previa de posibles escenarios con el SIG

En la medida que se seleccionaron las variables iniciales, según el alcance del modelo conceptual, se realizaron ejercicios previos que permitieron verificar la consistencia y operatividad del proceso. Dichos ejercicios se adelantaron por el grupo de profesionales de cambio climático de la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam, para lo cual se usó el sistema de información geográfico (SIG).

En el ejercicio se incluyeron igualmente los resultados obtenidos (modelos de alta resolución con escenarios 2011 a 2100) por la Subdirección de Meteorología del Ideam, junto con la discusión y análisis de los trabajos con las Subdirecciones de Ecosistemas e Hidrología.

4.1.4 Diseño de herramientas que permitieron la síntesis de gran cantidad de información

Con el diseño, tanto del índice relativo de afectación (IRA), como del estado o condiciones para la adaptación (llamada inicialmente, voluntad de adaptación), se logró una estructura práctica de compilación y análisis del conocimiento de los expertos en los talleres.

En la tabla A 4.1 se incluyen tanto los participantes en los talleres, como los profesionales de las reuniones y talleres previos y posteriores.

4.2 RESULTADOS DE LOS TALLERES

La metodología utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad se emplea para identificar regiones y sectores más vulnerables y/o zonas críticas. Adicionalmente deberá servir para el diseño y la evaluación de políticas de adaptación, con la posibilidad de incluir criterios de manejo y reducción de la vulnerabilidad.

4.2.1 Condiciones para la adaptación

Las condiciones actuales o disposición para la adaptación (llamada dentro del taller voluntad de adaptación), se obtuvieron a partir del trabajo en grupos de expertos, con su posterior presentación en plenaria. La compilación de los resultados de los dos talleres se muestra en la siguiente tabla (4.1)

Las variables para evaluar el estado o condición de adaptación en los dos talleres fue objeto de análisis posteriormente por algunos sectores e instituciones, de los cuales se recibió la realimentación e incorporación en el presente documento.

Tabla A4.1. Matriz con las condiciones actuales para la adaptación

Criterio	Variable	Indicador	Vr.	Justificación del Vr. / Observaciones
Conocimiento de los impactos y perdidas frente al cambio climático	Funcionamiento de sistemas de monitoreo y alerta temprana ante eventos con alto impacto	¿Considera suficiente la instrumentación de todas las variables hidrometeorológicas?	2,5	Red hidrometeorológica insuficiente por cubrimiento y variables faltantes.
		¿La operación y mantenimiento de las redes de monitoreo permite contar con información oportuna?	2,0	Operación y mantenimiento de la red de monitoreo es insuficiente.
		¿Es de fácil acceso a la información suministrada por los sistemas de monitoreo?	2,5	
		¿Considera suficiente la cobertura de la red de monitoreo?	2,5	No se tiene un cubrimiento suficiente en todas las variables climáticas.
	Sistematización de eventos y análisis de pérdidas	¿Se tienen estudiadas las variables no climáticas que intervienen en los análisis de vulnerabilidad?	1,0	No se evalúan otras variables (no climáticas).
		¿La información de las instituciones se encuentra integrada y es de fácil acceso?	1,0	
		¿Se cuenta con los datos de eventos (hidrometeorológicos: HM) que han afectado (-) la jurisdicción por 30 ó más años?	2,8	Falta de sistematización de información. Ciclos de 60 años. Falta de utilización de información por sectores.
		¿Existe la información suficiente y confiable de las perdidas o daños por eventos climáticos?	2,3	Algunas instituciones organizadas la poseen.
	Protección y conservación de Recursos Naturales Renovables	¿Existen suficientes programas o proyectos de protección ambiental y conservación de recursos naturales. ¿Se evalúan la eficiencia y eficacia de estos proyectos?	2,0	Proyectos insuficientes, no se evalúan los existentes.
		¿Existen monitoreos sistemáticos sobre el estado actual de los RRNN?	2,0	El inventario está desactualizado.
		¿Existen metodologías e instrumentos técnicos para correlacionar el estado de los RRNN y el cambio climático?	1,3	Se conocen algunos trabajos de valoración económica de los RNR
		¿En los planes, proyectos o autorizaciones ambientales se involucran análisis y medidas para reducir vulnerabilidad a riesgo climático?	1,0	Se habla de impacto ambiental pero no de análisis de vulnerabilidad.
	Instrumentos y métodos	¿Se cuenta con instrumentos de política adecuados que incorporan estrategias de adaptación en la planeación de territorio y sectores?	1,0	No existe una política unificada con respecto al cambio climático, actualmente son esfuerzos puntuales/individuales. / Se requiere una línea base para saber a que se hace seguimiento
		¿Los diseños de las obras para el control de eventos extremos cuentan con métodos validados para el análisis de cambio climático?	1,0	Buen indicador, se requieren curvas IDF que involucren el factor cambio climático u otras herramientas que tengan en cuenta eventos con poca probabilidad de lluvias. / Se requiere una línea base para saber a qué se hace seguimiento.

Criterio	Variable	Indicador	Vr.	Justificación del Vr. / Observaciones
Conocimiento de los impactos y perdidas frente al cambio climático	Instrumentos y métodos	¿En los planes, proyectos o actualizaciones ambientales se involucran análisis y medidas para reducir la vulnerabilidad a los riesgos del cambio climático?	1,0	
		¿Se cuenta con estudios de probabilidad de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos para los sectores?	1,0	Falta de fortalecimiento institucional para estos estudios. Falta investigación y presupuesto. /Se requiere una linea base para saber a que se hace seguimiento.
	Capacidad técnica recurso humano	¿Hay suficientes profesionales especializados en los temas relacionados?	1,0	
	Evaluación de la Vulnerabilidad de los recursos agua, suelo, etc.	¿Se tiene la identificación y mapeo de los principales elementos (spp, ecosistemas, personas, etc.) expuestos?	1,8	Si ante variabilidad climática.
		¿Se tiene la identificación e inventario de spp, de fauna y flora en zonas sensibles al cambio climático?	1,0	No se tiene.
		¿Se cuenta con la identificación y relación de las variables biofisicas que influyen en la sensibilidad?	2,3	Se está iniciando esta identificación para sistemas productivos, mas no para sistemas naturales.
		¿Las áreas de ecosistemas estratégicos incluyen análisis de vulnerabilidad o riesgos climáticos para determinar fragmentación de los mismos y/o corredores de conexión?	1,0	Se tiene por afectación antropogénica pero no por cambio climático.
		¿Se tienen estudios sobre ¿cuánto se afectan los recursos Naturales por cambio climático?	1,0	Se tienen los primeros reportes sobre exposición, que no incluyen eventos extremos.
	Asentamientos humanos e infraestructura	¿Se tiene la identificación e inventario de asentamientos humanos localizados en zonas con potencial de afectación por la Var. Climática y/o eventos de CC?	3,5	
		¿Existen investigaciones que relacionen: dinámica, población y cambio climático?	1,0	
		Se tiene la identificación e inventario de la infraestructura localizada en zonas con potencial afectación de la Var. Climática y/o CC?	1,0	
		¿Existen proyectos (en/o) ejecutados para mejorar el entorno y/o controlar vectores del dengue y/o malaria? (puede aplicarse a otro tipo de vectores o enfermedades)	2,5	No existen proyectos.
		¿Se tiene el inventario de GEI producidos por los asentamientos humanos?	1,0	
	Estrategias de comunicación y educación	¿Existe suficiente divulgación y distribución de materiales sobre impactos, vulnerabilidad y/o riesgo climático?	2,5	No es suficiente.
		¿Se tiene la evaluación y realimentación con los usuarios?	1,0	No se evalúa ni se retroalimenta.
		¿Son claros y suficientes los materiales en información sobre la variabilidad climática? (ej. ENSO) y/o cambio climático)	1,5	No son claros ni suficientes. Es necesario separar: Comunicación/divulgación de educación/sensibilización.
		¿Los sistemas e información de alertas son conocidos y entendidos por los pobladores o interesados?	1,5	Se conocen pero no se entienden.
		¿Es suficiente la capacitación a los medios de comunicación?	1,0	
Manejo de efectos por eventos extremos	Planes de emergencia y/o contingencia existentes	¿Considera suficientes los instrumentos de planeación y atención de emergencias y/o de riesgo climático?	3,3	Involucra: indicadores de seguimiento y atención.
		¿Es suficiente la coordinación de las gestiones del gobierno y el sector privado para hacerle frente a los riesgos climáticos?	2,5	Hay deficiencias en la prevención.
		¿Existe suficiente coordinación interinstitucional?	2,0	
		¿Se cuenta con indicadores de seguimiento apropiados a los programas o proyectos de adaptación o reducción de la vulnerabilidad?	1,0	Las políticas deben enfocar esfuerzos a la adaptación mas no solo a la mitigación.
		¿Es efectiva la aplicación de los planes?	2,0	
Organización institucional y participación de la sociedad	Comunitaria	¿Existen estructuras y/o formas de cooperación veredal? (mingas, vuelta de mano, grupos de oración o espacios de concertación y difusión de conocimientos y acciones.	4,3	Existen pero no son suficientes
		¿Las formas de distribución de las oportunidades de empleo en el territorio tienen amplia aceptación por sus pobladores?	1,0	¿Pertinencia del indicador? Bajas opciones de empleo a nivel veredal.
		¿Las organizaciones de base cuentan con el apoyo y organización suficiente para adelantar sus proyectos?	2,0	Proyectos relacionados con el cambio climático, incidencia en política.
	Institucional	¿Existen formas y compromisos para mejorar los vínculos que aseguren la ejecución de las políticas nacionales y regionales de adaptación al cambio climático?	4,0	No existe política nacional de adaptación al cambio climático.
		¿La coordinación entre los centros de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías o conocimientos es suficiente?	3,0	No se tiene conocimiento al respecto.
		¿Existe suficiente confianza entre las partes interesadas para apoyar la gestión de las estrategias de adaptación?	3,0	No se conocen todas las estrategias de adaptación. No hay claridad de responsabilidades lo que genera desconfianza.
	Cooperación internacional	¿Existe coordinación entre prioridades nacionales y organización de cooperación?	3,0	
		Los recursos aportados por la cooperación internacional están llegando adecuadamente a los sectores o zonas que los requieren	2,0	No hay claridad en los objetivos para la asignación de recursos.

Criterio	Variable	Indicador	Vr.	Justificación del Vr. / Observaciones
Transferencia del riesgo y/o estrategias financieras y económicas	Cobertura de seguros y estrategias de transferencias por pérdidas de bienes públicos	¿Se encuentran los bienes públicos y/o privados asegurados contra efectos adversos del clima (huracanes, sequías, heladas, inundaciones, incendios forestales, etc.)	2,0	Existe subsidio del estado. Se están desarrollando seguros para cosechas.
		¿Las entidades aseguradoras brindan suficientes formas y facilidades para cubrir los potenciales riesgos climáticos?	2,7	Hay seguro pero no funciona de manera adecuada y no tiene suficiente cobertura.
		¿Se cuenta con estudios que faciliten el aseguramiento de cosechas u otros bienes expuestos al riesgo climático?	2,0	Es necesario mejorar la cultura del aseguramiento.
	Estrategia financiera frente a cambio climático	¿Existe estrategia financiera nacional para la prevención y adaptación (Conpes)?	2,0	
		¿Utilización de empréstitos para reducir los riesgos y/o adaptación al cambio climático?	1,5	Específicamente no hay.
		¿Existen nuevas estrategias o mecanismos financieros	3,0	
		¿Existe una adecuada cooperación internacional?	4,3	Se requiere más apoyo y coordinación con otros programas.
	Fondos de reserva para el fortalecimiento institucional en adaptación al cambio climático	¿Se cuenta con asignación presupuestal para atención de emergencias, vulnerabilidad, manejo de los recursos naturales renovables y/o adaptación al cambio climático?	2,8	El indicador debe ser más específico
		Existen disposiciones normativas que establecen la destinación de presupuesto para la gestión de riesgo, manejo de recursos naturales renovables y/o adaptación al cambio climático?	4,0	La normatividad no es específica frente al cambio climático
Oportunidades frente al cambio climático	Desarrollos productivos	Desarrollo de nuevas tecnologías	2,5	
	Oportunidad para cambiar	Desarrollo de nuevos productos y cultivos	2,5	Se debería trabajar en aprovechar las oportunidades
		Se conocen las oportunidades del cambio climático	1,8	Se asocia con cambio de actitud. / MDL.

Fuente: Ideam-autores. Con base en la información compilada en los talleres del 17 y 18 de febrero de 2010

Las condiciones actuales para la adaptación, identificadas por medio de los anteriores criterios, variables e indicadores, permiten identificar de cierta forma el estado de preparación para enfrentar los efectos adversos de la variabilidad climática o el cambio climático. Una visión resumida de con base en los estadígrafos de la tabla anterior se muestra a continuación.

Tabla A4.2. Resumen de estadígrafos del estado de adaptación

Estadígrafo	Vr.
Número de criterios calificados	57
Desviación estándar	0,94
Vr. Mínimo	1,0
Vr. Medio	2,03
Vr. Máximo	4,5
Percentil 0,75	3,0
Percentil 0,25	1,0

Fuente: Ideam-autores. Con base en información compilada del taller

Lo anterior nos conduce a resaltar lo siguiente:

a) Del ejercicio adelantado con más de 50 variables que fueron potencialmente calificables (de 0 a 5), siendo 5 el valor óptimo y cero el más bajo, se registró una congruencia en la mayoría de valores calificados en los dos grupos (cada día de taller).

b) Si bien los rangos de la calificación estuvieron de 1 a 5, el rango intercuartílico fue muy cercano entre los dos grupos (1,0 a 3,0), lo anterior refleja de alguna manera la similitud en la calificación de los dos talleres; es decir un 50% de las calificaciones estuvieron entre 1 y 3.

c) La media obtenida de las dos fechas de taller arrojó un valor de 2,03; cifra que se utilizó en el proceso metodológico para cuantificar la capacidad de adaptación.

d) Es necesario resaltar la necesidad de efectuar un ejercicio similar para cada entidad territorial o ambiental, en la medida que se pretenda mejorar la escala de trabajo para un mayor detalle.

4.2.2 Índice Relativo de Afectación (IRA)

Para el análisis se partió del «peor escenario» que se podría presentar para la mayoría de los sectores y/o ecosistemas, relacionado con una gran reducción de precipitación (>30% respecto al valor medio actual) y un gran aumento de temperatura (> 4 ºC).

Las variables propuestas en cada grupo de análisis para el IRA, en principio recibieron un gran debate sobre su pertinencia, dada la "preferencia" por los profesionales de mayor representación y conocimiento en cada grupo. La calificación final resultó del consenso, a partir de los respectivos ajustes en la medida que se fue avanzando en el análisis y calificación de otras variables. Los valores del índice se utilizaron para generar el mapa IRA, presentado en el documento principal.

De otra parte, teniendo en cuenta las observaciones de las discusiones y realimentación de los resultados con algunos sectores y, o involucrados, es procedente destacar lo siguiente:

- Algunos profesionales que no participaron en la discusión y análisis de los talleres, presentaron sus comentarios relacionados con: A) Un fuerte enfoque y/o peso de las variables hacia la protección de los recursos naturales, lo cual no deja ver toda la relevancia de los sectores de servicios. B) Se identificó la necesidad de realizar un análisis más profundo y abierto, respecto a la obtención de un indicador de la capacidad de adaptación que deje ver con mayor claridad la vulnerabilidad entre los pobladores urbanos y rurales. C) La necesidad de socializar y discutir la metodología empleada para obtener la vulnerabilidad, dadas las posibilidades de ajuste y, o implementación por otros interesados o sectores.
- Se hicieron observaciones sobre el elevado número de representantes de los gremios en los talleres, respecto a otros participantes diferentes, tales como: infraestructura (vías, generadores de energía, etc.), academia, entre otros. Lo anterior promueve que las discusiones y defensa de intereses se vea más nutrida y fuerte al momento de reflejar los consensos.
- El manejo de herramientas sencillas que podrían ser utilizadas en los procesos de evaluación interna de las empresas o gremios interesados.
- La interrelación de los sectores y/o involucrados merece ser discutida sobre ejes y/o recursos que podrían ser objeto de conflicto (agua riego vs. generación hidroeléctrica, por ejemplo), debería darse a la luz de procesos de investigación específica en algunas áreas.

4.2.3 Principales aspectos de interés discutidos en los talleres

A continuación se listan los ejes, referencias y puntos destacados por los participantes en los talleres, los cuales pueden servir de pistas de trabajo para el Plan de Adaptación que se pretenda abordar desde cada institución:

- Es prioritario incluir a las comunidades indígenas.
- Es prioritario tener en cuenta para cada sector, cómo realizar el empalme de la información regional con la nacional.
- Se encuentra necesario darle un mayor énfasis a la investigación cooperante a través de redes que permitan el acceso en tiempo real, si se puede. Asimismo, se debe diferenciar y dejar en claro los compromisos de cada institución. Los resultados de las investigaciones deben ser incluidas en el seguimiento de la red mencionada.
- Es necesario tener una línea base de uso común para todos los interesados. Ello significa un ahorro para las partes.
- Se requiere capacitar a las regiones en todas las metodologías y aspectos del cambio climático.
- El ordenamiento del territorio con claros preceptos ambientales debe ser una prioridad.
- Es importante desarrollar análisis y estudios de la transferencia del riesgo en los sectores productivos, los cuales deben ir de la mano con los posibles subsidios y ordenación del territorio. Ello no significa dejar a merced del riesgo a las comunidades más vulnerables, sino por el contrario, trazar una política clara a diferentes plazos y metas.
- Se requiere que el documento Conpes[1] a preparar, determine con profundidad pero con gran capacidad de síntesis, las diferentes prioridades de adaptación por regiones y sectores, lo cual podrá realizarse de manera general y luego para cada sector. Con la herramienta analizada (metodología) se tiene un gran paso para soportar la política y la planeación intersectorial.

1 Consejo Nacion al de Política Económica y Social.

- Es necesario no perder los indicadores de proceso, los cuales deben contribuir con una mayor calidad de los resultados y metas.
- Existe un gran desafío en el componente tecnológico para desarrollar medidas de adaptación, lo cual debe ser periódicamente revisado entre los diferentes sectores. Los arreglos productivos (agroforestería, por ejemplo) podrían ser una opción eficiente con alta resiliencia.
- Es necesario fortalecer el modelo con análisis de correlación histórica. No podemos dejar de analizar los eventos y efectos sobre las diferentes áreas, sectores y ecosistemas.
- El territorio es un espacio dinámico donde las relaciones de producción dependen de todos los actores, así no sean productores de bienes tangibles. La vulnerabilidad territorial no se puede mirar para una parte o sector, pues la debilidad o afectación del uno afecta el conjunto del territorio.
- El modelo de desarrollo deberá ser revisado, pues difícilmente se conseguirá adaptarse ante tantos desafíos e incertidumbres.
- Es necesario tener en cuenta en las medidas de adaptación los criterios de flexibilidad, diversificación, estabilidad (volatilidad), acceso a recursos de manera conjunta pero diferenciada, entre otros.
- Dadas las fuertes dimensiones y tendencias, es importante tener en cuenta posibles ajustes para que no aumente la vulnerabilidad en lo gubernamental y territorial.
- Es importante aprender a mejorar de manera progresiva la toma de decisiones en ambientes con incertidumbre, para ello se requiere mejorar la captura y procesamiento ágil de la información climatológica a partir de modelos que permitan un seguimiento continuo y sistemático.
- El análisis de la infraestructura y su papel en el efecto amplificador sobre la economía (por ejemplo puertos) debe ser una prioridad en el análisis del cambio climático.
- El ambiente oceánico no se ve con suficiente claridad, máxime cuando puede representar en espacios pequeños grandes cambios sobre la gobernabilidad del territorio; una pérdida de territorio ocasionada por el ascenso del nivel del mar significa mucho más que la simple superficie.
- Existen recursos compartidos con los países vecinos que requieren ser consultados para ser trabajados de manera conjunta. La información climatológica de los países vecinos es una oportunidad para mejorar y/o precisar los modelos nacionales sobre las áreas de frontera.
- Se debe hacer claridad en las capacidades de adaptación reales y proyectadas del país y las regiones.
- Se puede subvalorar los bienes y servicios de la biodiversidad sobre la sociedad y los sectores productivos, razón por la cual es necesario profundizar en tales relaciones, antes que se cruce la línea de no retorno.

ANEXO 4.2

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS ECOSISTEMAS Y UNIDADES GEOGRÁFICAS

Este anexo se presenta para orientar y precisar las unidades empleadas en los mapas de sensibilidad ambiental y afectación potencial, según la estructura del modelo empleado para desarrollar el análisis de vulnerabilidad.

4.1 ASPECTOS BÁSICOS DE LA CARTOGRAFÍA UTILIZADA

Con el fin de facilitar el proceso, se partió de información existente, tomando los conceptos y las definiciones existentes comúnmente aceptadas.

4.1.1 Aspectos climáticos

La clasificación determinada por el mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, en adelante mapa de Ecosistemas (Ideam *et al,* 2007) estableció entre otros elementos, los presentados en las siguientes tablas.

Tabla A4.1. Denominación por rangos precipitación anual

Denominación del rango de precipitación	Amplitud del rango (mm/año)	(%) aproximado
Árido	0 a 500	0,8
Muy seco	501 a 1.000	1,7
Seco	1.001 a 2.000	19,4
Húmedo	2.001 a 3.000	40,0
Muy húmedo	3.001 a 7.000	36,5
Pluvial	> 7.000	1,6

Fuente: Adaptado de Ideam *et al*, 2007

En la tabla siguiente se relacionan las denominaciones utilizadas con los rangos altitudinales y los porcentajes de superficie presentes en el país.

Tabla A4.2. Denominación termal y rangos de temperatura

Denominación termal	Rangos altitudinales (msnm)	Rangos de temperatura (ºC)	(%) aproximado
Cálido	0 a 800	> 24	79,4
Templado	801 a 1.800	18 a 24	10,0
Frío	1.801 a 2.800	12 a 18	6,8
Muy frío	2.801 a 3.700	6 a 12	3,3
Extremadamente frío y/o	3.701 a 4.500	1,5 a 6	0,48
Nival	>4.500	<1,5 para nival	0,03

Fuente: Adaptado de Ideam *et al*, 2007

Dentro del los aspectos climáticos también se tuvo en cuenta el índice de aridez (P/Evtp[1]), para lo cual se adoptó la clasificación utilizada para el estudio de desertificación, el cual se presenta en el cuerpo principal del documento.

1 Precipitación /Evapotranspiración potencial.

4.1.2 Aspectos edáficos

La cartografía edáfica se tomó del mapa de suelos de Colombia (IGAC, 2003). La información allí contenida incluye aspectos edafológicos, geomorfológicos, geológicos, climáticos y de vegetación.

Las características utilizadas para subdividir y clasificar las unidades cartográficas para el ejercicio adelantado del índice se sensibilidad ambiental (ISA) fueron: profundidad efectiva, pendientes, salinidad y erosión en zonas secas.

4.1.3 Coberturas de la tierra

En el mapa de Ecosistemas (Ideam *et al,* 2007) se utilizó la información de la cobertura de tierra con sus diferentes clases, sin tener en cuenta el tipo de uso que se hace de ella. Los conceptos y definiciones que se describen a continuación se toman de dicho estudio. En la tabla A2.1, se presenta una relación de las clases de cobertura utilizadas.

Tabla A4.3. Categorías y clases de cobertura de la tierra

No.	Categoría	Clase de cobertura de la tierra	Observaciones generales
1	Coberturas mayormente transformadas	Áreas urbanas	Centros poblados, infraestructura, etc.
		Áreas mayormente alteradas	Explotaciones mineras, escombreras y similares.
2	Coberturas de agroecosistemas	Cultivos anuales o transitorios	Ciclo vegetativo < 1 año.
		Cultivos semipermanentes y permanentes	Ciclo vegetativo > 1 año, invernaderos.
		Pastos	Pastos plantados, limpios, enmalezados, arbolados, etc.
		Áreas agrícolas heterogéneas	Mezcla de cultivos, anuales y permanentes y espacios naturales.
		Áreas agroforestales	Por su tamaño no se representan en el mapa.
		Bosques plantados	Latifoliadas y coníferas.
3	Coberturas mayormente naturales	Bosques naturales	Áreas > 50 ha dominados por árboles.
		Vegetación secundaria	Rastrojos o vegetación de baja altura (sucesión).
		Arbustales	Incluye arbustales de páramo, de sabana o xerofíticos.
		Herbazales	Dominan las hierbas en páramos, de sabanas y xerofíticos.
		Zonas desnudas (sin o con poca vegetación)	Arenales, playas, lahares o superpáramos.
		Afloramientos rocosos	Se integró a la vegetación adyacente por escala.
		Glaciares y nieves	Hielo o nieve.
4	Cobertura de áreas húmedas continentales y costeras	Hidrofitia continental	Ecosistemas acuáticos en la parte emergida.
		Herbáceas y arbustivas costeras	Planicies aluviales con influencia marina.
5	Superficies de agua	Aguas continentales naturales	Ríos, lagunas o zonas inundadas.
		Aguas continentales artificiales	Embalses o represas
		Aguas marinas	Océanos
		Lagunas costeras	Se diferencian de los estuarios por geomorfología
6	Sin información	Nubes y Sombra de nubes	Áreas sin interpretación.

Fuente: Adaptado de Ideam *et al,* 2007

Las coberturas de la tierra fueron clasificadas en función de la protección que ella realiza a los demás recursos naturales y la sensibilidad o capacidad para hacer frente a la peor condición a esperar: aumento de temperatura y disminución de la precipitación, según los escenarios obtenidos del multimodelo.

4.1.3.1 Coberturas mayormente transformadas

- Áreas urbanas. Dentro de esta categoría se incluyen los tejidos urbano y suburbano, centros poblados, redes de comunicación, zonas industriales o comerciales, redes viales, ferroviarias y terrenos asociados, zonas portuarias, aeropuertos, obras hidráulicas, zonas en construcción zonas verdes transformadas no agrícolas, zonas verdes urbanas, instalaciones deportivas y recreativas, parques, cementerios, zonas arqueológicas y demás infraestructura.
- Áreas mayormente alteradas. Esta cobertura corresponde a zonas de extracción minera, explotación petrolera, explotación de carbón, oro, materiales de construcción, escombreras, vertederos y otras.

4.1.3.2 Coberturas de agroecosistemas

- Cultivos anuales o transitorios. Áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo dura un año o menos, llegando incluso a ser de unos pocos meses. Se caracterizan fundamentalmente porque después de la cosecha, es necesario

volver a sembrar o plantar para seguir produciendo (Melo y Camacho, 2005 citados por Ideam *et al.,* 2007). Pueden ser cultivos como algodón, arroz, papa, sorgo, soya, maíz, entre otros.

- Cultivos semipermanentes y permanentes. Tierras dedicadas a cultivos cuyo ciclo vegetativo es superior a un año y donde se producen varias cosechas sin necesidad de volver a plantar. Se presentan cultivos como caña de azúcar, caña panelera, plátano y banano, café, cacao, palma de aceite, frutales, fique, tabaco y cultivos confinados (invernaderos).
- Pastos. Coberturas de especies herbáceas que han sido plantadas, generalmente utilizadas para actividades ganaderas. Pueden ser pastos limpios, arbolados, enmalezados o enrastrojados.
- Áreas agrícolas heterogéneas. Áreas que presentan mezcla de diferentes tipos de cultivos, a manera de mosaicos de cultivos anuales y permanentes; pastos y cultivos; cultivos, pastos y espacios naturales.
- Áreas agroforestales Pueden ser cultivos anuales o pastizales mezclados con especies forestales o sistemas agroforestales, plantaciones con sombrío, policultivos forestales o plantaciones de caucho. Debido a la escala del proyecto y la metodología de interpretación empleada, estas áreas no son distinguibles de las áreas agrícolas heterogéneas y por lo tanto no se representan en el Mapa de cobertura de la tierra.
- Bosques plantados. Bosques plantados de latifoliadas y coníferas.

4.1.3.3 Coberturas mayormente naturales

Las coberturas mayormente naturales son aquellas que no han sufrido mayores transformaciones por acción antrópica o que, habiendo sido transformadas, responden a una dinámica de regeneración natural.

- Bosques naturales. Comunidades vegetales dominadas por árboles de altura promedio superior a 5 m y con densidad de copas superior al 70% con una extensión superior a las 50 ha.
- Vegetación secundaria. Vegetación de baja altura que generalmente es producto del proceso de sucesión de pastos o cultivos, hacia coberturas arbóreas. Se encuentran rastrojos y cobertura vegetal en estado de sucesión temprano.
- Arbustales. En este tipo de vegetación los elementos leñosos predominantes corresponden a arbustos, los cuales por lo general sobrepasan los 0,5 m de altura hasta los 5 m. Incluye arbustales de páramo, de sabana o xerofíticos.
- Herbazales. Vegetación dominada por hierbas y gramíneas. Los herbazales pueden presentar árboles y arbustos asociados. En esta clase se encuentran herbazales de páramos, de sabanas y xerofíticos.
- Zonas desnudas, sin o con poca vegetación. Estas zonas corresponden a los arenales, playas, dunas y lahares, o zonas con vegetación escasa, tales como superpáramos.
- Afloramientos rocosos. Se refiere a zonas donde la roca está expuesta y no hay ningún tipo de vegetación. En este ejercicio, debido a la escala de trabajo, los afloramientos rocosos se integraron a coberturas adyacentes, principalmente a zonas desnudas y herbazales.
- Glaciares y nieves. Esta categoría incluye áreas cubiertas por hielo o nieves.
- Herbáceas y arbustivas costeras. Contiene la vegetación herbácea y arbustiva de la zona intermareal costera y de las planicies aluviales con influencia marina.

4.1.3.4 Superficies de agua

Esta categoría incluye cualquier área que esté cubierta por agua permanentemente o en algunas épocas del año.

- Las aguas continentales naturales. Son los ríos, lagunas, lagos o zonas inundadas.
- Aguas continentales artificiales, son superficies de agua construidas por el hombre como embalses o represas.
- Aguas marinas. Extensión del cuerpo de agua marina sobre el Mar Caribe y Océano Pacífico comprendida entre la línea de borde litoral y los límites de aguas jurisdiccionales de Colombia.
- Lagunas costeras. Las lagunas costeras son depresiones formadas en las ensenadas o en las partes terminales de los planos de inundación de los ríos. Algunas son de origen tectónico y otras se forman por la acumulación de sedimentos arrastrados por las corrientes marinas; se diferencian básicamente de los estuarios por sus rasgos geomorfológicos. Sin embargo, sus características biológicas, físicas y químicas son similares (Lankford, 1977)
- Sin información. Zonas cubiertas por nubes o sombra de nubes en la cuales se impide interpretar la información de coberturas terrestres de las mismas que no pudieron ser interpretadas.

4.1.4 Biomas

Para Colombia se identifican tres grandes biomas definidos por Walter (1985), como ambientes uniformes pertenecientes a un zonobioma, orobioma o pedobioma: gran bioma del desierto tropical, gran bioma del bosque seco tropical y gran bioma del bosque húmedo tropical. De acuerdo con ciertas características de clima, suelo y vegetación, los tipos de biomas se definen así:

4.1.4.1 Zonobiomas

Son biomas zonales delimitados por unos amplios y peculiares caracteres climáticos, edáficos y de vegetación zonal (clímax).

4.1.4.2 Orobiomas

Son biomas definidos por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación de acuerdo con su incremento en altitud y la respectiva disminución de la temperatura (Walter, 1977; citado por Ideam *et al,* 2007). Según el rango altitudinal se pueden distinguir tres grandes zonas dentro de los orobiomas: zona de baja montaña, zona de media montaña y zona de alta montaña:

- Orobiomas altos: se localizan por encima del límite superior del piso andino (>2.800 m) hasta el nivel de las nieves perpetuas (>4.500 m). Thourent (1983, citado por Ideam et al, 2007), también menciona para la cordillera Central, transecto Los Nevados, un rango altitudinal de 3.500 a 5.200 msnm. Dentro del orobioma alto, se distinguen a la vez cinco franjas bien definidas:
  - Bosques de alta montaña: esta franja de alta montaña se ubica entre los 2.800 y 3.200 m. Comprende una zona de transición (ecotono) entre la vegetación cerrada de la media montaña (zona andina) y la abierta de la parte alta; sus comunidades incluyen bosques altos y ralos.
  - Subpáramo: se considera como la faja de transición entre la selva altoandina y el páramo propiamente dicho. Se le define desde los 3.200 hasta 3.500 o 3.600 msnm y se caracteriza por el predominio de la vegetación arbustiva y matorrales.
  - Páramo propiamente dicho: sus límites se extienden entre los 3.500 o 3.600 y los 4.100 msnm. La diversificación comunitaria es máxima y se encuentran casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan los frailejonales y los pajonales (Rangel-Ch., 2002).
  - Superpáramo o páramo alto: esta franja, situada por encima de los 4.100 m, llega hasta el límite inferior de las nieves perpetuas. Se caracteriza por la discontinuidad de la vegetación y la apreciable superficie de suelo desnudo, arenales o afloramientos rocosos.
  - Nival: por encima de los 4.500 m, se extiende la franja de las nieves perpetuas o glaciares.
- Orobiomas medios: hacen referencia a zonas de montaña localizadas aproximadamente entre los 1.800 y 2.800 msnm, donde se presentan temperaturas que fluctúan entre los 12 y 18° C, también conocidos en Colombia como piso andino. El Orobioma bajo, la altitud del orobioma medio en Colombia puede variar de acuerdo con la posición geográfica.
- Orobiomas bajos: corresponden a áreas de montaña localizadas aproximadamente entre los 500 y 1.800 msnm, donde se presentan temperaturas de entre 18 y 24 ºC. No obstante, es posible que estos rangos fluctúen de acuerdo con la posición geográfica de la montaña. A los orobiomas bajos comúnmente se les asigna el nombre de piso subandino, dada su relación con la cordillera de los Andes.

Los biomas naturales, transformados, intervenidos y/o degradados se involucraron como una variable adicional con igual peso (que suelos, índice de aridez, cobertura y erosión), al momento de obtener el índice de sensibilidad ambiental.

4.1.4.3 Ecosistemas

El mapa de Ecosistemas (Ideam *et al,* 2007) acogió la definición del Convenio sobre Diversidad Biológica del término de ecosistema como "un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas".

4.2 OTROS ASPECTOS PARA FACILITAR LA INTERPRETACIÓN

Es necesario tener en cuenta que para la generación de los mapas presentados en el proceso de análisis de la vulnerabilidad se realizaron diferentes agrupaciones con el fin de facilitar la interpretación, lectura y localización de las diferentes categorías, según el proceso de discretización (división) de las unidades resultado.

Tales agrupaciones se enfocaron en diferenciar de manera equidistante los diferentes rangos (5 generalmente), con el fin de mostrar de forma relativa la agrupación de las diferentes categorías (muy alto Ma; alto a; moderado m; bajo B; y muy bajo Mb), con excepción del índice de Lang (6 categorías).