
INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

(INGEI) 2012, 2005 Y ACTUALIZACIÓN DE INGEI 2010 Y 2000



ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	ABREVIATURAS	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivos Específicos	3
3.	RESUMEN EJECUTIVO	4
4.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	24
4.1.	Energía (fuentes estacionarias)	25
4.1.1.	Quema de combustibles	28
4.1.1.1.	Elección del nivel de cálculo	28
4.1.1.2.	Niveles de actividad	30
4.1.1.3.	Variables y constantes	38
4.1.2.	Emisiones fugitivas	40
4.1.2.1.	Elección del nivel de cálculo	41
4.1.2.2.	Niveles de actividad	45
4.1.2.3.	Variables y constantes	53
4.2.	Energía (fuentes móviles)	54
4.2.1.	Aviación civil	54
4.2.1.1.	Elección del nivel de cálculo	55
4.2.1.2.	Niveles de actividad	56
4.2.1.3.	Variables y constantes	58
4.2.2.	Transporte terrestre	59
4.2.2.1.	Elección del nivel de cálculo	59
4.2.2.2.	Niveles de actividad	61
4.2.2.3.	Variables y constantes	65
4.2.3.	Transporte ferroviario	68
4.2.3.1.	Elección del nivel de cálculo	68
4.2.3.2.	Niveles de actividad	70
4.2.3.3.	Variables y constantes	71
4.2.4.	Transporte marítimo y fluvial	72
4.2.4.1.	Elección del nivel de cálculo	72
4.2.4.2.	Niveles de actividad	74
4.2.4.3.	Variables y constantes	75
4.2.5.	Otro tipo de transporte	77

4.2.5.1.	Elección del nivel de cálculo.....	77
4.2.5.2.	Niveles de actividad.....	81
4.2.5.3.	Variables y constantes	82
4.3.	Procesos Industriales y uso de Productos.....	84
4.3.1.	Industria de los minerales	85
4.3.1.1.	Producción de cemento.....	85
4.3.1.2.	Producción de cal	89
4.3.1.3.	Otros usos de carbonatos en los procesos (cerámica: producción de ladrillos)	91
4.3.1.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos (otros usos de ceniza de sosa)	94
4.3.2.	Industria química	96
4.3.2.1.	Producción de amoníaco	96
4.3.2.2.	Producción de carburo	98
4.3.3.	Industria de los metales.....	101
4.3.3.1.	Producción de hierro y acero.....	101
4.3.3.2.	Producción de aluminio	103
4.3.3.3.	Producción de plomo	105
4.3.3.4.	Producción de Zinc.....	106
4.4.	Agricultura.....	108
4.4.1.	Fermentación entérica	109
4.4.1.1.	Elección del nivel de cálculo.....	109
4.4.1.2.	Niveles de actividad.....	111
4.4.1.3.	Variables y constantes	116
4.4.2.	Manejo de estiércol	118
4.4.2.1.	Elección del nivel de cálculo.....	118
4.4.2.2.	Descripción del nivel de actividad	122
4.4.2.3.	Variables y constantes	131
4.4.3.	Cultivos de arroz	133
4.4.3.1.	Elección del nivel de cálculo.....	133
4.4.3.2.	Descripción del nivel de actividad	135
4.4.3.3.	Variables y constantes	139
4.4.4.	Suelos agrícolas	139
4.4.4.1.	Elección del nivel de cálculo.....	139
4.4.4.2.	Descripción del nivel de actividad	143
4.4.4.3.	Variables y constantes	146

4.4.5. Quema de sabanas	147
4.4.5.1. Elección del nivel de cálculo	147
4.4.5.2. Descripción del nivel de actividad	150
4.4.5.3. Variables y constantes	153
4.4.6. Quema de residuos agrícolas	153
4.4.6.1. Elección del nivel de cálculo	153
4.4.6.2. Descripción del nivel de actividad	155
4.4.6.3. Variables y constantes	159
4.5. Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	160
4.5.1. Perú: representación de áreas de tierra	162
4.5.1.1. Arreglos y Estratificación del Perú para los Inventarios	165
4.5.1.2. Superficies de Bosque y No Bosque y Áreas de Pérdida Anuales	170
4.5.1.3. Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra	171
4.5.2. Metodología general para USCUS	178
4.5.3. Adaptación de la Metodología en Libro de Cálculo	180
4.5.4. Tierras forestales	186
4.5.4.1. Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales	186
4.5.4.1.1. Elección del nivel de cálculo	186
4.5.4.1.2. Niveles de actividad	190
4.5.4.1.3. Variables y constantes	195
4.5.4.2. Tierras convertidas en tierras forestales	197
4.5.4.2.1. Elección del nivel de cálculo	197
4.5.4.2.2. Niveles de actividad	202
4.5.4.2.3. Variables y constantes	204
4.5.5. Tierras agrícolas	205
4.5.5.1. Tierras convertidas en tierras forestales	205
4.5.5.1.1. Elección del nivel de cálculo	205
4.5.5.1.2. Niveles de actividad	206
4.5.5.1.3. Variables y constantes	207
4.5.5.2. Tierras convertidas en tierras forestales	208
4.5.6. Praderas	208
4.5.6.1. Praderas que siguen siendo praderas	208
4.5.6.2. Tierras convertidas en praderas	209
4.5.6.2.1. Elección del nivel de cálculo	210

4.5.6.2.2.	Niveles de actividad.....	211
4.5.6.2.3.	Variables y constantes	212
4.5.7.	Asentamientos	214
4.5.7.1.	Tierras convertidas en asentamientos	214
4.5.7.1.1.	Elección del nivel de cálculo.....	214
4.5.7.1.2.	Niveles de actividad.....	214
4.5.7.1.3.	Variables y constantes	215
4.5.8.	Otras tierras	215
4.5.8.1.	Tierras convertidas en otras tierras	216
4.5.8.1.1.	Elección del nivel de cálculo.....	216
4.5.8.1.2.	Niveles de actividad.....	216
4.5.8.1.3.	Variables y constantes	217
4.6.	Desechos	217
4.6.1.	Residuos sólidos	218
4.6.1.1.	Elección del nivel de cálculo.....	218
4.6.1.2.	Niveles de actividad.....	220
4.6.1.3.	Variables y constantes	223
4.6.2.	Efluentes industriales	224
4.6.2.1.	Elección del nivel de cálculo.....	224
4.6.2.2.	Niveles de actividad.....	226
4.6.2.3.	Variables y constantes	230
4.6.3.	Aguas residuales domésticas	231
4.6.3.1.	Elección del nivel de cálculo.....	231
4.6.3.2.	Descripción del nivel de actividad	233
4.6.3.3.	Variables y constantes	239
4.6.4.	Excretas humanas	239
4.6.4.1.	Elección del nivel de cálculo.....	239
4.6.4.2.	Descripción del nivel de actividad	239
4.6.4.3.	Variables y constantes	240
5.	Resultados INGEI 2012 – 2005 y actualizaciones INGEI 2000 – 2010	241
5.1.	Energía	259
5.1.1.	Energía (fuentes estacionarias)	259
5.1.2.	Energía (fuentes móviles).....	265
5.2.	Procesos Industriales y uso de Productos	272

5.3.	Agricultura.....	274
5.4.	USCUSS.....	276
5.5.	Desechos.....	289
6.	PLAN DE GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD	292
7.	PLAN DE MEJORAMIENTO DE FUTUROS INVENTARIOS	300
8.	ANÁLISIS DE CATEGORÍAS PRINCIPALES	301
8.1.	Consideraciones previas	301
8.2.	Identificación de categorías principales	301
9.	ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE.....	315
9.1.	Consideraciones previas	315
9.2.	Estimaciones de incertidumbre	315
10.	CONCLUSIONES.....	320
10.1.	Energía.....	320
10.2.	Procesos industriales	321
10.3.	Agricultura.....	321
10.4.	USCUSS.....	321
10.5.	Desechos.....	323
11.	RECOMENDACIONES	324
11.1.	Generales	324
11.2.	Energía.....	324
11.3.	Procesos industriales y uso de productos	324
11.4.	Agricultura.....	325
11.5.	USCUSS.....	325
11.6.	Desechos.....	326
	Anexo 1: reporte de incertidumbres, según método 1	328

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de fuentes incluidas en los INGEI	4
Tabla 2: Incrementos anuales de emisiones en los INGEI (%).....	7
Tabla 3: Incrementos periódicos de emisiones en los INGEI (%).....	7
Tabla 4: Emisiones per cápita	8
Tabla 5: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2000	12
Tabla 6: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2005	15
Tabla 7: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2010	18
Tabla 8: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2012	21
Tabla 9: Gases de efecto invernadero considerados en el sector Energía	27
Tabla 10: Fuentes de información para el Nivel de Actividad en la quema de combustible en fuentes estacionarias	31
Tabla 11: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad – 2000	32
Tabla 12: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad - 2005.....	32
Tabla 13: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad – 2010	32
Tabla 14: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad - 2012.....	32
Tabla 15: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2000	33
Tabla 16: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2005	33
Tabla 17: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2010	33
Tabla 18: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2012	33
Tabla 19: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2000.....	35
Tabla 20: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2005.....	35
Tabla 21: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2010.....	36
Tabla 22: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2012.....	37
Tabla 23: VCN de los combustibles utilizados en los cálculos del sector Energía	38
Tabla 24: Densidades de los combustibles utilizados en los cálculos del sector Energía	38
Tabla 25: Factores de emisión de los combustibles utilizados en los cálculos del sector Energía	39
Tabla 26: Biocombustibles en el Perú	40
Tabla 27: Nivel de actividad en la categoría de emisiones fugitivas	46
Tabla 28: Producción de petróleo crudo – Perú 2000.....	47
Tabla 29: Producción de petróleo crudo – Perú 2005.....	47
Tabla 30: Producción de petróleo crudo – Perú 2010.....	47
Tabla 31: Producción de petróleo crudo – Perú 2012.....	47
Tabla 32: Producción de gas natural por lote - Perú 2000.....	47
Tabla 33: Producción de gas natural por lote - Perú 2005.....	48
Tabla 34: Producción de gas natural por lote - Perú 2010.....	48
Tabla 35: Producción de gas natural por lote - Perú 2012.....	48
Tabla 36: Extracción de carbón – Perú 2000	48
Tabla 37: Extracción de carbón – Perú 2005	49
Tabla 38: Extracción de carbón – Perú 2010	49
Tabla 39: Extracción de carbón – Perú 2012	49
Tabla 40: Total pozos por tipo – 2000	49
Tabla 41: Total pozos por tipo – 2005.....	49
Tabla 42: Total pozos por tipo – 2010	50
Tabla 43: Total pozos por tipo - 2012.....	50

Tabla 44: Balance del gas natural (expresado en 10^6m^3) – Perú 2000	51
Tabla 45: Balance del gas natural (expresado en 10^6m^3) – Perú 2005	51
Tabla 46: Balance del gas natural (expresado en 10^6m^3) – Perú 2010	52
Tabla 47: Balance del gas natural (expresado en 10^6m^3) – Perú 2012	52
Tabla 48: Factores de emisión para emisiones fugitivas	53
Tabla 49: Información para el INGEI 2000	57
Tabla 50: Nivel de Actividad de Subcategoría de Aviación civil, año 2005	57
Tabla 51: Nivel de actividad original del INGEI2010	57
Tabla 52: Ratio consumo de combustible para vuelos especiales	58
Tabla 53: Consumo de combustible para viajes aéreos especial	58
Tabla 54: Densidades y VCN de los combustibles en aviación civil - 2000.....	58
Tabla 55: VCN de los combustibles en aviación civil.....	59
Tabla 56: Densidades de los combustibles en aviación civil	59
Tabla 57: Factores de emisión de CO_2 para Aviación civil	59
Tabla 58: Factores de emisión de CH_4 y N_2O para Aviación	59
Tabla 59: Consumo de combustible nivel nacional año 2000.....	61
Tabla 60: Nivel de Actividad de la categoría transporte terrestre	62
Tabla 61: combustible vendido en grifos año 2010.....	63
Tabla 62: Vehículos registrados por tipo de combustible año 2011	63
Tabla 63: Participación porcentual en Vehículos registrados por tipo de combustible.....	63
Tabla 64: Vehículos en circulación año 2010.....	64
Tabla 65: Clase de vehículo circulante por tipo de combustible	64
Tabla 66: Combustible vendido en los grifos, distribuido por tipo de vehículo y combustible	64
Tabla 67: GNV vendido, distribuido por tipo de vehículo y combustible (m^3)	65
Tabla 68: Densidades y VCN de los combustibles en transporte terrestre - 2000	65
Tabla 69: VCN de los combustibles en transporte terrestre	65
Tabla 70: Densidades de los combustibles en transporte terrestre	66
Tabla 71: Factores de emisión de CO_2 para transporte terrestre	66
Tabla 72: Factores de emisión de CH_4 y N_2O para transporte terrestre	66
Tabla 73: Factores de emisión de CO_2 , CH_4 y N_2O para gas natural en transporte terrestre.....	67
Tabla 74: Factores de emisión de CO_2 para transporte terrestre – 2010/2012	67
Tabla 75: Factores de emisión de CH_4 y N_2O para transporte terrestre – 2010/2012.....	67
Tabla 76: Biocombustibles en el Perú.....	67
Tabla 77: Información de consumo de combustible en empresas ferroviarias año 2000.....	70
Tabla 78: Nivel de Actividad de la subcategoría transporte ferroviario.....	70
Tabla 79: Actualización de nivel de actividad para el INGEI 2010	71
Tabla 80: Ratio de empresas ferroviarias	71
Tabla 81: Estimación de consumo de combustible en empresas ferroviarias	71
Tabla 82: Densidad y VCN de los combustibles en transporte ferroviario.....	71
Tabla 83: VCN de los combustibles en transporte ferroviario para los INGEI	72
Tabla 84: Densidades de los combustibles en transporte ferroviario para los INGEI	72
Tabla 85: Factores de emisión GEI para transporte ferroviario	72
Tabla 86: variables y constantes para el diésel B5 para transporte ferroviario del INGEI 2012	72
Tabla 87: Información de consumo de combustible en naves fluviales y navales a nivel nacional para el año 2000	74

Tabla 88: Nivel de Actividad de la subcategoría transporte marítimo y fluvial.....	75
Tabla 89: Combustible estimado para el 2010, en el puerto Callao	75
Tabla 90: Combustible estimado para el 2010, en otros puertos	75
Tabla 91: VCN de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2005.....	76
Tabla 92: Densidades de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2005	76
Tabla 93: Factores de emisión GEI para transporte ferroviario para el INGEI 2005	76
Tabla 94: VCN de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2010.....	76
Tabla 95: Densidades de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2010	76
Tabla 96: Factores de emisión GEI para transporte marítimo y fluvial	77
Tabla 97: variables del diésel B5 en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2012	77
Tabla 98: Nivel de Actividad de la subcategoría Otro tipo de transporte	81
Tabla 99: Combustible quemado en equipos para el transporte de oleoductos - 2010	82
Tabla 100: Combustible quemado en otros equipos todo terreno	82
Tabla 101: VCN de los combustibles en otro tipo transporte para el INGEI 2000 y 2005.....	82
Tabla 102: Densidades de los combustibles en otro tipo de transporte para el INGEI 2000 y 2005 ...	83
Tabla 103: Factores de emisión GEI de consumo de combustible utilizado para transporte por gaseoducto	83
Tabla 104: VCN de los combustibles en otro tipo transporte para el INGEI 2005.....	83
Tabla 105: Densidades de los combustibles en otro tipo de transporte para el INGEI 2005	83
Tabla 106: F.E GEI de consumo de combustible utilizado para transporte por gaseoducto INGEI 2010	83
Tabla 107: Factores de emisión GEI de consumo de combustible utilizado para todo terreno INGEI 2010.....	83
Tabla 108: VCN de los combustibles en otro tipo transporte para el INGEI 2012.....	84
Tabla 109: Densidades de los combustibles en otro tipo de transporte para el INGEI 2012	84
Tabla 110: Factores de emisión GEI para transporte todo terreno INGEI 2012.....	84
Tabla 111: Producción de clínker por tipo - 2000	87
Tabla 112: Porcentaje del carbonato en el clínker por tipo - 2000	87
Tabla 113: Producción de clínker por tipo - 2005	87
Tabla 114: Porcentaje del carbonato en el clínker por tipo - 2005	88
Tabla 115: Producción de clínker por tipo - 2010	88
Tabla 116: Porcentaje del carbonato en el clínker por tipo – 2010.....	88
Tabla 117: Producción de clínker por tipo - 2012	88
Tabla 118: Porcentaje del carbonato en el clínker por tipo - 2012	88
Tabla 119: Variables y constantes, Producción de cemento	89
Tabla 120: Producción de cal - 200012.....	91
Tabla 121: Producción de cal - 20052012.....	91
Tabla 122: Producción de cal - 20102012.....	91
Tabla 123: Producción de cal - 20122012.....	91
Tabla 124: Variables y constantes, Producción de cal	91
Tabla 125: Uso de piedra caliza/dolomita – 2000	93
Tabla 126: Uso de piedra caliza/dolomita – 2005	93
Tabla 127: Uso de piedra caliza/dolomita – 2010	93
Tabla 128: Uso de piedra caliza/dolomita – 2012	93
Tabla 129: Porcentaje de la producción de cal destinada a la producción de ladrillos	93

Tabla 130: Variables y constantes, Uso de caliza / dolomita	93
Tabla 131: Producción de carbonato de sodio - 2000	95
Tabla 132: Producción de carbonato de sodio - 2005	95
Tabla 133: Producción de carbonato de sodio - 2010	95
Tabla 134: Producción de carbonato de sodio - 2012	95
Tabla 135: Variables y constantes, Producción de carbonato de sodio	96
Tabla 136: Producción de amoníaco 2012 - 2000	97
Tabla 137: Variables y constantes, Producción de amoníaco	98
Tabla 138: Producción de carburo de calcio 2012 - 2000.....	100
Tabla 139: Variables y constantes, Producción de carburo de calcio	100
Tabla 140: Producción de acero, 2012 - 2000	102
Tabla 141: Producción de hierro fundido, 2012 - 2000	102
Tabla 142: Variables y constantes, Producción de hierro y acero	102
Tabla 143: Producción de aluminio 2012 - 2000.....	104
Tabla 144: Variables y constantes, Producción de aluminio.....	104
Tabla 145: Producción de plomo, 2012 - 2000	106
Tabla 146: Variables y constantes, Producción de plomo	106
Tabla 147: Producción de zinc, 2012 - 2000.....	108
Tabla 148: Variables y constantes, Producción de zinc.....	108
Tabla 149: Fuentes de emisión y GEI generados	108
Tabla 150: Nivel de actividad para la fermentación entérica	111
Tabla 151: Población del ganado – 2000.....	112
Tabla 152: Población del ganado (equinos y cuyes) – 2000	112
Tabla 153: Población anual del ganado según tipo - 2005.....	113
Tabla 154: Población del ganado - 2010.....	113
Tabla 155: Población anual del ganado según tipo - 2012.....	113
Tabla 156: Producción diaria de leche del ganado vacuno - 2000	114
Tabla 157: Producción de leche - 2005.....	114
Tabla 158: Producción de leche - 2012.....	115
Tabla 159: Peso promedio del ganado	115
Tabla 160: Peso promedio del ganado - 2000	116
Tabla 161: Peso promedio estimado para el ganado vacuno.....	116
Tabla 162: Peso promedio del ganado	116
Tabla 163: Variables usadas para determinar factores de emisión de la fermentación entérica	117
Tabla 164: Factores de emisión por fermentación entérica	117
Tabla 165: Factores de emisión utilizados - 2000.....	117
Tabla 166: Factores de emisión utilizados - 2010.....	118
Tabla 167: Nivel de actividad para el manejo de estiércol.....	122
Tabla 168: Población del ganado según región - 2000.....	123
Tabla 169: Población del ganado (equinos y cuyes) según región - 2000	124
Tabla 170: Población del ganado según región -2005.....	125
Tabla 171: Población del ganado según región - 2010.....	127
Tabla 172: Población del ganado según región - 2012.....	127
Tabla 173: Temperatura promedio según región	129
Tabla 174: Departamentos según región climática.....	129

Tabla 175: Factores de emisión utilizados para manejo de estiércol - 2000	130
Tabla 176: Factores de emisión utilizados para manejo de estiércol - 2010	130
Tabla 177: Factores de emisión de metano por manejo de estiércol	131
Tabla 178: Factores de emisión de N ₂ O por sistema de manejo de estiércol	131
Tabla 179: Tasas de excreción de nitrógeno	132
Tabla 180: Porcentaje del nitrógeno en el estiércol producido según tipo de sistema de manejo de estiércol (SME)	132
Tabla 181: Nivel de actividad para cultivos de arroz.....	135
Tabla 182: Hectáreas cosechadas de arroz según región.....	136
Tabla 183: Hectáreas de arroz cosechadas - 2005	136
Tabla 184: Hectáreas de arroz cosechadas - 2012	137
Tabla 185: Participación de los tipos de riego.....	138
Tabla 186: Regímenes del manejo de agua en el Perú - 2005.....	138
Tabla 187: Regímenes del manejo de agua en el Perú - 2012.....	138
Tabla 188: Factores de emisión para los cultivos de arroz.....	139
Tabla 189: Nivel de actividad para suelos agrícolas.....	143
Tabla 190: Consumo de fertilizantes - 2000.....	143
Tabla 191: Importación de principales fertilizantes químicos - 2012	144
Tabla 192: Importación de principales fertilizantes químicos - 2005	144
Tabla 193: Porcentaje de nitrógeno en fertilizantes	144
Tabla 194: Producción de cultivos – 2000	144
Tabla 195: Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno - 2005	145
Tabla 196: Producción de cultivos fijadores del nitrógeno - 2005	145
Tabla 197: Producción de cultivos (adicionados) – 2010.....	146
Tabla 198: Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno - 2012	146
Tabla 199: Producción de cultivos fijadores del nitrógeno - 2012	146
Tabla 200: Factores de emisión usados por suelos agrícolas	147
Tabla 201: Nivel de actividad para la quema de sabanas	150
Tabla 202: Superficie de pastos naturales - 2010.....	150
Tabla 203: Superficies agropecuarias por departamento - 2005	151
Tabla 204: Superficies agropecuarias por departamento - 2012	152
Tabla 205: Densidad de la biomasa de sabana por departamento	152
Tabla 206: Factores de emisión usados por quema de sabanas	153
Tabla 207: Nivel de actividad para la quema de residuos agrícolas.....	155
Tabla 208: Producción de cultivos - 2000	156
Tabla 209: Producción de cultivos en materia seca – 2010.....	157
Tabla 210: Producción anual de cultivos según tipo - 2005.....	157
Tabla 211: Producción anual de cultivos según tipo - 2012.....	158
Tabla 212: Fracción de residuos quemados en campo	158
Tabla 213: Factores de emisión usados por la quema de residuos agrícolas.....	159
Tabla 214: Fracción de nitrógeno y carbono en residuos agrícolas	159
Tabla 215: Tasas de emisión	159
Tabla 216: Subcategorías de USCUS	160
Tabla 217: Subcategorías USCUS según GBP 2003 y correspondencia con IPCC 1996	161
Tabla 218: Depósitos de CO ₂ por categorías de uso de la tierra relevantes para el sector USCUS.....	162

Tabla 219: Homologación de unidades forestales del IPCC con unidades del Mapa de Vegetación 2009.....	166
Tabla 220: Re-categorización de tipos de bosque IPCC en base a unidades de vegetación del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú.....	167
Tabla 221: Superficie de Bosque, No-Bosque y Pérdidas Anuales en los años de inventario.....	171
Tabla 222: Distribución de puntos de muestreo por Ecozona y resultados de su interpretación para todos los años de los inventarios	173
Tabla 223: Número de puntos ajustados	174
Tabla 224: Áreas interpretadas y no contabilizadas como CUS, del total de área de pérdida anual de cada año INGEI	176
Tabla 225: Área estimada de Bosque Secundario en cada año INGEI.....	176
Tabla 226: Conteo de puntos de la tabla "Historia de CUS por parcela para Bosque Secundario" ...	177
Tabla 227: Proporción de Bosque Secundario que se pierde por instalación de cultivos	177
Tabla 228: Áreas de cambio de uso por Ecozona, por año INGEI	177
Tabla 229: Re-categorización de los tipos de suelo en Amazonía por clases IPCC	180
Tabla 230: Consideraciones de cálculo por categorías de uso	182
Tabla 231: Resumen de datos de actividad necesarios para TFTF, válidos para cada año INGEI ...	191
Tabla 232: Resumen superficies de TFTF por tipo de bosque	192
Tabla 233: Superficie de Incendios Forestales por Ecozonas para cada año INGEI	194
Tabla 234: Registro procesado de incendios forestales 2010	194
Tabla 235: Factores de emisión considerados.....	195
Tabla 236: Fuentes de datos para TTF, para cada año INGEI.....	202
Tabla 237: Equivalencia entre Ecozonas y tipos de bosque IPCC para el uso de IMA en Bosques Secundarios.....	204
Tabla 238: Factores de Emisión para el cálculo de incremento de biomasa en TTF	204
Tabla 239: Resumen de datos de actividad necesarios para TATA, válidos para cada año INGEI...	207
Tabla 240: Superficies totales instaladas y perdidas de cultivos perennes	207
Tabla 241: Factores de emisión para calcular variación de carbono en la biomasa aérea en TATA.	207
Tabla 242: Superficies de Pastos Naturales Altoandinos por Departamento	208
Tabla 243: Resumen de datos de actividad necesarios para TFP, válidos para cada Año INGEI.....	211
Tabla 244: Tierra Forestal convertida anualmente en Praderas, por Año INGEI	211
Tabla 245: Área anual de TFP, por Tipo de Suelo, por Año INGEI	212
Tabla 246: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de Biomasa Viva por conversión TFP	212
Tabla 247: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de suelos por conversión TFP .	212
Tabla 248: Factores de emisión para calcular emisiones de otros gases conversión TFP	213
Tabla 249: Resumen de datos de actividad necesarios para TFA, válidos para cada Año INGEI.....	214
Tabla 250: Tierra Forestal convertida anualmente en Asentamientos, por Año INGEI.....	215
Tabla 251: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de Biomasa Viva por conversión TFA.....	215
Tabla 252: Resumen de datos de actividad necesarios para TFOT, válidos para cada Año INGEI ..	216
Tabla 253: Tierra Forestal convertida anualmente en Otras Tierras, por Año INGEI.....	216
Tabla 254: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de Biomasa Viva por conversión TFA	217
Tabla 255: Nivel de actividad para residuos sólidos	220

Tabla 256: Generación per cápita residuos sólidos – 2000, 2005 y 2010	221
Tabla 257: Generación per cápita residuos sólidos - 2012.....	221
Tabla 258: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2000	221
Tabla 259: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2005	222
Tabla 260: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2010	222
Tabla 261: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2012	223
Tabla 262: FCM según lugares de eliminación de residuos sólidos	223
Tabla 263: Nivel de actividad para el tratamiento de efluentes industriales	226
Tabla 264: Producción nacional por tipo de producto - 2000.....	227
Tabla 265: Producción nacional por tipo de producto - 2005.....	227
Tabla 266: Producción nacional por tipo de producto - 2010.....	228
Tabla 267: Producción nacional por tipo de producto - 2012.....	229
Tabla 268: Variables consideradas para efluentes industriales	230
Tabla 269: Factores de emisión usados para efluentes industriales	230
Tabla 270: Otros factores de emisión usados para efluentes industriales	231
Tabla 271: Nivel de actividad para el tratamiento de aguas residuales domésticas	234
Tabla 272: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2000	234
Tabla 273: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2005	235
Tabla 274: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2010	236
Tabla 275: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2012	237
Tabla 276: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	239
Tabla 277: Otros factores de emisión usados para aguas residuales domésticas.....	239
Tabla 278: Nivel de actividad requerido para excretas humanas	240
Tabla 279: Población nacional 2012 - 2000	240
Tabla 280: Variable considerada para excretas humanas	240
Tabla 281: Otros factores de emisión usados para excretas humanas	240
Tabla 282: Incrementos anuales de emisiones en los INGEI (%).....	241
Tabla 283: Incrementos periódicos de emisiones en los INGEI (%).....	241
Tabla 284: Emisiones per cápita	243
Tabla 285: PBI sectoriales por año	243
Tabla 286: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2000	247
Tabla 287: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2005	250
Tabla 288: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2010	253
Tabla 289: Inventario de gases de efecto invernadero – actualización 2012	256
Tabla 290: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2000.....	259
Tabla 291: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2005.....	260
Tabla 292: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2010.....	261
Tabla 293: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2012.....	263
Tabla 294: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2012	265
Tabla 295: Emisiones GEI en la categoría de Transporte año 2010 (Original)	265
Tabla 296: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2010 (Actualizado)	266
Tabla 297: Comparación de las Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2010	266
Tabla 298: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2005	266
Tabla 299: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2000 con las GL 1996	267
Tabla 300: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2000	267

Tabla 301: Comparación de estimaciones de las Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2000	268
Tabla 302: Variación porcentual entre los INGEI's	269
Tabla 303: Emisiones GEI de etanol en los biocombustibles en la categoría transporte para el INGEI 2010.....	271
Tabla 304: Emisiones GEI de etanol en los biocombustibles en la categoría transporte para el INGEI 2012.....	272
Tabla 305: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2000	272
Tabla 306: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2005	273
Tabla 307: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2010	273
Tabla 308: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2012	274
Tabla 309: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2000.....	275
Tabla 310: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2005.....	275
Tabla 311: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2010.....	275
Tabla 312: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2012.....	276
Tabla 313: Emisiones netas por categorías IPCC 1996	277
Tabla 314: Emisiones netas por categorías USCUS de la GBP 2003	277
Tabla 315: Resultados Finales de cada año INGEI por categorías USCUS e IPCC 1996	278
Tabla 316: Áreas de CUS no incluidas en los cálculos de los INGEI	282
Tabla 317: Porcentaje del área de pérdida anual, que ingresan al cálculo de CUS (B. Primario-otros uso final)	282
Tabla 318: Emisiones de TTF por categorías IPCC 1996	282
Tabla 319: Emisiones de TTF por categorías IPCC 1996	284
Tabla 320: Área muestral y total estimada de Bosques Secundarios	285
Tabla 321: Emisiones de TATA neta por categorías IPCC 1996.....	285
Tabla 322: Emisiones netas por conversión TFTA, por categoría IPCC 1996	286
Tabla 323: Superficies bajo cambio de uso de bosque a agricultura, por depósito analizado	287
Tabla 324: Emisiones en TFP por categorías IPCC 1996	287
Tabla 325: Área (ha) de pérdida de biomasa en TFP y su tipo de suelo.....	288
Tabla 326: Superficies bajo cambio de uso de bosque a agricultura, por depósito analizado	289
Tabla 327: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2000.....	289
Tabla 328: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2005.....	290
Tabla 329: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2010.....	290
Tabla 330: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2012.....	291
Tabla 331: Actividades del control de calidad de los inventarios y sus actualizaciones	292
Tabla 332: Personal Acciones de corrección recomendadas del proceso de Garantía de Calidad ...	296
Tabla 333: Personal principal responsable de las actividades de CC en la Categoría Especial de Transporte	297
Tabla 334: Elección del método adecuado de análisis de categorías principales.....	302
Tabla 335: Análisis de sectores principales, por tipo de GEI.....	303
Tabla 336: Identificación de categorías principales – INGEI 2012	304
Tabla 337: Análisis de categorías principales, para CO ₂ – 2000.....	307
Tabla 338: Análisis de categorías principales, para CH ₄ – 2000	308
Tabla 339: Análisis de categorías principales, para N ₂ O – 2000.....	308
Tabla 340: Análisis de categorías principales, para CO ₂ – 2005.....	309

Tabla 341: Análisis de categorías principales, para CH ₄ – 2005	310
Tabla 342: Análisis de categorías principales, para N ₂ O – 2005	310
Tabla 343: Análisis de categorías principales, para CO ₂ – 2010	311
Tabla 344: Análisis de categorías principales, para CH ₄ – 2010	312
Tabla 345: Análisis de categorías principales, para N ₂ O – 2010	312
Tabla 346: Análisis de categorías principales, para CO ₂ – 2012	313
Tabla 347: Análisis de categorías principales, para CH ₄ – 2012	314
Tabla 348: Análisis de categorías principales, para N ₂ O – 2012	314
Tabla 349: Análisis de incertidumbre (elección del método)	317
Tabla 350: Análisis de incertidumbre de principales fuentes en Energía	318
Tabla 351: Análisis de incertidumbre de PIUP	319
Tabla 352: Análisis de incertidumbre de Agricultura	319
Tabla 353: Análisis de incertidumbre de Desechos	319
Tabla 354: Análisis de incertidumbre (nivel 1) para las fuentes principales del sector Energía	329
Tabla 355: Análisis de incertidumbre (nivel 1) para el sector PIUP	336

Índice de gráficas

Gráfica 1: Emisiones de GEI – Perú (con USCUS)	8
Gráfica 2: Emisiones de GEI – Perú (sin USCUS)	8
Gráfica 3: Emisiones de GEI por PBI (sin USCUS)	9
Gráfica 4: Emisiones de GEI en Energía (fuentes fijas) por PBI del sector	9
Gráfica 5: Emisiones de GEI en Energía (transporte) por PBI del sector	10
Gráfica 6: Emisiones de GEI en PIUP por PBI del sector	10
Gráfica 7: Emisiones de GEI en Agricultura por PBI del sector	11
Gráfico 8: Relación de emisiones de GEI y demanda de energía	26
Gráfico 9: Mapa de estratos IPCC para Bosque Tropical en base a Mapa de Cobertura Vegetal 2009 (con áreas deforestadas)	168
Gráfico 10: Ecozonas del Inventario Forestal Nacional	170
Gráfico 11: Distribución de puntos de muestreo originales y adicionados en superficie de no bosque del ámbito Amazónico, por Ecozona	172
Gráfica 12: División imaginaria en cuadrantes del punto de muestreo para el etiquetado de uso del suelo	174
Gráfico 13: Organización del libro de trabajo USCUS, estandarizado para todos los años INGEI ..	181
Gráfica 14: Ordenamiento territorial de los bosques	188
Gráfica 15: Emisiones de GEI – Perú (con USCUS)	242
Gráfica 16: Emisiones de GEI – Perú (sin USCUS)	242
Gráfica 17: Emisiones per cápita, según INGEIs	243
Gráfica 18: Emisiones de GEI por PBI (sin USCUS)	244
Gráfica 19: Emisiones de GEI en Energía (fuentes fijas) por PBI del sector	244
Gráfica 20: Emisiones de GEI en Energía (transporte) por PBI del sector	245
Gráfica 21: Emisiones de GEI en PIUP por PBI del sector	245
Gráfica 22: Emisiones de GEI en Agricultura por PBI del sector	246
Gráfica 23: Emisiones netas por categorías USCUS para cada Año INGEI	278
Gráfica 24: Evolución de las emisiones de GEI en el periodo 2000-2012	280

Gráfica 25: Comparación de las tendencias de emisiones totales, emisiones por cambio de uso, emisiones de TFTF y de pérdida anual de bosque primario.....	281
Gráfica 26: Volúmenes de madera y leña extraídos en los años INGEI.....	283
Gráfica 27: Superficie afectada por incendios forestales en los años INGEI	283
Gráfica 28: Superficie afectada por incendios forestales, por Ecozonas, por años INGEI.....	284
Gráfica 29: Superficies con biomasa en crecimiento por años INGEI	285
Gráfica 30: Superficies con biomasa en crecimiento por años INGEI	286
Gráfica 31: Superficies de pérdida por depósito en TFTA	287
Gráfica 32: Superficie de pérdida en TFP	288

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Ciclo de desarrollo de un inventario de emisiones de GEI	24
Diagrama 2: Diagrama de decisión para fuentes estacionarias en Energía.....	29
Diagrama 3: Árbol de decisión para la extracción de carbón mineral.....	41
Diagrama 4: Árbol de decisión para los sistemas de gas natural	43
Diagrama 5: Árbol de decisión para la producción de petróleo crudo	44
Diagrama 6: Árbol de decisión para estimar las emisiones CO ₂ procedentes de Aviación civil.....	55
Diagrama 7: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ en transporte terrestre.....	60
Diagrama 8: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH ₄ y N ₂ O en transporte terrestre	61
Diagrama 9: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ procedentes del transporte ferroviario.....	69
Diagrama 10: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH ₄ y N ₂ O procedentes del transporte ferroviario.....	69
Diagrama 11: Árbol de decisión para las emisiones de CO ₂ procedentes de la navegación marítima y fluvial.....	73
Diagrama 12: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ en transporte terrestre.....	78
Diagrama 13: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH ₄ y N ₂ O en transporte terrestre	78
Diagrama 14: Diagrama de decisión para fuentes estacionarias en Energía.....	80
Diagrama 15: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO ₂ procedentes de la producción de cemento	86
Diagrama 16: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO ₂ provenientes de la producción de cal	90
Diagrama 17: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ por el uso de piedra caliza/dolomita.....	92
Diagrama 18: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ por la producción de carbonato de sodio	94
Diagrama 19: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ por la producción de amoníaco	96
Diagrama 20: Árbol de decisión para la estimación de emisiones de CO ₂ provenientes de la producción de carburo de calcio	99
Diagrama 21: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO ₂ provenientes de la producción de hierro y acero	101
Diagrama 22: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ provenientes de la producción primaria de aluminio	103
Diagrama 23: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO ₂ provenientes de la producción de plomo.....	105
Diagrama 24: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO ₂ provenientes de la producción de zinc.....	107
Diagrama 25: Árbol de decisión para fermentación entérica	109
Diagrama 26: Árbol de decisión para estimar las emisiones de metano procedentes del manejo de estiércol	119
Diagrama 27: Árbol de decisión para estimar las emisiones de óxido nitroso procedentes del manejo de estiércol	120
Diagrama 28: Árbol de decisión para estimar las emisiones los cultivos de arroz	134
Diagrama 29: Árbol de decisión para estimar emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	140

Diagrama 30: Árbol de decisión para estimar emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	141
Diagrama 31: Árbol de decisión para la quema de sabanas	148
Diagrama 32: Árbol de decisión para la quema de residuos agrícolas.....	154
Diagrama 33: Árbol de decisión aplicable a las emisiones de CH ₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos	219
Diagrama 34: Árbol de decisión para las emisiones de CH ₄ procedentes del tratamiento de aguas residuales industriales	225
Diagrama 35: Árbol de decisión para las emisiones de CH ₄ procedentes del tratamiento de aguas residuales domésticas	232

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria .	30
Ecuación 2: Total de emisiones por Gas de Efecto Invernadero	30
Ecuación 3: Método de promedio global – Minas terrestres	42
Ecuación 4: Estimación de las emisiones Fugitivas procedentes de un segmento de la Industria	45
Ecuación 5: Total de emisiones Fugitivas procedentes de los segmento de la Industria.....	45
Ecuación 6: Para estimar las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para Aviación Civil.....	56
Ecuación 7: Para estimar las emisiones de CO ₂ en Transporte Terrestre.	60
Ecuación 8: Para estimar las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O en el Transporte Ferroviario.	70
Ecuación 9: Para estimar las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O en Transporte marítimo y fluvial.....	74
Ecuación 10: Para estimar las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para combustible quemado en Transporte todo terreno y transporte por gaseoducto.....	79
Ecuación 11: <i>emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria</i>	81
Ecuación 12: Emisiones de CO ₂ provenientes por la Producción de cemento	86
Ecuación 13: Emisiones de CO ₂ provenientes por la producción de cal	90
Ecuación 14: Emisiones de CO ₂ provenientes de Uso de piedra caliza / dolomita	92
Ecuación 15: Emisiones de CO ₂ proveniente por el Uso de carbonato de sodio	95
Ecuación 16: Emisiones de CO ₂ provenientes por la Producción de amoníaco.....	97
Ecuación 17: Emisiones de CO ₂ provenientes por la producción de carburo de calcio	99
Ecuación 18: Emisiones de CO ₂ provenientes por la Producción de hierro y acero.....	102
Ecuación 19: Emisiones de CO ₂ provenientes de la Producción de aluminio	104
Ecuación 20: Emisiones de Co ₂ provenientes de la Producción de plomo.....	106
Ecuación 21: Emisiones de CO ₂ provenientes de la Producción de zinc	107
Ecuación 22: emisiones de metano por fermentación entérica	110
Ecuación 23: <i>Factor de emisión de metano por fermentación entérica</i>	110
Ecuación 24: <i>estimación de la energía bruta</i>	110
Ecuación 25: <i>estimación del consumo de alimento en materia seca</i>	111
Ecuación 26: <i>estimación del factor de emisión para alpacas y llamas</i>	111
Ecuación 27: emisiones de metano por manejo de estiércol.....	121
Ecuación 28: factor de emisión para determinar emisiones de metano por manejo de estiércol.....	121
Ecuación 29: nitrógeno excretado según sistema de manejo de estiércol	121
Ecuación 30: <i>emisiones de óxido nitroso por manejo de estiércol</i>	122
Ecuación 31: emisiones de metano por cultivos de arroz.....	135
Ecuación 32: factor de emisión de metano por cultivos de arroz	135
Ecuación 33: emisiones directas de óxido nitroso procedente de los suelos agrícolas (nivel 1)	142
Ecuación 34: N ₂ O procedente de la deposición atmosférica (nivel 1a)	142
Ecuación 35: Depósito de N por lixiviación de la escorrentía (nivel 1a)	143
Ecuación 36: cantidad de biomasa viva que es quemada	149
Ecuación 37: cantidad de biomasa muerta que es quemada	149
Ecuación 38: carbono total liberado	149
Ecuación 39: emisiones de GEI	149
Ecuación 40: Carbono liberado por la quema de residuos agrícolas	155
Ecuación 41: Nitrógeno liberado por la quema de residuos agrícolas.....	155
Ecuación 42: Emisiones de metano y óxido nitroso por la quema de residuos agrícolas	155
Ecuación 43: Variación anual de las reservas de carbono en biomasa viva en TFTF	189

Ecuación 44: Emisiones de CH ₄ generadas por los residuos sólidos.....	219
Ecuación 45: Potencial de generación de CH ₄	220
Ecuación 46: Carbono orgánico degradable	220
Ecuación 47: componente orgánico del efluente industrial.....	225
Ecuación 48: factor de emisión del tratamiento del efluente industrial	226
Ecuación 49: emisiones de metano procedentes del tratamiento del agua residual industrial	226
Ecuación 50: componente orgánico del agua residual doméstica	232
Ecuación 51: factor de emisión del tratamiento de agua residual doméstica	233
Ecuación 52: factor de emisión del tratamiento de agua residual doméstica (adecuada).....	233
Ecuación 53: emisiones de metano procedentes del tratamiento del agua residual doméstica	233
Ecuación 54: emisiones de N ₂ O procedentes de las excretas humanas.....	239

1. ABREVIATURAS

ANA	Autoridad Nacional del Agua
APN	Autoridad Portuaria Nacional
ARAPER	Asociación de Representantes Automotrices del Perú.
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
BNE	Balance Nacional de Energía
BNEU	Balance Nacional de Energía Útil
BUR	<i>Biennial Update Reports</i> (Informe Bienal de Actualización)
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente
D2	Diésel 2
DB2	Biodiesel 2
DB5	Biodiesel 5
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DEA	Dirección de Estadística Agraria
DERN	Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
DGCF	Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
DGTT	Dirección General de Transporte Terrestre
DGTA	Dirección General de Transporte Acuático
DGEE	Dirección General de Eficiencia Energética
DGE	Dirección General de Electricidad
DGH	Dirección General de Hidrocarburos
DGM	Dirección General de Minería
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
DQO	Demanda Química de Oxígeno
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
FE	Factor de Emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GPC	Generación per cápita
GL1996	Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada de 1996
GL2006	Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNV	Gas Natural Vehicular

INEI	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Intergubernamental del Cambio Climático)
INF	Inventario Nacional Forestal
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MSCF	<i>Millions of standard cubic feet</i> (Millones de pies cúbicos)
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
NAMA	<i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> (Medidas de Mitigación Apropriadas para cada País)
N ₂ O	Óxido Nitroso
OBPGI2000	Orientaciones del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del año 2000
OBP2003	Orientación sobre buenas prácticas del IPCC para Uso de Tierras, Cambio de Uso de suelos y Silvicultura
OEFA	El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OGPP	Oficina General de Planeamiento y Presupuesto
PlanCC	Planificación ante el Cambio Climático
PRODUCE	Ministerio de la Producción
SA	Sistema Aislado
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
SIGERSOL	Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
SUNARP	Superintendencia Nacional de los Registros Públicos
SUNAT	Superintendencia Nacional de Administración Tributaria
TJ	Terajoule
VCN	Valor Calorífico Neto
PBI	Producto Bruto Interno

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Este documento presenta los resultados del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) con año base 2012 y 2005; y la actualización del INGEI 2010 y 2000.

2.2. Objetivos Específicos

- Presentar la metodología de trabajo aplicada para la estimación de emisión/remoción de las categorías comprendidas en los INGEI
- Presentar los resultados de la estimación de emisión/remoción de las categorías comprendidas en los INGEI
- Presentar el plan de Garantía y Control de Calidad aplicado en los INGEI
- Presentar el análisis de categorías principales aplicado en los INGEI
- Presentar las principales conclusiones y recomendaciones resultado de la elaboración de los INGEI.

3. RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de contar con una serie temporal coherente de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) se elaboró el INGEI 2012¹ y 2005² y se actualizaron los INGEI 2010³ y 2000⁴.

Los INGEI elaborados y actualizados consideran cinco sectores, según las metodologías del IPCC: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP), Agricultura, Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelos y Silvicultura (USCUSS) y Desechos. Para todos los INGEI, los sectores Energía y PIUP fueron desarrollados según las Directrices del IPCC de 2006 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GL 2006), los sectores de Agricultura y USCUSS consideraron las GL 1996 y las Orientaciones Guía de Buenas Prácticas (OBP 2003); el sector Desechos consideró las GL 1996.

Las fuentes, clasificadas en sectores y categorías incluidas en los INGEI se describen en la siguiente tabla resumen:

Tabla 1: Descripción de fuentes incluidas en los INGEI

Categoría		Fuente	Descripción
Sector Energía			
Quema de combustibles Incluye el uso de todos los combustibles fósiles para actividades de generación de energía en todos sus tipos (eléctrica, calórica, cinética, etc.) Esta categoría incluye la mayor variedad de subcategorías de fuentes, puesto que incluye el uso de combustibles fósiles en todos los sectores económicos	Industrias de la energía		Incluye las emisiones de GEI por la quema de combustible para actividades como: refinación de petróleo, generación de energía eléctrica y obtención de combustibles sólidos (carbón vegetal, briquetas y otros).
	Industrias de la manufactura y la construcción		Incluye las emisiones de GEI generadas por el uso de combustible en la industria como: actividades de obtención de productos diversos como: cemento, cal, bebidas, alimentos para consumo humano, alimentos para animales, etc.
	Minería		Incluye las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible en el sector económico minero, tanto en la exploración, explotación, refinación y producción de algunos productos a partir de minerales.
	Otras industrias		Incluye las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible en otras industrias manufactureras, diferentes del sector económico minero.
	Transporte		Incluye emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible en los diferentes tipos de transporte: aéreo, terrestre, marítimo y fluvial y ferroviario.
	Aviación Civil	Aviación nacional	Incluye las emisiones por el tráfico civil a nivel nacional de pasajeros y carga que aterriza y llega en el mismo país.
	Transporte Terrestre	Automóviles	Emisiones de automóviles designados como tales en el país que los registra principalmente para el transporte de personas y habitualmente con una capacidad de 12 personas o menos.
		Camiones para servicio ligero	Emisiones de vehículos designados como tales en el país que los registra principalmente para el transporte de cargas ligeras o que están equipados con características especiales tales como tracción en las cuatro ruedas para operación fuera de carreteras. El

¹ Reportado en la Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

² Reportado en la Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

³ Primer Informe Bienal de Actualización del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

⁴ Reportado en la Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Categoría	Fuente		Descripción
			peso bruto del vehículo suele oscilar entre los 3,500 y los 3,900 kg o menos
		Camiones para servicio pesado y autobuses	Emisiones de todos los vehículos designados como tales en el país en que están registrados. Habitualmente, el peso bruto del vehículo oscila entre los 3,500 y los 3,900 kg o más para camiones pesados y los autobuses están calificados para transportar a más de 12 personas
		Motocicletas	Emisiones de todo vehículo motorizado diseñado para viajar con no más de 3 ruedas en contacto con el pavimento y que pese menos de 680 kg.
	Transporte Ferroviario	Ferrocarriles	Emisiones de transporte por ferrocarriles tanto en rutas de tráfico de carga como de pasajeros.
	Transporte Marítimo y fluvial	Navegación marítima y fluvial nacional e internacional	Emisiones de combustibles usados por barcos de todas las banderas que salen y llegan dentro de un mismo país y fuera del país.
	Otro tipo de transporte	Todo terreno	Emisiones de quema de otros transportes, excluyendo el transporte por tuberías.
		Transporte por gaseoductos	Emisiones GEI generadas por la quema de combustibles en las bombas que permiten el transporte del petróleo crudo por tuberías.
	Público		Emisiones de GEI por el consumo de combustible en el sector estatal del país, sea en edificios de gobierno, como en actividades de construcción desarrolladas por el Estado (construcción de carreteras, hospitales, puentes, etc.)
	Residencial y comercial		Emisiones generadas por el consumo de combustible en los hogares y en el sector comercio (hoteles, instalaciones comerciales, etc.)
	Agricultura		Emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible en el sector agricultura, en actividades como siembra, cosecha, riego y actividades agropecuarias.
Pesquería		Emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles en actividades del sector pesquero, tanto en embarcaciones, como en fuentes estacionarias del sector Pesquería.	
Emisiones fugitivas Estas provienen de la fabricación de combustibles	Combustibles sólidos		Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final.
	Petróleo y gas natural		Comprende las emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural. Las fuentes primarias de estas emisiones pueden incluir las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteado, la quema y las emisiones accidentales.
Sector Procesos Industriales y Uso de Productos			
Industria de metales Emisiones de CO ₂ por el uso de materias primas carbonatadas y una variedad de productos minerales industriales	Producción de cemento		Emisiones CO ₂ generadas en la producción de clinker, que es un producto intermedio resultado de la calcinación a altas temperaturas de materiales como carbonato de calcio.
	Producción de cal		Emisiones CO ₂ generadas durante la producción de la cal.
	Producción y uso de piedra caliza y dolomita		Emisiones CO ₂ generadas en la producción y uso de la piedra caliza y dolomita.
	Producción y uso de carbonato de sodio		Emisiones CO ₂ generadas en la producción y uso de carbonato de sodio.

Categoría	Fuente	Descripción
Industria química Emisiones de GEI generadas por la producción de productos químicos orgánicos e inorgánicos.	Producción de amoníaco	Emisiones CO ₂ durante la producción de amoníaco.
	Producción de carburo de calcio	Emisiones CO ₂ durante la producción de carburo de calcio.
Industria de los metales Emisiones de GEI generadas por la producción de metales, como: hierro y acero, ferroaleaciones, aluminio, magnesio, plomo y zinc.	Producción de acero y hierro	Emisiones CO ₂ durante la producción de acero y hierro.
	Producción de aluminio	Emisiones CO ₂ durante la producción de aluminio.
	Producción de plomo	Emisiones CO ₂ durante la producción de plomo.
	Producción de zinc	Emisiones CO ₂ durante la producción de zinc.
Sector Agricultura		
Fermentación entérica		Emisiones de metano procedentes de los herbívoros. Es una consecuencia del proceso digestivo durante el cual los hidratos de carbono se descomponen por la acción de microorganismos, en moléculas simples que se absorben en el torrente sanguíneo.
Manejo de estiércol		Emisiones de metano y óxido nitroso generadas por la descomposición del estiércol en condiciones anaeróbicas.
Cultivos de arroz		Emisiones de metano generadas por la descomposición de la materia orgánica en arrozales anegados.
Quema de sabanas		Emisiones de metano y óxido nitroso generadas por la quema prescrita de sabanas.
Quema de residuos agrícolas		Emisiones de metano y óxido nitroso generadas por la práctica agrícola de quema de residuos agrícolas
Suelos Agrícolas		Emisiones de óxido nitroso procedente de los sistemas agrícolas que incluyen: a) emisiones directas de óxido nitroso procedentes de los suelos agrícolas; b) emisiones directas de óxido nitroso procedentes de los suelos dedicados a la producción animal y c) emisiones indirectas de óxido nitroso del nitrógeno utilizado en la agricultura.
Sector Uso de Suelos, Cambio de Uso de Suelos y Silvicultura		
Tierras Forestales	Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales	Toda la tierra con vegetación boscosa coherente con los umbrales definidos para bosque, y que ha permanecido como tal por lo menos los últimos 20 años. Se analizó las emisiones por pérdida de biomasa viva debido a extracción de madera, leña e incendios.
	Tierras que se convierten en Tierras Forestales	Tierras gestionadas que son convertidas en tierras forestales, en coherencia con la definición de bosque, mediante forestación y reforestación, y métodos de regeneración natural o artificial. Se estimaron las absorciones por crecimiento de la biomasa viva, y las emisiones de pérdida de biomasa por incendios.
Tierras Agrícolas	Tierras Agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas	Incluyen los cultivos anuales y perennes, así como las tierras de barbecho. Se estimaron las emisiones por crecimiento/eliminación de cultivos perennes.
	Tierras convertidas a Tierras Agrícolas	Tierras deforestadas para instalación de cultivos. Incluye las pérdidas de biomasa inicial y pérdidas incendios.
Praderas	Tierras convertidas a Praderas	Tierras deforestadas para instalación de cultivos. Incluye las pérdidas de biomasa inicial y pérdidas por incendios.
Sector Desechos		

Categoría	Fuente	Descripción
Eliminación de desechos sólidos		El metano es producido por la descomposición anaeróbica microbiana de materia orgánica en sitios de eliminación de desechos sólidos.
Tratamiento y eliminación de aguas residuales Se produce el metano por la descomposición anaeróbica bacteriana de materia orgánica en instalaciones de aguas servidas y del procesamiento de alimentos y otras instalaciones industriales durante el tratamiento de las aguas residuales.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Incluye el tratamiento y eliminación de desechos líquidos y lodo de fuentes domésticas y comerciales (incluyendo desechos humanos, mediante: recolección de sistemas de aguas residuales servidas y sistemas de tratamiento, pozos abiertos/ letrinas, lagunas anaeróbicas, reactores anaeróbico y eliminación en aguas superficiales).
	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Incluye el tratamiento y eliminación de desechos líquidos y lodo de procesos industriales tales como: procesamiento de alimentos, textiles o producción de pulpa y papel. Incluye las lagunas anaeróbicas, los reactores anaeróbicos y la eliminación en aguas superficiales.
	Óxido nitroso de excretas humanas	Las excretas humanas son fuente de generación de óxido nitroso, como parte del ciclo de nitrógeno en el ambiente. Una fuente aportante en la generación de N ₂ O es la ingesta de proteínas: parte del nitrógeno es absorbido por el cuerpo y el resto es desechado por la orina y las heces.

Fuentes: Elaboración propia

En el periodo 2000 – 2012, las emisiones de GEI del Perú (incluyendo USCUS) reportaron un incremento anual promedio de: 0.29%; sin considerar USCUS el crecimiento anual promedio fue de 3.05%. Los sectores con mayor crecimiento anual -en el periodo 2000-2012- fueron: PIUP (8.77%), Desechos (4.05%) y Energía (3.96%), este último reportó su mayor crecimiento anual en sus fuentes móviles o Transportes (5.37%), en comparación con sus fuentes fijas (3.18%). Considerando los años base de los INGEI, el mayor incremento anual (sin USCUS) se reportó en el periodo 2005-2010, impulsado –sobre todo- por el incremento en Energía, específicamente en fuentes fijas, debido la continua demanda de energía –especialmente eléctrica – en los sectores económicos del país. Los incrementos anuales por periodos se resumen en la siguiente tabla (Energía se ha dividido en fuentes fijas y móviles):

Tabla 2: Incrementos anuales de emisiones en los INGEI (%)

Sectores INGEI	%Δ ₂₀₀₀₋₂₀₀₅	%Δ ₂₀₀₅₋₂₀₁₀	%Δ ₂₀₁₀₋₂₀₁₂	%Δ ₂₀₀₀₋₂₀₁₂
Energía (fuentes fijas)	-0.34%	8.79%	1.09%	3.18%
Energía (fuentes móviles)	4.14%	7.63%	4.33%	5.37%
PIUP	7.26%	8.56%	10.50%	8.77%
Agricultura	0.95%	0.98%	0.50%	0.81%
USCUS	2.58%	-5.14%	-1.76%	-1.44%
Desechos	1.73%	4.69%	5.72%	4.05%
Total (con USCUS)	2.16%	-1.57%	0.28%	0.29%
Total (sin USCUS)	1.42%	5.19%	2.55%	3.05%

Fuentes: Elaboración propia

El periodo 2005-2010 reportó los mayores incrementos, tanto nacionales (sin USCUS), como para los sectores de PIUP, Energía y Desechos (incremento en el periodo de 42.81%, 41.66% y 23.45%, respectivamente). En el sector Energía, el mayor incremento del periodo se reportó para las fuentes fijas (43.93%), en comparación con sus fuentes móviles o Transporte (38.17%). Los incrementos por periodos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Incrementos periódicos de emisiones en los INGEI (%)

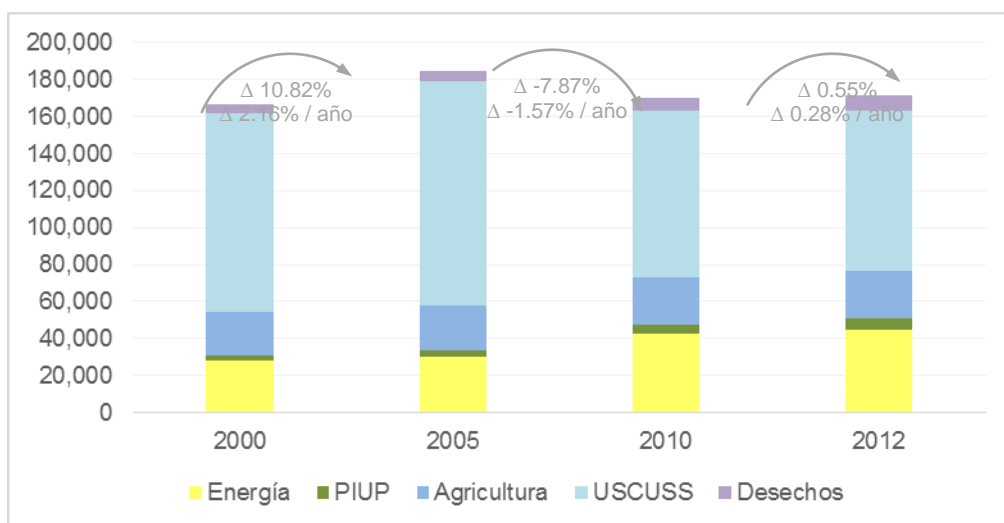
Sectores INGEI	%Δ ₂₀₀₀₋₂₀₀₅	%Δ ₂₀₀₅₋₂₀₁₀	%Δ ₂₀₁₀₋₂₀₁₂	%Δ ₂₀₀₀₋₂₀₁₂
Energía (fuentes fijas)	-1.69%	43.93%	2.18%	-1.69%
Energía (fuentes móviles)	20.71%	38.17%	8.66%	20.71%
PIUP	36.29%	42.81%	20.99%	36.29%
Agricultura	4.74%	4.91%	1.01%	4.74%

USCUSS	12.90%	-25.72%	-3.52%	12.90%
Desechos	8.65%	23.45%	11.44%	8.65%
Total (con USCUSS)	10.82%	-7.87%	0.55%	10.82%
Total (sin USCUSS)	7.09%	25.96%	5.11%	7.09%

Fuentes: Elaboración propia

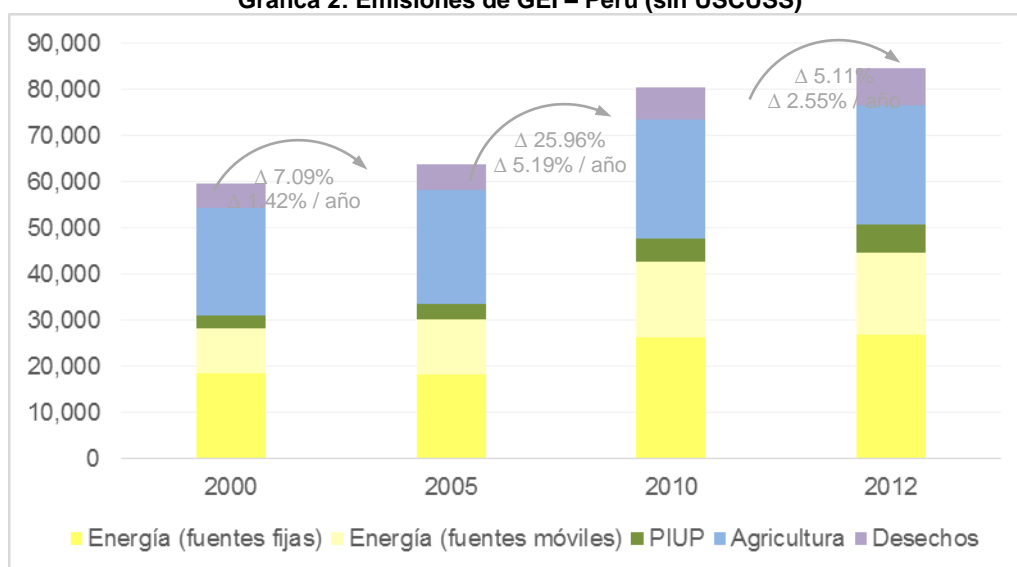
Aunque las emisiones de USCUSS no se relacionan directamente con el incremento del PBI o la población, los resultados de los INGEI sugieren incrementos en el periodo. Es importante resaltar que el periodo ha sido bastante influido por el ingreso del gas natural –como combustible de consumo masivo-, el auge de la construcción (mayor uso de cemento, hierro y acero), el incremento del parque automotor, entre otros. Las emisiones de GEI y sus incrementos, se presentan en los siguientes gráficos:

Gráfica 1: Emisiones de GEI – Perú (con USCUSS)



Fuente: resumen de tablas 5 - 8

Gráfica 2: Emisiones de GEI – Perú (sin USCUSS)



Fuente: resumen de tablas 5 - 8

Considerando la población total del Perú⁽⁵⁾, según los reportes oficiales del INEI, las emisiones per cápita reportan incrementos en los años de los INGEI, tal como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4: Emisiones per cápita

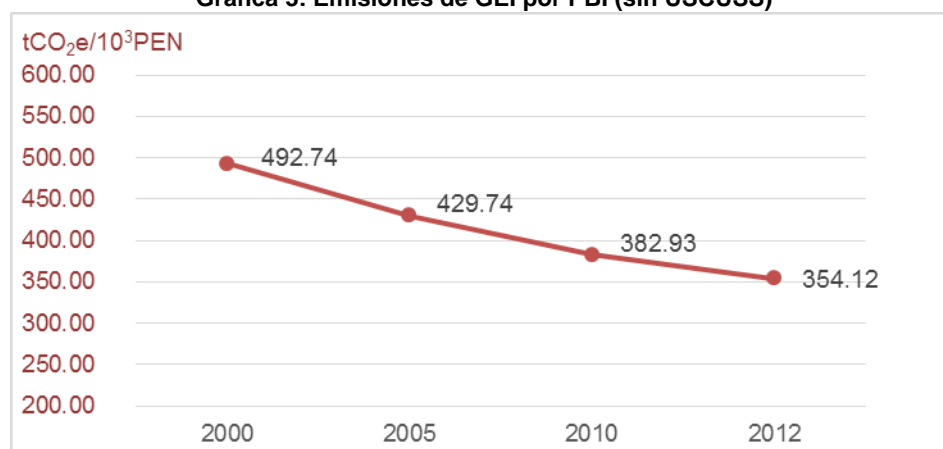
⁵ Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/#>

Indicador	Per cápita 2000 [tCO ₂ e/persona]	Per cápita 2005 [tCO ₂ e/persona]	Per cápita 2010 [tCO ₂ e/persona]	Per cápita 2012 [tCO ₂ e/persona]
Población Perú	25,983,588	27,810,540	29,461,933	30,135,875
Emisiones (GgCO ₂ e)	166,857.64	184,910.61	170,365.81	171,309.57
Per cápita con USCUS	6.42	6.65	5.78	5.68
Per cápita sin USCUS	2.30	2.30	2.73	2.81

Fuentes: Elaboración propia

Además, se comparó las emisiones de GEI reportadas (sin USCUS), con sus respectivos PBI a nivel sectorial (reportes financieros oficiales del INEI⁽⁶⁾). Así, se consideró el indicador de toneladas de dióxido de carbono equivalente por cada mil nuevos soles del PBI sectorial (tCO₂e/10³PEN). El indicador general (emisiones totales y PBI nacional) sugiere que las emisiones se incrementarían en menor medida que el PBI nacional, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

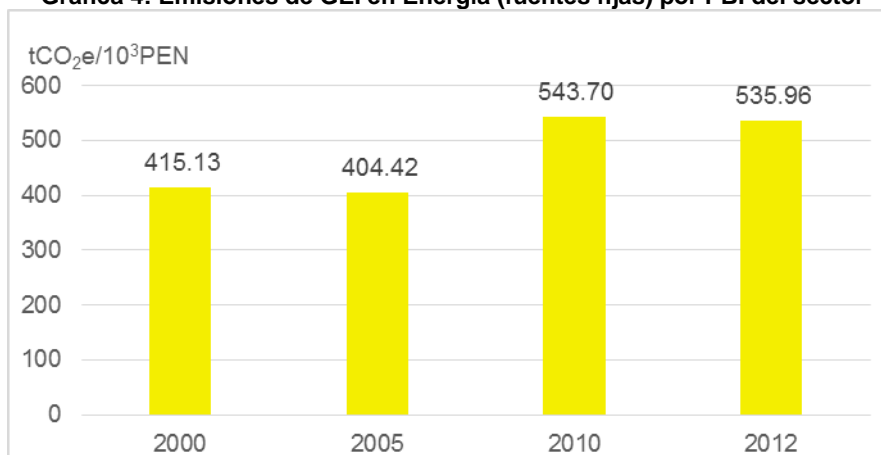
Gráfica 3: Emisiones de GEI por PBI (sin USCUS)



Fuentes: Elaboración propia

Este indicador se reportó de manera diferente en los diferentes sectores, tal como se muestra en las siguientes gráficas:

Gráfica 4: Emisiones de GEI en Energía (fuentes fijas) por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

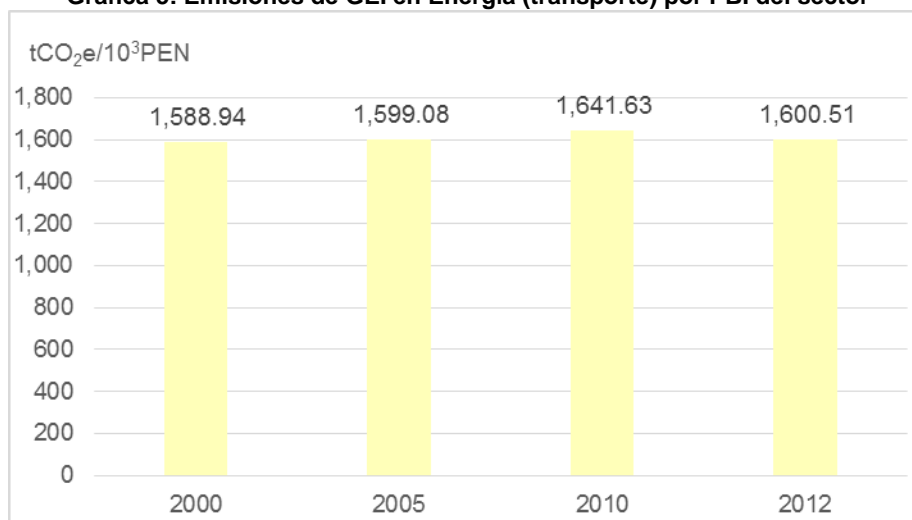
De la gráfica anterior, si bien hay algunos años que reportan una leve desaceleración (2005 y 2012) en las emisiones de GEI de Energía (fuentes fijas), respecto al crecimiento del PBI sectorial (partida de Electricidad, gas y agua), la tendencia general es el mayor crecimiento de las emisiones de GEI. Esta

⁶

Cuenta 17 de las Estadísticas de PBI:
http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1135/parte02.htm

leve desaceleración sería generada por el ingreso del gas natural como fuente para la generación de electricidad en ciclo combinado.

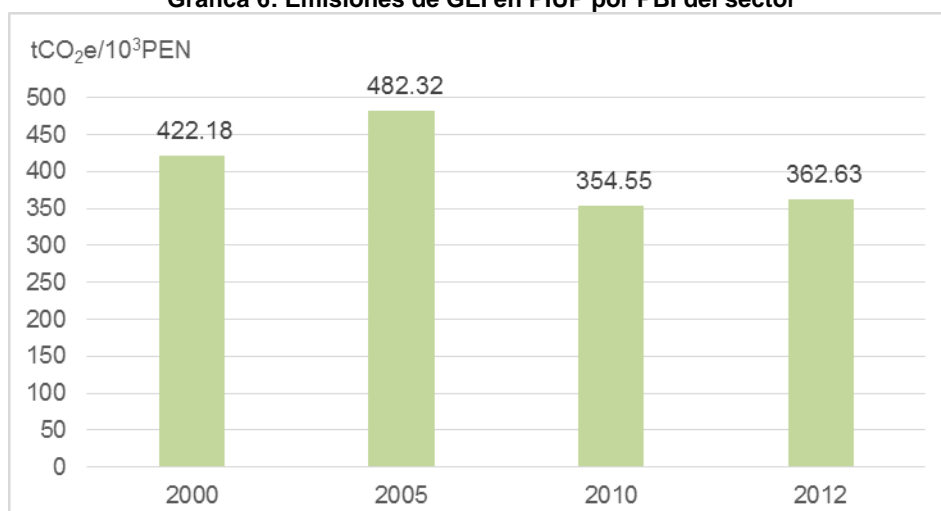
Gráfica 5: Emisiones de GEI en Energía (transporte) por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

De la gráfica anterior, las emisiones de GEI de Transporte (Energía – fuentes móviles) crecen en la misma medida del PBI sectorial (partidas de transporte terrestre, acuático y aviación), salvo en el año 2012 que se reportó una leve desaceleración en el incremento de las emisiones de GEI, respecto a su PBI sectorial. La tendencia general es a seguir la aceleración en las emisiones del sector transporte, no obstante el ingreso del gas natural y los biocombustibles.

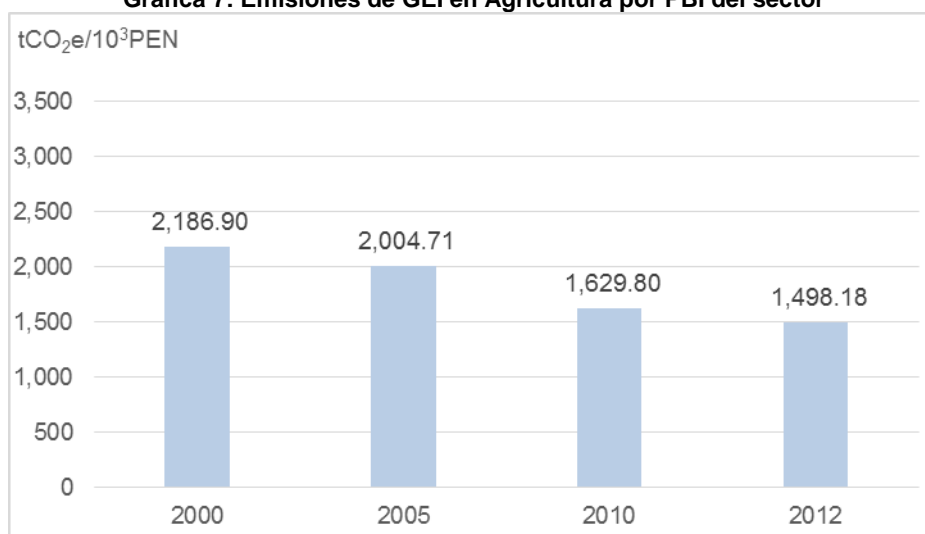
Gráfica 6: Emisiones de GEI en PIUP por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

En la gráfica anterior, se reportó una leve desaceleración de las emisiones de GEI de Procesos Industriales del año 2010, respecto a su PBI sectorial (partidas de Manufactura y Construcción). Esta leve desaceleración podría deberse al incremento de los precios del hierro y el acero en el periodo 2010-2011. Sin embargo, las emisiones de GEI en Procesos Industriales, tiende a acelerarse, respecto de su PBI.

Gráfica 7: Emisiones de GEI en Agricultura por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

En la gráfica anterior, se reportó una continua desaceleración de las emisiones de GEI de Agricultura, respecto a su PBI sectorial (partidas Agricultura, ganadería y silvicultura). Esta desaceleración podría explicarse por el crecimiento de productos que no incrementan las emisiones de GEI, como el plátano, palma aceitera, uva, naranja y café.

Las emisiones de GEI, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 5: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000						128,680.36	1,187,886.18	42,682.79	166,857.64
1					Energía	23,889.78	204,635.95	613.14	28,377.21
	1A				Quema de combustibles	23,837.19	3,256.24	613.13	24,095.64
		1A1			Industrias de energía	2,558.59	195.34	34.10	2,573.26
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	2,024.02	60.57	15.97	2,030.24
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	1,767.41	50.09	13.88	1,772.76
				1A1aii ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	256.61	10.47	2.09	257.48
			1A1b		Refinerías de petróleo	1.17	0.05	0.01	1.17
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	533.40	134.72	18.12	541.85
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	6,799.63	371.94	65.68	6,827.81
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	2,537.87	137.56	24.63	2,548.39
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	4,261.77	234.38	41.05	4,279.41
		1A3			Transporte	9,655.12	2,073.96	479.37	9,847.28
			1A3a		Aviación	426.12	2.98	11.92	429.88
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3aii	Aviación nacional	426.12	2.98	11.92	429.88
			1A3b		Terrestre	9,021.73	2,052.98	453.39	9,205.39
			1A3c		Ferrovionario	24.23	1.36	9.35	27.16
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	170.77	16.15	4.61	172.54
			1A3e		Otro tipo de transporte	12.26	0.50	0.10	12.31
		1A4			Otros sectores	4,823.85	615.01	33.97	4,847.29
			1A4a		Público ^{*5}	733.16	103.14	6.18	737.24
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	2,831.54	347.26	17.53	2,844.26
			1A4c		Agricultura ^{*7}	197.81	20.88	1.64	198.76
			1A4d		Pesquería ^{*8}	1,061.34	143.74	8.62	1,067.03
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	52.59	201,379.71	0.01	4,281.57
		1B1			Combustibles sólidos	0.61	222.22	0.00	5.27
		1B2			Petróleo y gas natural	51.99	201,157.49	0.00	4,276.29

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
2					Procesos Industriales y uso de productos	2,574.88	-	-	2,574.88
	2A				Productos minerales	1,921.92	-	-	1,921.92
		2A1			Producción de cemento	1,711.13	-	-	1,711.13
		2A2			Producción de cal	107.79	-	-	107.79
		2A4			Otros usos de carbonatos	103.01	-	-	103.01
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	93.82	-	-	93.82
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	9.18	-	-	9.18
	2B				Industria química	4.46	-	-	4.46
		2B1			Producción de amoníaco	0.97	-	-	0.97
		2B2			Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
		2B3			Producción de ácido adípico	-	-	-	-
		2B4			Producción de carburo de calcio	3.49	-	-	3.49
	2C				Producción de metal	648.50	-	-	648.50
		2C1			Producción de hierro y acero	506.35	-	-	506.35
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
		2C3			Producción de aluminio	1.45	-	-	1.45
		2C5			Producción de Plomo	140.70	-	-	140.70
		2C6			Producción de Zinc	-	-	-	-
4					Agricultura	-	556,214.06	38,010.38	23,463.71
	4A				Fermentación entérica		478,563.20	-	10,049.83
	4B				Manejo del estiércol		12,988.07	2,418.05	1,022.34
	4C				Cultivos de arroz		39,446.48	-	828.38
	4D				Suelos agrícolas		-	35,223.78	10,919.37
	4E				Quema de sabanas (pastos)		20,175.43	249.67	501.08
	4F				Quema de residuos agrícolas		5,040.89	118.88	142.71
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	102,215.70	201,405.58	2,461.62	107,208.32
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	25,909.62	-	-	25,909.62
		5A1*			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	29,184.51	-	-	29,184.51
		5A2*			Incremento de biomasa	- 2,980.50	-	-	- 2,980.50
		5A3*			Cultivos Perennes	- 294.39	-	-	- 294.39
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	100,346.14	-	-	100,346.14
		5B1*			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	98,784.69	-	-	98,784.69
		5B2*			Tierra Forestal a Praderas	1,463.03	-	-	1,463.03

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		5B3*			Tierra Forestal a Asentamientos	15.34	-	-	15.34
		5B4*			Tierra Forestal a otros	83.09	-	-	83.09
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 24,273.07	-	-	- 24,273.07
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	233.00	-	-	233.00
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	201,405.58	2,461.62	4,992.62
6					Desechos	-	225,630.58	1,597.65	5,233.51
	6A				Disposición de residuos sólidos		194,661.42		4,087.89
		6A1			Residuos sólidos		194,661.42		4,087.89
	6B				Tratamiento de aguas residuales		30,969.16	1,597.65	1,145.62
		6B1			Efluentes industriales		10,187.70		213.94
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		20,781.46	1,597.65	931.68
			6B2a		Aguas residuales domésticas		20,781.46		436.41
			6Bb		Excretas humanas		-	1,597.65	495.27

Tabla 6: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2005

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2005						145,556.23	1,220,605.72	44,263.44	184,910.61
1					Energía	26,212.30	175,729.04	649.59	30,103.98
	1A				Quema de combustibles	26,035.44	3,219.71	649.58	26,304.42
		1A1			Industrias de energía	3,425.02	194.74	25.63	3,437.05
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	2,823.98	59.58	7.60	2,827.59
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	2,718.93	55.30	6.74	2,722.18
				1A1a ⁱⁱ *2	Generación de electricidad en el SA	105.05	4.28	0.86	105.41
			1A1b		Refinerías de petróleo	137.00	2.58	0.28	137.14
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	464.04	132.58	17.75	472.32
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,607.36	424.77	71.92	7,638.57
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	1,951.86	99.22	17.78	1,959.46
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	5,655.50	325.55	54.13	5,679.11
		1A3			Transporte	11,675.39	2,209.11	532.81	11,886.95
			1A3a		Aviación	309.11	2.16	8.65	311.84
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3a ⁱⁱ	Aviación nacional	309.11	2.16	8.65	311.84
			1A3b		Terrestre	9,668.78	2,053.81	471.01	9,857.92
			1A3c		Ferrovionario	25.47	1.43	9.83	28.54
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,662.21	151.30	43.23	1,678.79
			1A3e		Otro tipo de transporte	9.83	0.41	0.09	9.87
		1A4			Otros sectores	3,327.67	391.10	19.23	3,341.84
			1A4a		Público ^{*5}	621.78	87.76	5.26	625.25
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	1,642.82	165.88	5.49	1,648.00
			1A4c		Agricultura ^{*7}	105.24	9.23	0.87	105.71
			1A4d		Pesquería ^{*8}	957.84	128.23	7.61	962.89
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	176.86	172,509.33	0.00	3,799.56
		1B1			Combustibles sólidos	2.15	786.51		18.67
		1B2			Petróleo y gas natural	174.71	171,722.82	0.00	3,780.89
2					Procesos Industriales y uso de productos	3,509.18	-	-	3,509.18

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
2A					Productos minerales	2,642.27			2,642.27
					Producción de cemento	2,365.48			2,365.48
					Producción de cal	101.31			101.31
					Otros usos de carbonatos	175.48			175.48
					Cerámicas (ladrillos)	159.87			159.87
					Otros usos de ceniza de sosa	15.61			15.61
2B					Industria química	4.77			4.77
					Producción de amoníaco	1.04			1.04
					Producción de ácido nítrico	-			-
					Producción de ácido adípico	-			-
					Producción de carburo de calcio	3.73			3.73
2C					Producción de metal	862.13			862.13
					Producción de hierro y acero	692.19			692.19
					Producción de ferroaleaciones	-			-
					Producción de aluminio	3.88			3.88
					Producción de Plomo	166.07			166.07
					Producción de Zinc	-			-
4					Agricultura	-	589,576.61	39,340.03	24,576.52
					Fermentación entérica		499,838.45	-	10,496.61
					Manejo del estiércol		13,906.79	2,642.20	1,111.13
					Cultivos de arroz		50,461.50	-	1,059.69
					Suelos agrícolas		-	36,287.30	11,249.06
					Quema de sabanas (pastos)		17,476.61	216.27	434.05
					Quema de residuos agrícolas		7,893.26	194.25	225.98
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	115,834.75	209,768.80	2,563.84	121,034.69
					Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	51,919.78	-	-	51,919.78
					Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	54,502.58	-	-	54,502.58
					Incremento de biomasa	- 2,498.87	-	-	- 2,498.87
					Cultivos Perennes	- 83.93	-	-	- 83.93
					Conversión de Bosques y Praderas	75,911.12	-	-	75,911.12
					Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	74,401.20	-	-	74,401.20
					Tierra Forestal a Praderas	1,276.65	-	-	1,276.65
					Tierra Forestal a Asentamientos	24.56	-	-	24.56

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		5B4*			Tierra Forestal a otros	208.71	-	-	208.71
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 12,342.55	-	-	- 12,342.55
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	346.40	-	-	346.40
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	209,768.80	2,563.84	5,199.94
6					Desechos	-	245,531.27	1,709.98	5,686.25
	6A				Disposición de residuos sólidos		201,427.93		4,229.99
		6A1			Residuos sólidos		201,427.93		4,229.99
	6B				Tratamiento de aguas residuales		44,103.34	1,709.98	1,456.26
		6B1			Efluentes industriales		12,718.34		267.09
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		31,385.00	1,709.98	1,189.18
			6B2a		Aguas residuales domésticas		31,385.00		659.09
			6Bb		Excretas humanas			1,709.98	530.09

Tabla 7: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2010

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2010							1,251,737.11	46,706.29	170,365.81
1					Energía	38,786.83	170,801.60	871.98	42,643.98
	1A				Quema de combustibles	38,222.75	5,327.32	871.98	38,604.94
		1A1			Industrias de energía	11,248.17	328.75	58.99	11,273.36
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	7,980.22	156.94	34.41	7,994.18
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	7,669.44	144.35	31.89	7,682.36
				1A1aii ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	310.78	12.59	2.52	311.83
			1A1b		Refinerías de petróleo	2,130.08	50.06	7.16	2,133.35
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	1,137.87	121.75	17.42	1,145.83
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,520.12	386.37	61.73	7,547.37
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	5,835.25	309.40	48.01	5,856.63
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	1,684.87	76.97	13.72	1,690.74
		1A3			Transporte	16,106.29	4,266.51	737.00	16,424.36
			1A3a		Aviación	677.08	4.74	18.94	683.05
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3aii	Aviación nacional	677.08	4.74	18.94	683.05
			1A3b		Terrestre	13,650.85	4,101.39	659.61	13,941.46
			1A3c		Ferrovionario	34.19	1.91	13.20	38.32
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,735.30	158.10	45.17	1,752.62
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.88	0.37	0.08	8.92
		1A4			Otros sectores	3,348.17	345.70	14.26	3,359.85
			1A4a		Público ^{*5}	711.75	100.44	6.01	715.72
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	2,058.47	167.43	3.64	2,063.11
			1A4c		Agricultura ^{*7}	101.64	14.10	0.85	102.20
			1A4d		Pesquería ^{*8}	476.31	63.73	3.76	478.81
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	564.08	165,474.28	0.01	4,039.04
		1B1			Combustibles sólidos	4.42	1,616.73	-	38.37
		1B2			Petróleo y gas natural	559.66	163,857.55	0.01	4,000.67

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
2					Procesos Industriales y uso de productos	5,011.56	-	-	5,011.56
	2A				Productos minerales	3,790.53	-	-	3,790.53
		2A1			Producción de cemento	3,266.70	-	-	3,266.70
		2A2			Producción de cal	243.87	-	-	243.87
		2A4			Otros usos de carbonatos	279.95	-	-	279.95
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	249.55	-	-	249.55
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	30.41	-	-	30.41
	2B				Industria química	8.37	-	-	8.37
		2B1			Producción de amoníaco	1.89	-	-	1.89
		2B2			Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
		2B3			Producción de ácido adípico	-	-	-	-
		2B4			Producción de carburo de calcio	6.48	-	-	6.48
	2C				Producción de metal	1,212.66	-	-	1,212.66
		2C1			Producción de hierro y acero	1,071.47	-	-	1,071.47
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
		2C3			Producción de aluminio	4.96	-	-	4.96
		2C5			Producción de Plomo	136.23	-	-	136.23
		2C6			Producción de Zinc	-	-	-	-
4					Agricultura	-	607,799.31	41,998.71	25,783.39
	4A				Fermentación entérica		516,020.12	-	10,836.42
	4B				Manejo del estiércol		14,570.43	3,221.03	1,304.50
	4C				Cultivos de arroz		54,723.24	-	1,149.19
	4D				Suelos agrícolas		-	38,408.54	11,906.65
	4E				Quema de sabanas (pastos)		14,512.29	179.59	360.43
	4F				Quema de residuos agrícolas		7,973.22	189.56	226.20
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	85,801.98	165,605.55	2,024.07	89,907.16
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	13,169.82	-	-	13,169.82
		5A1*			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	17,110.56	-	-	17,110.56
		5A2*			Incremento de biomasa	- 3,456.59	-	-	- 3,456.59
		5A3*			Cultivos Perennes	- 484.16	-	-	- 484.16
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	83,238.36	-	-	83,238.36
		5B1*			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	73,311.48	-	-	73,311.48
		5B2*			Tierra Forestal a Praderas	7,497.72	-	-	7,497.72

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		5B3*			Tierra Forestal a Asentamientos	171.53	-	-	171.53
		5B4*			Tierra Forestal a otros	2,257.62	-	-	2,257.62
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 10,948.06	-	-	- 10,948.06
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	341.88	-	-	341.88
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	165,605.55	2,024.07	4,105.18
6					Desechos	-	307,530.66	1,811.52	7,019.72
	6A				Disposición de residuos sólidos		252,248.16		5,297.21
		6A1			Residuos sólidos		252,248.16		5,297.21
	6B				Tratamiento de aguas residuales		55,282.50	1,811.52	1,722.50
		6B1			Efluentes industriales		14,686.97		308.43
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		40,595.53	1,811.52	1,414.08
			6B2a		Aguas residuales domésticas		40,595.53		852.51
			6Bb		Excretas humanas			1,811.52	561.57

Tabla 8: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012						130,871.39	1,219,776.58	47,815.69	171,309.57
1					Energía	42,147.17	105,118.45	913.45	44,637.83
	1A				Quema de combustibles	40,856.88	6,573.72	913.44	41,278.10
		1A1			Industrias de energía	11,857.00	358.15	52.59	11,880.83
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	8,653.26	159.49	25.95	8,664.66
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	8,468.02	151.93	24.44	8,478.79
				1A1aii ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	185.24	7.56	1.51	185.87
			1A1b		Refinerías de petróleo	1,913.13	34.35	3.48	1,914.93
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	1,290.61	164.30	23.16	1,301.24
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,781.05	418.76	61.39	7,808.88
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	6,175.91	316.76	47.76	6,197.37
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	1,605.15	102.01	13.63	1,611.51
		1A3			Transporte	17,490.61	5,392.90	784.12	17,846.94
			1A3a		Aviación	724.87	5.07	20.28	731.26
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3aii	Aviación nacional	724.87	5.07	20.28	731.26
			1A3b		Terrestre	14,934.66	5,222.28	706.95	15,263.48
			1A3c		Ferrovionario	26.00	1.46	10.03	29.14
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,796.61	163.74	46.78	1,814.55
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.48	0.35	0.08	8.51
		1A4			Otros sectores	3,728.22	403.91	15.35	3,741.46
			1A4a		Público ^{*5}	814.99	114.61	6.85	819.52
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	2,363.89	194.39	4.06	2,369.23
			1A4c		Agricultura ^{*7}	126.00	38.30	1.09	127.14
			1A4d		Pesquería ^{*8}	423.34	56.61	3.34	425.57
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	1,290.29	98,544.73	0.01	3,359.73
		1B1			Combustibles sólidos	8.29	3,034.20	0.00	72.01
		1B2			Petróleo y gas natural	1,282.00	95,510.54	0.01	3,287.72
2					Procesos Industriales y uso de productos	6,063.54	-	-	6,063.54

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
2A	Productos minerales					4,518.20	-	-	4,518.20
		2A1			Producción de cemento	3,812.90		-	3,812.90
		2A2			Producción de cal	325.38	-	-	325.38
		2A4			Otros usos de carbonatos	379.93			379.93
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	352.98	-	-	352.98
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	26.95	-	-	26.95
	Industria química					10.97	-	-	10.97
2B		2B1			Producción de amoníaco	2.39	-	-	2.39
		2B2			Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
		2B3			Producción de ácido adípico	-	-	-	-
		2B4			Producción de carburo de calcio	8.58	-	-	8.58
2C	Producción de metal					1,534.37	-	-	1,534.37
		2C1			Producción de hierro y acero	1,390.04	-	-	1,390.04
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
		2C3			Producción de aluminio	4.27	-	-	4.27
		2C5			Producción de Plomo	131.64	-	-	131.64
		2C6			Producción de Zinc	8.42	-	-	8.42
4	Agricultura					-	604,867.00	43,037.01	26,043.68
		4A			Fermentación entérica		511,197.28	-	10,735.14
		4B			Manejo del estiércol		14,106.69	3,298.14	1,318.66
		4C			Cultivos de arroz		55,774.87	-	1,171.27
		4D			Suelos agrícolas		-	39,340.54	12,195.57
		4E			Quema de sabanas (pastos)		14,724.69	182.22	365.71
		4F			Quema de residuos agrícolas		9,063.47	216.12	257.33
5	Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura					82,660.68	164,640.59	2,012.27	86,741.94
		5A			Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	14,777.02	-	-	14,777.02
			5A1*		Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	18,700.49	-	-	18,700.49
			5A2*		Incremento de biomasa	- 3,185.80			- 3,185.80
			5A3*		Cultivos Perennes	- 737.68			- 737.68
		5B			Conversión de Bosques y Praderas	79,771.81			79,771.81
			5B1*		Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	70,939.21			70,939.21
			5B2*		Tierra Forestal a Praderas	7,000.96	-	-	7,000.96
			5B3*		Tierra Forestal a Asentamientos	583.42	-	-	583.42

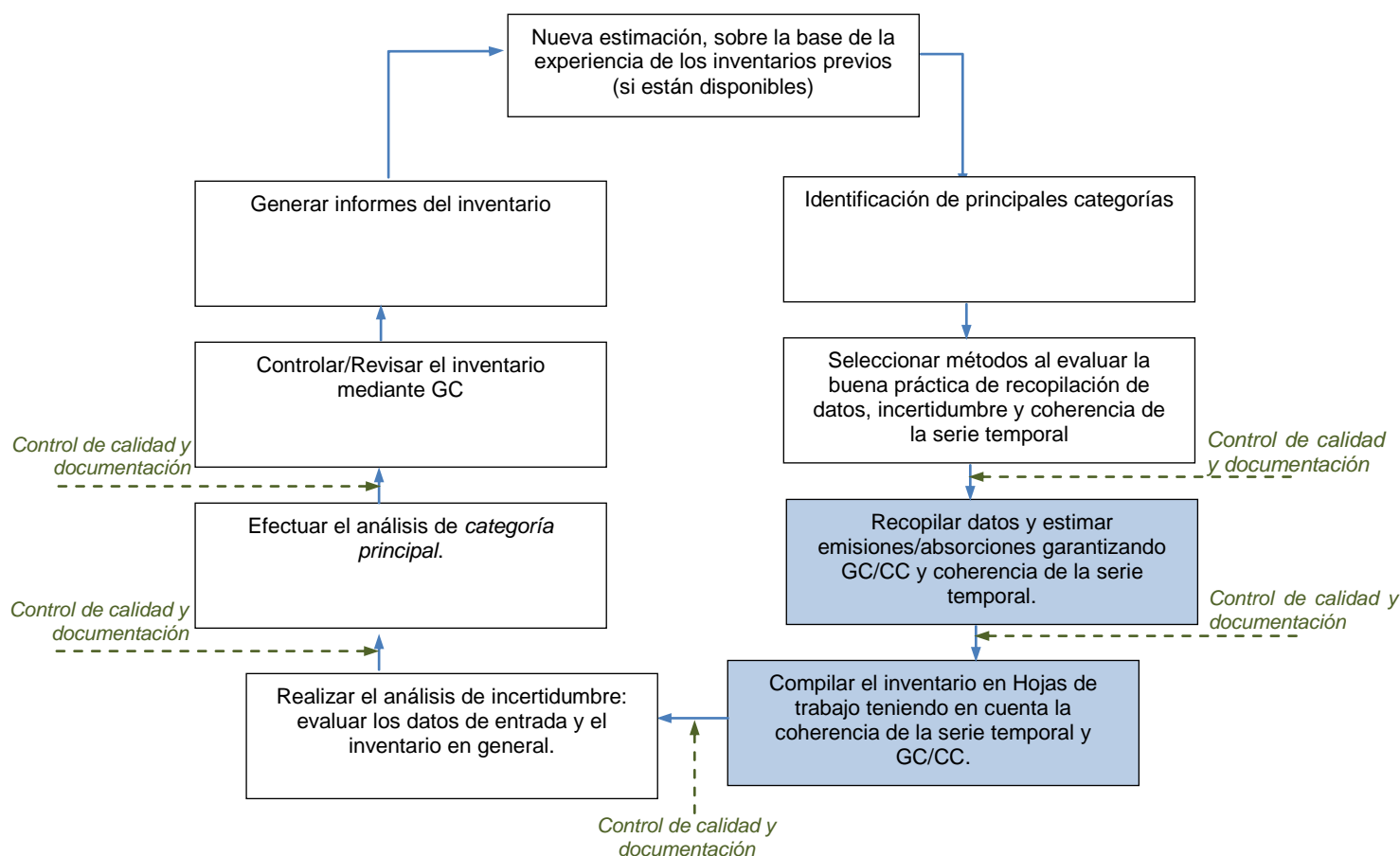
Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		5B4*			Tierra Forestal a otros	1,248.22	-	-	1,248.22
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 12,300.58	-	-	- 12,300.58
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	412.44	-	-	412.44
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	164,640.59	2,012.27	4,081.26
6					Desechos	-	345,150.54	1,852.96	7,822.58
	6A				Disposición de residuos sólidos	-	285,964.38	-	6,005.25
		6A1			Residuos sólidos		285,964.38	-	6,005.25
	6B				Tratamiento de aguas residuales		59,186.16	1,852.96	1,817.33
		6B1			Efluentes industriales		15,959.88	-	335.16
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	43,226.28	1,852.96	1,482.17
			6B2a		Aguas residuales domésticas		43,226.28	-	907.75
			6Bb		Excretas humanas		-	1,852.96	574.42

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012 se considera el uso de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GL2006), para los sectores de Energía y Procesos Industriales; las GL1996 para los sectores de Agricultura y Desechos; y las GL 1996 y OBP 2000 para el sector de USCUS.

Las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GL2006), recomiendan los siguientes etapas en el desarrollo de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI), adecuándolo a las circunstancias de cada país. En la siguiente gráfica se presenta el ciclo de desarrollo del INGEI, según lo recomendado por el IPCC.

Diagrama 1: Ciclo de desarrollo de un inventario de emisiones de GEI



Fuente: Adaptado de GL 2006 (capítulo 1)

En los siguientes párrafos, la descripción de la metodología de trabajo se enfoca en: descripción general del cómo se emiten los GEI en los sectores, Elección del nivel de cálculo (presenta los niveles de cálculo y la justificación la elección del método aplicado), descripción del nivel de actividad, y los valores y variables considerados en el cálculo. Se sigue este enfoque para cada uno de los sectores de los INGEI.

4.1. Energía (fuentes estacionarias)

Las categorías, subcategorías y fuentes incluidas en el sector Energía (fuentes estacionarias), se listan en la siguiente tabla (ver descripción completa en el Anexo 02):

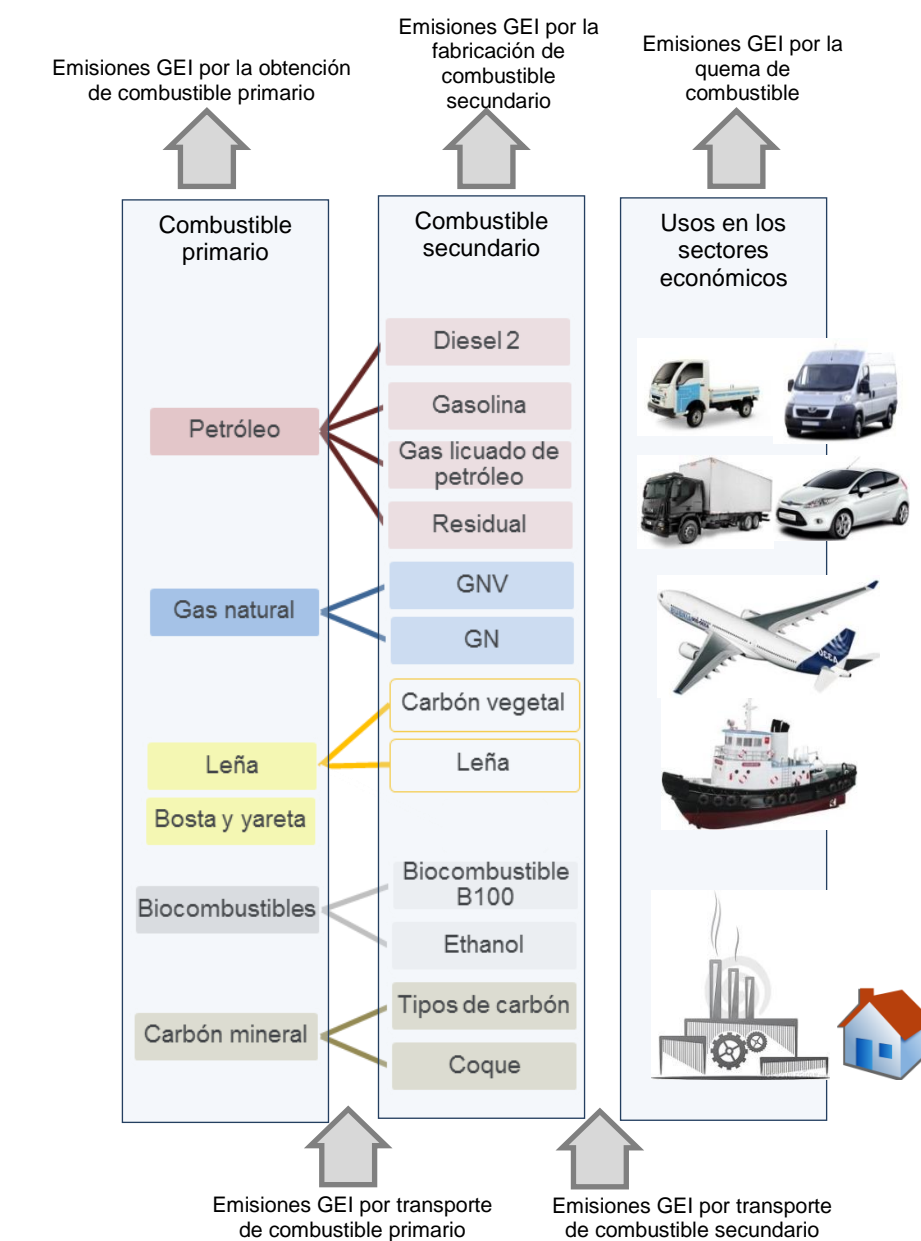
Codificación					Nombre	Categorización INGEI
1					Energía	Sector
	1A				Quema de combustibles	Categoría
		1A1			Industrias de energía	Subcategoría
			1A1a		Producción de electricidad y calor como actividad principal	Fuente
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	Subfuente
				1A1aⁱⁱ ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	Subfuente
			1A1b		Refinación de petróleo	Fuente
			1A1c		Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Fuente
				1A1ci	Manufactura de combustibles sólidos	Subfuente
				1A1cⁱⁱ	Otras industrias de la energía	Subfuente
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	Subcategoría
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	Fuente
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	Fuente
		1A3			Transporte ^{*5}	Categoría especial
		1A4			Otros sectores	Subcategoría
			1A4a		Público ^{*6}	Fuente
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*7}	Fuente
			1A4c		Agricultura ^{*8}	Fuente
			1A4d		Pesquería ^{*9}	Fuente
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	Categoría
		1B1			Combustibles sólidos	Sub categoría
			1B1a		Minería carbonífera y manejo de carbón	Fuente
				1B1ai	Minas subterráneas	Sub fuente
				1B1aⁱⁱ	Minas de superficie ^{*10}	Sub fuente
		1B2			Petróleo y gas natural ^{*11}	Sub categoría
			1B2a		Petróleo	Fuente
				1B2ai	Venteo	Sub fuente
				1B2aⁱⁱ	Quema de antorchas	Sub fuente
				1B2aⁱⁱⁱ	Todos los demás	Sub fuente
			1B2b		Gas natural	Fuente
				1B2bi	Venteo	Sub fuente
				1B2bⁱⁱ	Quema de antorchas	Sub fuente
				1B2bⁱⁱⁱ	Todos los demás	Sub fuente

Fuente: Elaboración propia

- ^{*1} Esta clasificación no es original de las GL2006. Se ha incluido por la importancia del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en la generación eléctrica del Perú
- ^{*2} Esta clasificación no es original de las GL2006. Se ha incluido por la importancia del Sistema Aislado (SEIN) en la generación eléctrica del Perú
- ^{*3} Se considera que "Minería y cantería", con los códigos CIU 13 y 14 (Extracción de minerales metalíferos y Explotación de otras minas y canteras), es la misma actividad reportada por el sector minero peruano del Perú
- ^{*4} Se considera el consumo de combustibles de todas las otras industrias, a excepción del sector minero peruano.
- ^{*5} La categoría GL2006 dice: "Comercial / institucional", sin embargo, para el INGEI 2005 -debido a la información del nivel de actividad en Perú (BNE)- se considera esta categoría como: "Público" (Institucional)
- ^{*6} Si bien es una categoría del sector Energía, dada la complejidad, "Transportes" es trabajado en otro Libro de trabajo.
- ^{*7} La categoría GL2006 dice: "Residencial", sin embargo, para el INGEI 2005 -debido a la información del nivel de actividad en Perú (BNE)- se considera esta categoría como: "Residencial / Comercial"
- ^{*8} La categoría GL2006 dice para 1A4c: "Agricultura/Silvicultura/Pesquería/Piscifactorías"; sin embargo -debido a la

	importancia del sector en el Perú- se ha considerado sólo como Agricultura, que en las estadísticas nacionales figura como "Agropecuaria y agroindustrial"
*9	Esta categoría no figura en las GL2006, fue creada, considerando la importancia del sector Pesquería para el Perú. Considerando la clasificación de las GL2006, esta categoría pertenecería a 1A4c, junto con "Agricultura"
*8 y *9	La categoría GL2006 dice para 1A4c: "Agricultura/Silvicultura/Pesquería/Piscifactorías" (divisiones 01, 02 y 05 del CIIU); las categorías del INGEI 2005: 1A4c y 1A4d solo incluyen "Agricultura" y "Pesquería". No se tiene estadísticas de "Silvicultura" y "Piscicultura", por lo que no se incluyen en el INGEI 2005
*10 y *11	En el Perú no se tiene información sobre la cantidad de carbón extraída por minería subterránea y minería superficial. Las estadísticas nacionales reportan el carbón extraído por tipo: antracita y bituminoso, que son los más comercializados en el Perú. De acuerdo a los comentarios de los especialistas sectoriales, la mayor parte del carbón mineral, tanto antracita, como bituminoso provienen de minería subterránea.

Gráfico 8: Relación de emisiones de GEI y demanda de energía



Las emisiones para el sector energía se agrupan en dos categorías:

- **Quema de combustibles:** es el uso de todos los combustibles fósiles para actividades de generación de energía en todos sus tipos (eléctrica, calórica, cinética, etc.) Esta categoría incluye la mayor variedad de subcategorías de fuentes, puesto que incluye el uso de combustibles fósiles en todos los sectores económicos:
 - ✓ **Industrias de la energía:** quema de combustible para actividades como: refinación de petróleo, energía eléctrica, y obtención de combustibles sólidos (carbón vegetal, briquetas y otros).
 - ✓ **Industrias de la manufactura y la construcción:** incluye las emisiones de GEI generadas por el uso de combustible en la industria, es decir actividades de obtención de productos diversos como: cemento, cal, bebidas, alimentos para consumo humano, alimentos para animales, etc.
 - ✓ **Público:** emisiones de GEI por el consumo de combustible en el sector estatal del país, sea en edificios de gobierno, como en actividades de construcción desarrolladas por el Estado (construcción de carreteras, hospitales, puentes, etc.)
 - ✓ **Residencial y comercial:** emisiones generadas por el consumo de combustible en los hogares y en el sector comercio (hoteles, instalaciones comerciales, etc.)
 - ✓ **Agricultura:** emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible en el sector agricultura, en actividades como siembra, cosecha, riego y actividades agropecuarias.
 - ✓ **Pesquería:** emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles en actividades *del sector pesquero, tanto en embarcaciones, como en fuentes fijas del sector Pesquería.*
 - ✓ **Minería:** agrupa las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible en el sector minero, tanto en la exploración, explotación, refinación y producción de algunos productos a partir de minerales.
 - ✓ **Otras Industrias de la Energía:** Emisiones de la quema que emanan del uso de energía de las industrias energéticas en sus propios sitios, no mencionadas anteriormente o para las que no hay datos disponibles por separado. Incluye las emisiones procedentes del uso de la energía propia para la producción de carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de planta de algodón y carbonización de biocombustibles, como así también combustible usado para minería de carbón, extracción de petróleo y gas y el procesamiento y la refinación del gas natural.
- **Emisiones fugitivas:** provenientes de la fabricación de combustibles: son las emisiones de GEI generadas por la obtención de combustibles primarios y la fabricación de combustibles secundarios. En esta categoría se identifican las sub categorías: petróleo, gas natural y carbón mineral.

En el sector energía se contabilizan tres gases de efecto invernadero:

Tabla 9: **Gases de efecto invernadero considerados en el sector Energía**

Gases de Efecto Invernadero	Descripción para el sector Energía	PCA (Potencial de Calentamiento Atmosférico)
Dióxido de carbono (CO₂)	Gas natural liberado como producto de la combustión de combustibles fósiles.	1
Metano (CH₄)	Gas emitido en la minería de carbón, y en menor proporción al CO ₂ en la quema de combustibles.	21
Óxido nitroso (N₂O)	Gas emitido en la minería de carbón, y en menor proporción al CO ₂ y al CH ₄ en la quema de combustibles.	310

Fuente: Segundo Reporte del IPCC

Nota: en la elección del nivel de cálculo de algunas fuentes se pregunta, en el árbol de decisión, si la fuente es una "categoría principal". Una categoría principal es aquella que en la serie de tiempo (análisis de resultados de varios años de INGEI) se reporta con mayores emisiones en el año. Las categorías principales son establecidas como resultado de este análisis de serie de tiempo.

4.1.1. Quema de combustibles

Esta categoría considera todas las fuentes en las subcategorías (para fuentes fijas):

- 1A1: *Industrias de energía*
- 1A2: *Industrias manufactureras y de la construcción*
- 1A4: *Otros sectores*
 - *Público*
 - *Residencial / Comercial*
 - *Agricultura*
 - *Pesquería*

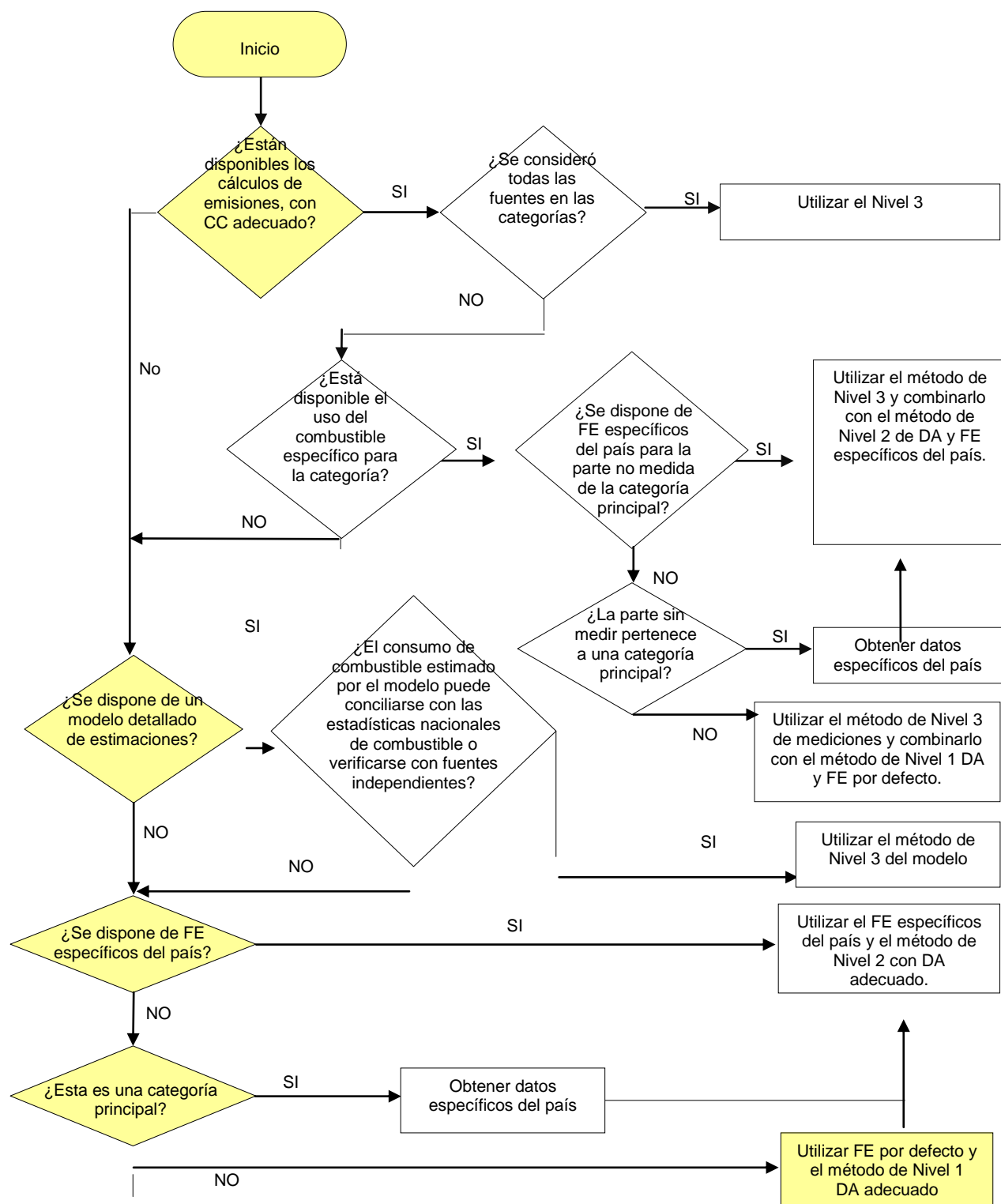
4.1.1.1. Elección del nivel de cálculo

En esta categoría, las GL2006 recomiendan tres niveles de cálculo, cuyas características se describen en el siguiente listado:

- Nivel 1: quema del combustible procedente de las estadísticas nacionales de energía y de los factores por defecto de emisión
- Nivel 2: quema del combustible procedente de las estadísticas nacionales de energía, junto con los factores de emisión específicos del país, en lo posible, derivados de las características nacionales del combustible.
- Nivel 3: estadísticas del combustible y datos relativos a las tecnologías de combustión aplicados juntamente con los factores de emisión específicos de la tecnología; incluye el uso de modelos y datos de las emisiones del nivel de las instalaciones, si están disponibles.

El nivel de cálculo se selecciona de acuerdo al siguiente diagrama de decisión:

Diagrama 2: Diagrama de decisión para fuentes estacionarias en Energía



Legenda
 CC: Control de calidad
 DA: Datos del nivel de actividad
 FE: factores de emisión

Nota: una categoría principal es la fuente que reporta mayores emisiones de GEI en un INGEI.

De acuerdo al árbol de decisión, el método adecuado es el Nivel 1. Este método de cálculo fue usado para los INGEI 2005 y 2012, y para las actualizaciones 2010 y 2000. Se requiere para cada una de las fuentes (generación de energía eléctrica, obtención de combustibles, industria, residencial, comercial, Pesquería, etc.) ⁽⁷⁾:

- Cantidad de combustible quemado en cada una de las fuentes incluidas.
- Factor de emisión por defecto, para cada uno de los GEI incluidos en el sector: CO₂, CH₄ y N₂O

Las ecuaciones aplicadas par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, son los siguientes:

Ecuación 1: emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria

$$Emisiones_{GEI, combustible} = Consumo_{combustible} \cdot Factor\ de\ emisión_{GEI, combustible}$$

GL2006 –volumen 2: Energía, pág. 2.11

Dónde:

- Emisiones_{GEI, combustible} = emisiones de un gas de efecto invernadero por tipo de combustible (kg GEI)
- Consumo combustible_{combustible} = cantidad de combustible quemado (TJ)
- Factor de emisión_{GEI, combustible} = factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg_{GEI}/TJ)

Para calcular el total de emisiones por gas de la categoría de fuente, se suman las emisiones calculadas en la ecuación 1 para todos los combustibles:

Ecuación 2: Total de emisiones por Gas de Efecto Invernadero

$$Emisiones_{GEI} = \sum_{combustible} Emisiones_{GEI, combustible}$$

GL2006 –volumen 2: Energía, pág. 2.12

4.1.1.2. Niveles de actividad

Las cantidades de dióxido carbono se calculan a partir de los datos de consumo del combustible y el contenido de carbono de los combustibles, tomando en cuenta la fracción de carbono sin oxidar. Las cantidades de gases de efecto invernadero no CO₂ (CH₄ y N₂O), formados durante la combustión, dependen de la tecnología de combustión utilizada y por ello se necesitaría de estadísticas detalladas sobre la tecnología de quema de combustible para estimar con rigurosidad las emisiones de los gases de efecto invernadero no CO₂; sin embargo, ante la falta de información, el Nivel 1 de cálculo recomienda usar valores por defecto.

La cantidad y los tipos de combustible quemados se obtienen a partir de una de las fuentes de información o de una combinación de ellas, como se mencionan a continuación:

- Organismos de estadísticas nacionales de energía (estos organismos pueden recopilar datos sobre la cantidad y los tipos de combustibles quemado por cada empresa que consume combustible).
- Informes provistos por las empresas a los organismos de estadísticas nacionales de energía (estos informes tienden a ser producidos por los operadores o propietarios de grandes plantas de combustión).
- Informes provistos por las empresas a los organismos regulatorios (por ejemplo, los informes creados para demostrar de qué forma las empresas respetan las normas de control de las emisiones).

⁽⁷⁾ Es preciso señalar, que la emisión correspondiente al sector transporte, serán analizadas en el siguiente capítulo dada a la relevancia en las emisiones generadas por dicho sector.


- Sondeos periódicos, efectuados por los organismos de estadísticas, de los tipos y las cantidades de combustibles consumidos por una muestra de empresas.
- Proveedores de combustibles (que puedan registrar las cantidades de combustibles entregadas a sus clientes y también la identidad de los clientes, en general como código de la actividad económica.


Los datos de la actividad usados en el método de nivel 1 para la quema de combustible en el sector de la Energía (fuentes estacionarias) se derivan de las estadísticas del MINEM, para los respectivos años (2000, 2005, 2010 y 2012), tal como se describe en la siguiente tabla.


Tabla 10: Fuentes de información para el Nivel de Actividad en la quema de combustible en fuentes estacionarias

Codificación					Nombre	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de la información
1					Energía			
	1A				Quema de combustibles			
		1A1			Industrias de energía			
			1A1a		Producción de electricidad y calor como actividad principal			
				1A1ai	Generación de electricidad en el SEIN	Consumo de combustible por tipo	▪ Anuario Estadístico de Electricidad: 2000, 2005, 2010 y 2012 (MINEM)	
				1A1aii	Generación de electricidad en el SA		Anuario Estadístico de Electricidad: 2000, 2005, 2010 y 2012 (MINEM) ⁽¹⁾	
			1A1b		Refinación de petróleo			
			1A1c		Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas			
				1A1ci	Manufactura de combustibles sólidos	Consumo de combustible por tipo	▪ Balance Nacional de Energía (BNE): 2005, 2010 y 2012 ⁽²⁾	
				1A1cii	Otras industrias de la energía		▪ Anuario Estadístico de Electricidad: 2000, 2005, 2010 y 2012 (MINEM) ⁽³⁾	
		1A2			Industrias de manufactura y construcción			
			1A2a		Minería y cantería	Consumo de combustible por tipo	▪ Balance Nacional de Energía (BNE) – 2012 ⁽⁴⁾	
			1A2b		Otras industrias de manufactura y construcción			
		1A3			Transporte			
		1A4			Otros sectores			
			1A4a		Público	Consumo de combustible por tipo	▪ Balance Nacional de Energía (BNE) – 2012 ⁽⁴⁾	
			1A4b		Residencial / Comercial			
			1A4c		Agricultura			
			1A4d		Pesquería			

Leyenda de Calidad de la información:

 No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.

 Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.

 La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien.

Se considera **RELEVANTE**, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Fuente: Elaboración propia

⁽¹⁾ Se contabiliza el consumo de combustible en las refinerías, para la generación de energía eléctrica. No se cuenta con información de consumos en fuentes móviles.

⁽²⁾ Se contabiliza el consumo de leña para la fabricación de carbón vegetal. El BNE 2005 incluye datos del año 2000.

⁽³⁾ Se contabiliza el consumo de combustible en empresas productoras de otros combustibles como: GNL, biocombustibles, etc. Sin embargo, solo se considera el combustible destinado a la generación de energía eléctrica, no se cuenta con información de consumos en fuentes móviles.

⁽⁴⁾ El BNE 2012 incluye datos desde el año 1990.

Como se mencionó en el párrafo anterior, es necesario el consumo de combustible (quemado), por cada una de las siguientes categorías de combustibles (se detalla la información por cada año de los INGEI):

- Industrias de la energía: La información incluye la cantidad de combustible –quemada- para actividades como: refinación de petróleo, energía eléctrica, y obtención de combustibles sólidos (carbón vegetal, briquetas y otros).

Los consumos por fuentes se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 11: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad – 2000

Tipo de combustible		Sistema Interconectado Centro Norte (SICN)	Sistema Interconectado Centro Norte (SIS)	Sistemas Aislados (SA)	Unidad
Código	Nombre				
D2	Diésel 2	3,731,887.00	4,089,491.00	6,018,410.00	gal
GN	Gas natural	244,947,779.00			m3
RQ	Residual 500	1,093,033.00	75,177,064.00	17,513,190.00	gal
R6	Residual 6				gal
BZ	Bagazo				t
CA	Carbón				t

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico de Electricidad (MINEM 2000)

Tabla 12: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad - 2005

Tipo de combustible		Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)	Sistemas Aislados (SA)	Unidad
Código	Nombre			
D2	Diésel 2	5,483,600.49	5,141,161.40	gal
GN	Gas natural	1,221,036,718.00		m3
RQ	Residual 500	10,368,767.00		gal
R6	Residual 6	11,418,446.27	4,714,910.74	gal
BZ	Bagazo			t
CA	Carbón			t

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico de Electricidad (MINEM 2005) (página 185, tablas 6.1 y 7.1)

Tabla 13: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad – 2010

Tipo de combustible		Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)	Sistemas Aislados (SA)	Unidad
Código	Nombre			
D2	Diésel 2	17,587,739.80	30,425,457	gal
GN	Gas natural	3,005,771,607.38		m3
RQ	Residual 500	44,936,630.10		gal
R6	Residual 6			gal
BZ	Bagazo			t
CA	Carbón			t

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico de Electricidad (MINEM 2010)

Tabla 14: Consumo de combustible por tipo – empresas generadoras de electricidad - 2012

Tipo de combustible		SEIN	SA	Unidad
Código	Nombre			
DB5	Biodiésel 5	22,923,615.97	4,572,678.00	gal
GN	Gas natural	3,855,676,355.27	-	m ³
RQ	Residual 500	7,067,070.91	-	gal
R6	Residual 6	1,356,356.00	12,720,231.00	gal
BZ	Bagazo	686,349.09	-	t
CA	Carbón	221,461.24	-	t
OT	Otros (vapor de agua y otros combustibles no fósiles)	6,625,340.89	-	-
OT1		270,818.66	-	-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Eléctrico (MINEM 2012) (página 258, tablas 6.1 y 7.1)

Tabla 15: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2000

Codificación INGEI	Nombre de combustible →	Biodiésel 5	Gas natural	Residual 6
	Código de combustible →	D2	GN	R6
	Unidades →	Galones (gal)	Metros cúbicos (m³)	Galones (gal)
	Descripción de actividad ↓			
1A1b	Refinerías	4,464.00		-
1A1cii	Gas natural (PLNG)			-
	Aguaytia Energy del Perú S.R.L.			-
	Biocombustible	106,638.00	2,480.00	-
	Pluspetrol Perú Corporation S.A.	6,260,516.00	14,774,441.00	-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico de Electricidad (MINEM 2005)

Tabla 16: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2005

Codificación INGEI	Nombre de combustible →	Biodiésel 5	Gas natural	Residual 6
	Código de combustible →	D2	GN	R6
	Unidades →	Galones (gal)	Metros cúbicos (m³)	Galones (gal)
	Descripción de actividad ↓			
1A1b	Refinerías	591,465.00	66,000,000.00	-
1A1cii	Gas natural (PLNG)	-		-
	Aguaytia Energy del Perú S.R.L.	1,363,823.00		-
	Biocombustible	117,621.00		-
	Pluspetrol Perú Corporation S.A.	1,116,253.23		-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico de Electricidad (MINEM 2005) (página 186, tablas 6.1.2)

Tabla 17: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2010

Codificación INGEI	Nombre de combustible →	Biodiésel 5	Gas natural	Residual 6
	Código de combustible →	D2	GN	R6
	Unidades →	Galones (gal)	Metros cúbicos (m³)	Galones (gal)
	Descripción de actividad ↓			
1A1b	Refinerías	24,483,606	782,000,000	
1A1cii	Gas natural (PLNG)		51,444,223.0	
	Aguaytia Energy del Perú S.R.L.		1,447,526.0	
	Biocombustible	406,511		
	Pluspetrol Perú Corporation S.A.			25,258,754

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Estadístico de Electricidad (MINEM 2010)

Tabla 18: Consumo de combustible por tipo - generación de electricidad para consumo propio 2012

Codificación INGEI	Nombre de combustible →	Biodiésel 5	Gas natural	Residual 6
	Código de combustible →	D2	GN	R6
	Unidades →	Galones (gal)	Metros cúbicos (m³)	Galones (gal)
	Descripción de actividad ↓			
1A1b	Refinerías	1,128,572.68	959,000,000.00	-
1A1cii	Gas natural (PLNG)	-	93,317,852.00	-
	Aguaytia Energy del Perú S.R.L.	178,808.00	-	-
	Biocombustible	107,823.10	-	-
	Pluspetrol Perú Corporation S.A.	22,752,595.00	16,419,409.00	24,487,574.70
	Otras petroleras	119,534.00	58,181,657.51	-

Fuente: Elaboración propia, a partir del Anuario Eléctrico (MINEM 2012) (página 258, tablas 6.1)

Leyenda de color:

	Refinerías
	Empresas procesadoras de gas natural
	Biocombustibles
	Empresas petroleras

- ✓ Industrias de la manufactura y la construcción: incluye la cantidad de combustible en la industria, es decir actividades de obtención de productos diversos como: cemento, cal, bebidas, alimentos para consumo humano, alimentos para animales, etc. La información del nivel de actividad para todos los años (2000, 2005, 2010 y 2012) corresponde al sector Industrial en el BNE 2012.
- ✓ Público: la información debe contener la cantidad de consumo de combustible en el sector estatal del país, sea en edificios de gobierno, como en actividades de construcción desarrolladas por el Estado (construcción de carreteras, hospitales, puentes, etc.). La información del nivel de actividad para todos los años (2000, 2005, 2010 y 2012) corresponde a los consumos de combustible en el sector Público del BNE 2012.
- ✓ Residencial y comercial: La información debe contener la cantidad de consumo de combustible en los hogares y en el sector comercio (hoteles, instalaciones comerciales, etc.). La información del nivel de actividad para todos los años (2000, 2005, 2010 y 2012) corresponde al consumo de combustibles en el sector Residencial / Comercial del BNE 2012.
- ✓ Agricultura: La información debe contener la cantidad de consumo de combustible en el sector agricultura, en actividades como siembra, cosecha, riego y actividades agropecuarias. La información del nivel de actividad para todos los años (2000, 2005, 2010 y 2012) corresponde al consumo de combustible del sector Agropecuario y Agroindustrial, en el BNE 2012.
- ✓ Pesquería: La información debe contener el consumo de combustibles en actividades del sector pesquero, tanto en embarcaciones, como en fuentes fijas del sector Pesquería. La información del nivel de actividad para todos los años (2000, 2005, 2010 y 2012) de actividad corresponde al sector Pesquero en el BNE 2012.
- ✓ Minería: la información debe contener la cantidad de consumo de combustible en el sector minero, tanto en la exploración, explotación, refinación y producción de algunos productos a partir de minerales. La información corresponde al sector Minería y metalurgia para todos los años (2000, 2005, 2010 y 2012), tomado del BNE 2012.

Los consumos de combustible, en cada uno de los sectores económicos del país, se resumen en la siguiente tabla (en TJ)

Tabla 19: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2000

Equivalencia INGEI 2000:		Residencial/ Comercial (1A4b) ^{*1}	Público (1A4a) ^{*2}	Agricultura (1A4c) ^{*3}	Pesquería (1A4d) ^{*4}	Minería (1A2a) ^{*5}	Industrias manufactureras y de la construcción (1A2b) ^{*6}
Denominación en el BNE:	Tipo de combustible	Residencial/ Comercial	Público	Agropecuaria - agroindustrial	Pesquería	Minero- metalúrgico	Industria
	Bagazo			6,138.0			31.0
	Carbón mineral	-		11.0	317.0	4,672.0	10,948.0
	Leña	66,307.0		101.0	-		172.0
	Bosta/Yareta	10,692.0			-		
	Coque					1,039.0	
	Carbón vegetal	2,353.0			-		-
	GLP	16,507.0	17.0	4.0	9.0	237.0	2,514.0
	Gasohol						
	Gasolina motor	8.0	5,821.0	627.0	21.0	68.0	565.0
	Turbo						
	Kerosene	25,658.0	1,546.0	2.0	65.0	524.0	181.0
	Biodiesel 5	534.0	2,724.0	982.0	3,666.0	8,005.0	8,260.0
	Petróleo industrial	256.0	214.0	1,093.0	10,682.0	18,142.0	31,628.0
	Gas industrial			-	-	-	-
	Gas natural	32.0		-	-	-	1,023.0
	Solar	-	-	-	-		

Tabla 20: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2005

Equivalencia INGEI 2005:		Residencial/ Comercial (1A4b) ^{*1}	Público (1A4a) ^{*2}	Agricultura (1A4c) ^{*3}	Pesquería (1A4d) ^{*4}	Minería (1A2a) ^{*5}	Industrias manufactureras y de la construcción (1A2b) ^{*6}
Denominación en el BNE:	Tipo de combustible	Residencial/ Comercial	Público	Agropecuaria - agroindustrial	Pesquería	Minero- metalúrgico	Industria
	Bagazo			2,425.0			50.0
	Carbón mineral	-		4.0	211.0	2,681.0	19,147.0
	Leña	81,268.0		111.0	-		38.0
	Bosta/Yareta	10,368.0			-		
	Coque					1,260.0	
	Carbón vegetal	2,280.0			-		-
	GLP	22,267.0	45.0	12.0	25.0	649.0	6,882.0
	Gasohol						
	Gasolina motor	7.0	4,908.0	529.0	18.0	57.0	476.0
	Turbo						
	Kerosene	5,084.0	2,735.0	3.0	115.0	927.0	321.0

Equivalencia INGEI 2005:		Residencial/ Comercial (1A4b) ^{*1}	Público (1A4a) ^{*2}	Agricultura (1A4c) ^{*3}	Pesquería (1A4d) ^{*4}	Minería (1A2a) ^{*5}	Industrias manufactureras y de la construcción (1A2b) ^{*6}
Denominación en el BNE:	Tipo de combustible	Residencial/ Comercial	Público	Agropecuario - agroindustrial	Pesquería	Minero- metalúrgico	Industria
	Biodiesel 5	214.0	1,004.0	366.0	1,372.0	10,460.0	9,093.0
	Petróleo industrial	129.0	106.0	547.0	11,216.0	9,121.0	30,450.0
	Gas industrial			-	-	-	5,642.0
	Gas natural	41.0		-	409.0	248.0	1,494.0
	Solar	121.0	-	-	-		

Tabla 21: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2010

Equivalencia INGEI 2010:		Residencial/ Comercial (1A4b) ^{*1}	Público (1A4a) ^{*2}	Agricultura (1A4c) ^{*3}	Pesquería (1A4d) ^{*4}	Minería (1A2a) ^{*5}	Industrias manufactureras y de la construcción (1A2b) ^{*6}
Denominación en el BNE:	Tipo de combustible	Residencial/ Comercial	Público	Agropecuario - agroindustrial	Pesquería	Minero- metalúrgico	Industria
	Bagazo			6,246.0			-
	Carbón mineral	8.0		76.0	-	2,443.0	20,369.0
	Leña	82,632.0		129.0			5.0
	Bosta/Yareta	8,919.0		6,246.0			-
	Coque						
	Carbón vegetal	1,969.0					1.0
	GLP	29,694.0	71.0	19.0	40.0	1,025.0	10,857.0
	Gasohol	10.0	6,886.0	742.0	25.0	80.0	669.0
	Gasolina motor	297.0	1,753.0	2.0	74.0	594.0	206.0
	Turbo						
	Kerosene						
	Biodiesel 2	409.0	1,939.0	699.0	2,609.0	15,161.0	13,699.0
	Petróleo industrial	7.0	6.0	29.0	3,538.0	477.0	8,689.0
	Gas industrial					3,499.0	25,992.0
	Gas natural	2,363			322		
	Solar	234	3	1			

Tabla 22: Consumo de combustible (TJ), en sectores económicos – Perú 2012

Equivalencia INGEI 2012:		Residencial/ Comercial (1A4b) ^{*1}	Público (1A4a) ^{*2}	Agricultura (1A4c) ^{*3}	Pesquería (1A4d) ^{*4}	Minería (1A2a) ^{*5}	Industrias manufactureras y de la construcción (1A2b) ^{*6}
Denominación en el BNE:	Tipo de combustible	Residencial/ Comercial	Público	Agropecuario - agroindustrial	Pesquería	Minero- metalúrgico	Industria
	Bagazo			8,713.0			
	Carbón mineral	8.0		73.0		2,569.0	21,371.0
	Leña	78,696.0		128.0			3.0
	Bosta/Yareta	8,285.0					
	Coque					19.0	
	Carbón vegetal	1,882.0					1.0
	GLP	32,752.0	114.0	30.0	63.0	1,633.0	17,301.0
	Gasohol	10.0	7,344.0	792.0	27.0	85.0	713.0
	Gasolina motor						
	Turbo						
	Kerosene		2,164.0				
	Biodiesel 5	548.0	2,598.0	937.0	3,497.0	14,540.0	14,557.0
	Petróleo industrial	1.0	1.0	5.0	2,174.0	91.0	4,832.0
	Gas industrial						
	Gas natural	4,584.0			216.0	3,780.0	
	Solar	282.0	2.0	2.0			

Fuente: Elaboración propia, basada en BNE2012 (página 118, tabla 2-8)

Leyenda:

	No se reportan consumos
valor	Se consideran para emisiones informativas o no es una fuente de emisión

Notas:

- *1 1A4b en las GL2006 hacen referencia a las emisiones en el sector "Residencial", sin embargo -de acuerdo a la información en el BNE2012- en el INGEI2012 se reporta junto con "Comercial"
- *2 1A4a en las GL2006 hacen referencia a las emisiones en el sector "Comercial / Institucional", sin embargo -de acuerdo a la información en el BNE2012- en el INGEI2012 se reporta solo "Público" (Institucional)
- *3 1A4c en las GL2006 hacen referencia al sector "Agricultura, silvicultura, Pesquería y piscifactorías"; sin embargo en el INGEI 2012 solo se refiere a "Agricultura" (agropecuaria y agrícola)
- *4 1A4d en las GL2006 no existe; sin embargo en el INGEI 2012 se refiere a "Pesquería" (fuentes estacionarias y móviles)
- *5 1A2a en las GL2006 hacen referencia a "Hierro y acero"; y en el INGEI2012 se considera al sector Minero
- *6 1A2b en las GL2006 hacen referencia a "Metales no ferrosos"; y en el INGEI2012 se considera a todo el sector industrial, excepto el sector Minero

4.1.1.3. Variables y constantes

Para el cálculo de las estimaciones de GEI, en las categorías de Quema de Combustible, es necesario considerar las propiedades de los combustibles comercializados en el Perú, principalmente el Valor Calorífico Neto (VCN), las densidades de los combustibles y sus combinaciones.

Para ello se cuenta con valores de VCN, densidad y combinaciones – por defecto o locales – para llevar las cantidades de combustible en masa o volumen (expresadas en toneladas, galones, litros o metros cúbicos) a unidades de energía (expresadas en TJ)

A continuación se presentan las densidades, VCN y factores de emisión, usadas las estimaciones por quema de combustibles en los INGEI:

Tabla 23: VCN de los combustibles utilizados en los cálculos del sector Energía

Tipo de combustible	VCN por defecto	Unidad	Fuente
Gas natural	48.0	TJ/Gg	Valor por defecto de las GL 2006 - Capítulo 1: Introducción, pág. 1.19, cuadro 1.2
Queroseno	43.8	TJ/Gg	
Petróleo industrial 500	40.72	TJ/Gg	
Petróleo industrial 6	41.03	TJ/Gg	Estimación de datos de REPSOL y densidad de norma ASTM-D- 287
Gasolina (INGEI 2000 y 2005)	44.24	TJ/Gg	Carta formal del MINEM
Gasohol 84 (INGEI 2010 y 2012)	42.90	TJ/Gg	$VCN_{Gasolina} \times 0.922 + VCN_{Biodiesel} \times 0.078$ (92.2% gasolina y 7.8% de etanol)
Gasohol 90 (INGEI 2010 y 2012)	42.90	TJ/Gg	
Gasohol 95 (INGEI 2010 y 2012)	42.90	TJ/Gg	
Gasohol 97 (INGEI 2010 y 2012)	42.90	TJ/Gg	
Gasohol 98 (INGEI 2010 y 2012)	42.90	TJ/Gg	
Gas Licuado de Petróleo	49.37	TJ/Gg	REPSOL, disponible en: http://www.repsol.com.pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/
Bagazo y otra Biomasa	11.60	TJ/Gg	Valor por defecto de las GL 2006 - Capítulo 1: Introducción, pág. 1.20, cuadro 1.2.
Diésel D2 (INGEI 2000 y 2005)	43	TJ/Gg	
Carbón Vegetal	29.50	TJ/Gg	
Biodiesel DB5 (INGEI 2012)	40.88	TJ/Gg	$VCN_{Diésel\ D2} \times 0.95 + VCN_{Biodiesel} \times 0.05$ (95% diésel 2 y 5% del biocombustible)
Biodiesel DB2 (INGEI 2010)	42.71	TJ/Gg	$VCN_{Diésel\ D2} \times 0.98 + VCN_{Biodiesel} \times 0.08$ (98% diésel 2 y 2% del biocombustible)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Densidades de los combustibles utilizados en los cálculos del sector Energía

Tipo de combustible	Densidad	Unidad	Fuente
Gas natural	0.0007434	g/cm ³	http://larevistadelgasnatural.osinerg.gob.pe/articulos_recientes/files/archivos/52.pdf
Petróleo industrial 500	0.98	g/cm ³	http://www.repsol.com.pe_es/productos_y_servicios/productos/refino (ver PDF de Seguridad)

Tipo de combustible	Densidad	Unidad	Fuente
Petróleo industrial 6	0.97	g/cm ³	http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino (ver PDF de Seguridad)
Gasohol 84 (INGEI 2010 y 2012)	0.708	g/cm ³	http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino (ver PDF de Seguridad del respectivo tipo de combustible)
Gasohol 90 (INGEI 2010 y 2012)	0.712	g/cm ³	
Gasohol 95 (INGEI 2010 y 2012)	0.709	g/cm ³	
Gasohol 97 (INGEI 2010 y 2012)	0.758	g/cm ³	
Gasohol 98 (INGEI 2010 y 2012)	0.758	g/cm ³	
Gas Licuado de Petróleo	0.56	g/cm ³	
Biodiesel DB5 (INGEI 2012)	0.87	g/cm ³	
Biodiesel DB2 (INGEI 2010)	0.87	g/cm ³	
Diésel D2 (INGEI 2000 y 2005)	0.87	g/cm ³	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Factores de emisión de los combustibles utilizados en los cálculos del sector Energía

Tipo de combustible	FE	Unidad	Fuente
Gas natural	56,100	kgCO ₂ /TJ	Valor por defecto GL 2006 - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 - 2.17
Queroseno	71,900	kgCO ₂ /TJ	
Petróleo industrial 500	73,300	kgCO ₂ /TJ	
Petróleo industrial 6	73,300	kgCO ₂ /TJ	
Gasohol 84 (INGEI 2010 y 2012)	63,895	kgCO ₂ /TJ	FE _{Gasolina} x 0.928 (se resta el 7.8% del etanol)
Gasohol 90 (INGEI 2010 y 2012)	63,895	kgCO ₂ /TJ	
Gasohol 95 (INGEI 2010 y 2012)	63,895	kgCO ₂ /TJ	
Gasohol 97 (INGEI 2010 y 2012)	63,895	kgCO ₂ /TJ	
Gasohol 98 (INGEI 2010 y 2012)	63,895	kgCO ₂ /TJ	
Gasolina (INGEI 2000 y 2005)	69,300	kgCO ₂ /TJ	Valor por defecto GL 2006 - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 - 2.17
Gas Licuado de Petróleo	63,100	kgCO ₂ /TJ	
Bagazo y otra Biomasa	100,000	kgCO ₂ /TJ	
Diésel D2 (INGEI 2000 y 2005)	74,100	kgCO ₂ /TJ	
Biodiesel DB5 (INGEI 2012)	70,395	kgCO ₂ /TJ	FE _{Diésel D2} x 0.95 (se resta el 5% del biocombustible)
Biodiesel DB2 (INGEI 2010)	72,618	kgCO ₂ /TJ	FE _{Diésel D2} x 0.98 (se resta el 2% del biocombustible)
Carbón Vegetal	112,000	kgCO ₂ /TJ	Valor por defecto GL 2006 - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 - 2.17

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar las mezclas del diésel y gasolinas en el Perú, a partir del año 2010, lo que hace la diferencia entre los VCN y factores de emisión (FE) entre los INGEl. Así, los valores de VCN y FE fueron los mismos para los años 2000 y 2005; pero fueron diferentes en el año 2010 y 2012. En la

siguiente tabla se describen brevemente las características de los biocombustibles usados en Perú, a partir del año 2010:

Tabla 26: Biocombustibles en el Perú

Combustible	Descripción	% Mezcla de biocombustible
Gasohol	Es la mezcla que contiene gasolina (de 84, 90, 95 ó 97 octanos y otras según sea el caso) y 7.8%Vol de Alcohol Carburante. Comercializada a partir del 1 de enero del 2010.	7.8%
Diésel B2	A partir del 01 julio 2010 se inició la comercialización de este combustible, en reemplazo del Diésel 2. El Diésel B2 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N°2 y 2% en volumen de Biodiesel (B100).	2%
Diésel B5	A partir del 01 enero 2011 se inició la comercialización de este combustible, en reemplazo del Diésel B2. El Diésel B5 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N°2 y 5% en volumen de Biodiesel (B100).	5.0%

Fuente: PETROPERU - <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=62>

De acuerdo a la tabla anterior, por ejemplo, para los combustibles: diésel B5 y gasohol que contienen 5% de biocombustible y 7.8% de etanol, respectivamente: el FE para CO₂ se estima multiplicando el porcentaje de diésel y gasolina, 95% (100% - 5%) y 92.2% (100% - 7.8%), respectivamente, por su correspondiente FE por defecto de las GL 2006:

Diésel B5: $74,100 \times 95\% = 70,395 \text{ Kg/TJ}$

Gasohol: $69,300 \times 92.2\% = 63,894 \text{ Kg/TJ}$

De forma similar, se estima para los FE del CH₄ y N₂O

4.1.2. Emisiones fugitivas

Esta categoría considera todas las fuentes en las subcategorías (para fuentes fijas):

- 1B1: Combustibles sólidos
- 1B2: Petróleo y gas natural
 - Petróleo
 - Gas natural

Esta categoría comprende las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, generadas específicamente por la obtención de combustibles primarios y la fabricación de combustibles secundarios. En esta categoría se identifican las sub categorías: carbón mineral, petróleo y gas natural.

- Combustibles sólidos: se estiman las emisiones por la explotación de minas de carbón mineral. Al ser removida la roca, con la finalidad de obtener carbón mineral, el metano -y en menor proporción dióxido de carbono- son liberados a la atmósfera. La estimación en Perú considera como nivel de actividad la cantidad de carbón mineral explotado.
- Petróleo y gas natural: en las actividades para obtener petróleo y gas natural es muy común la liberación de metano -y en menor cantidad dióxido de carbono- a la atmósfera. La liberación de estos gases se presenta en varias formas: venteo, quema de antorcha o fugas no intencionadas en las uniones y válvulas. Las estimaciones en Perú consideran las emisiones por venteo y quema de antorcha, tanto en las actividades de petróleo como de gas natural.

4.1.2.1. Elección del nivel de cálculo

Combustibles sólidos

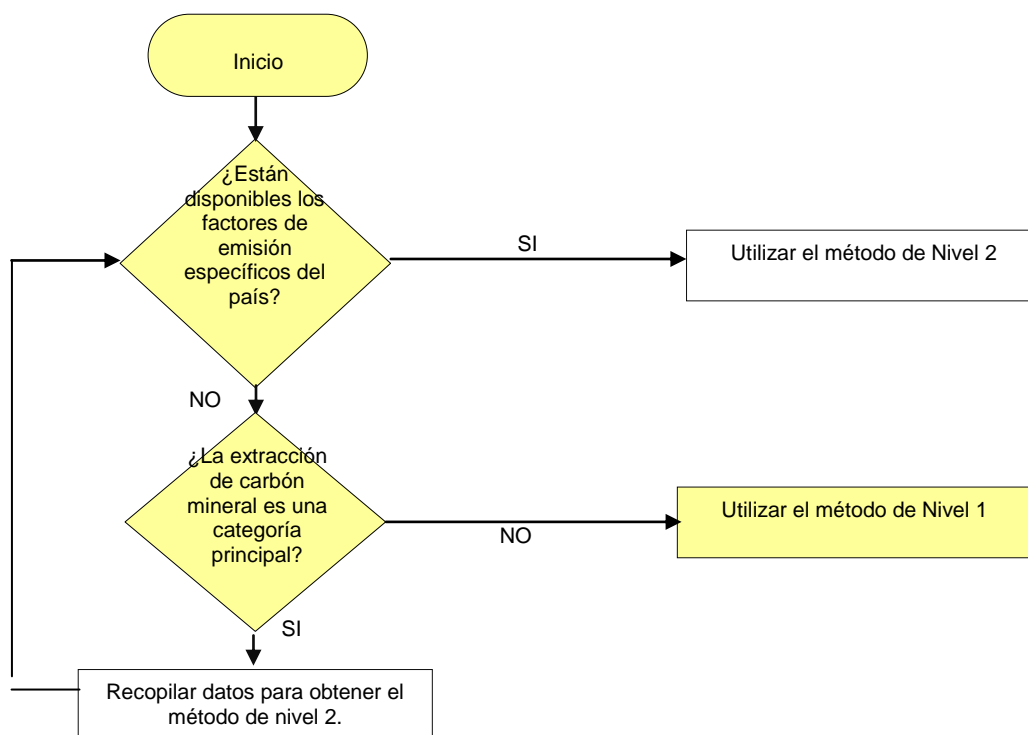
En la minería, las emisiones de los gases de efecto invernadero suelen dispersarse por secciones de la mina y se les considera preferiblemente fuentes por superficie. Estas emisiones provienen de los gases que escapan por las grietas, que se emiten por procesos de arranque del carbón y sobrecarga, por oxidación a baja temperatura del carbón de desecho o carbón de baja calidad en vertederos y por combustión no controlada⁸.

El nivel adecuado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

- Nivel 1: exige que los países elijan de un rango promedio general de factores de emisión y utilicen los datos de la actividad específicos del país para calcular el total de emisiones.
- Nivel 2: emplea de factores de emisión específicos del país o de la cuenca, que representan los valores promedio para el carbón que se extrae.
- Nivel 3: utiliza mediciones directas sobre una base específica de la mina, y si se aplica correctamente, presenta el nivel más bajo de incertidumbre.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar el nivel de cálculo para las emisiones por explotación de carbón mineral:

Diagrama 3: Árbol de decisión para la extracción de carbón mineral



Fuente: GL2006, Volumen 2, capítulo 4: Emisiones fugitivas (página 4.18)

⁸ Descripción en GL 2006

Siguiendo el árbol de decisión para la extracción de carbón y de acuerdo con la información recopilada para el 2005, 2012 y los datos de 2010 y 2000, el cálculo será desarrollado bajo Nivel 1.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es la siguiente:

Ecuación 3: Método de promedio global – Minas terrestres

$$\text{Emisiones de metano} = \text{Factor de emisión de CH}_4 \times \text{producción de carbón Terrestre} \times \text{Factor de conversión}$$

Directrices del IPCC de 2006 –volumen 2: Energía, pág. 4.18

Donde las unidades son:

Emisiones de metano (Gg año^{-1})

Factor de emisión de CH_4 ($\text{m}^3\text{tonelada}^{-1}$)

Producción de carbón terrestre (tonelada año^{-1})

Factor de emisión de CH_4 promedio = $1,2 \text{ m}^3\text{tonelada}^{-1}$

Notas: El Factor de conversión: es la densidad del metano (CH_4) y convierte el volumen de CH_4 en la masa de CH_4 . Se toma la densidad a 20°C y una presión de una atmosfera y tiene un valor de $0,67 \times 10^{-6} \text{ Ggm}^{-3}$. Se debe utilizar el factor de emisión promedio, a menos que existan pruebas específicas del país que respalden el uso del factor de emisión alto o bajo.

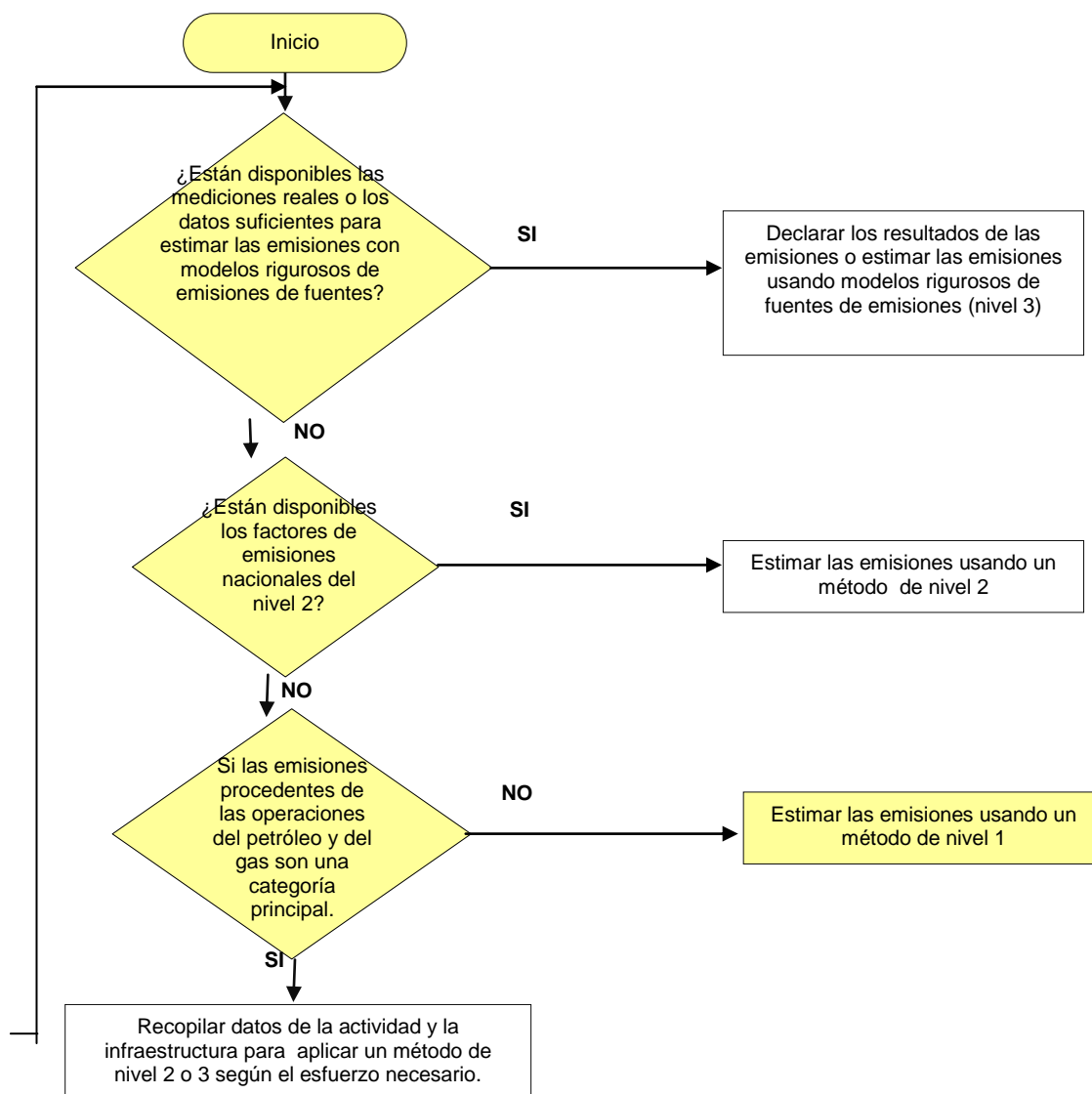
Petróleo y gas natural

Entre las fuentes de emisiones fugitivas, relativas a los sistemas de petróleo y gas, se incluyen: las fugas de los equipos, la evaporación y las pérdidas por descarga, el venteo, la quema en antorcha, la incineración y las liberaciones accidentales (excavaciones en los ductos, fugas de pozo y derrames). Mientras que algunas de estas fuentes de emisiones son tecnológicas o intencionales (venteo de tanque, sello y proceso y sistemas de quema en antorcha) y, por lo tanto, están caracterizadas relativamente bien, la cantidad y composición de las emisiones suelen estar sujetas a una incertidumbre significativa. Los niveles de cálculo para esta fuente se describen a continuación:

- Nivel 1: Comprende la aplicación de los factores de emisión por defecto correspondientes a un parámetro de la actividad representativo (normalmente la producción) para cada segmento o subcategoría aplicable de la industria del petróleo y gas natural del país, y se debe usar únicamente para las fuentes no principales.
- Nivel 2: Consiste en utilizar los factores de emisión específicos del país en vez de factores por defecto.
- Nivel 3: Comprende la aplicación de una evaluación rigurosa de abajo hacia arriba por tipo primario de fuente (por ejemplo: venteo, quema en antorcha, escapes fugitivos del equipo, pérdidas por evaporación y liberaciones accidentales) en el nivel de cada planta, con la justificación adecuada de los aportes procedentes de las instalaciones temporarias y menores de yacimientos o sitios de pozos.

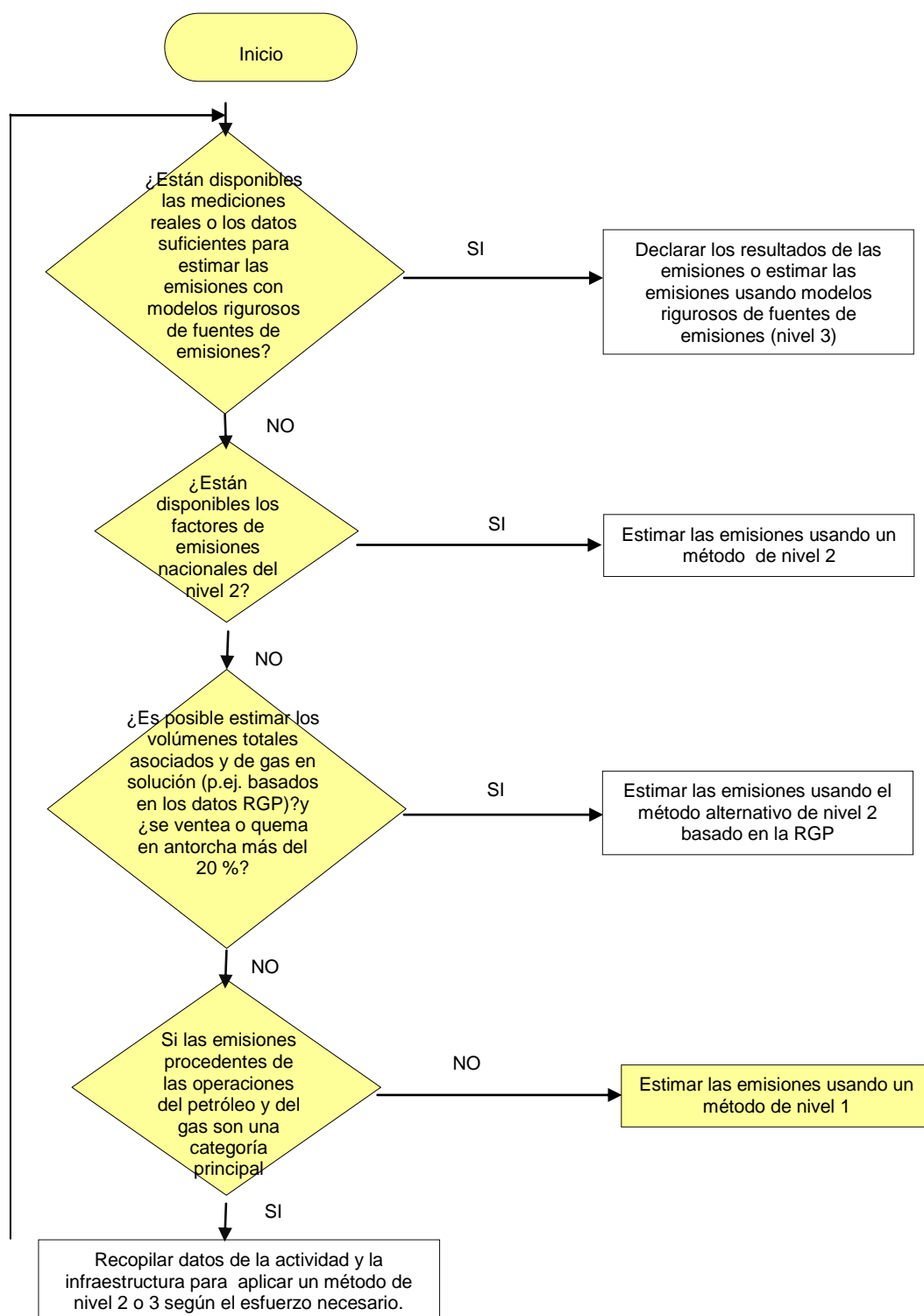
El nivel de cálculo, para estimar las emisiones por gas natural y petróleo crudo, se elige de acuerdo al siguiente árbol de decisión:

Diagrama 4: Árbol de decisión para los sistemas de gas natural



Fuente: GL2006, Volumen 2, capítulo 4: Combustión estacionaria (página 4.38)

Diagrama 5: Árbol de decisión para la producción de petróleo crudo



Fuente: GL2006, Volumen 2, capítulo 4: Combustión estacionaria (página 4.39)

Analizando el árbol de decisión y de acuerdo a la información disponible para los años 2012, 2010, 2005 y 2000, para el cálculo de las emisiones por fugas, se aplicará el nivel 1. Este comprende la aplicación de los factores de emisión por defecto correspondientes a un parámetro de la actividad representativo (normalmente la producción) para cada segmento o subcategoría aplicable de la

industria del petróleo y gas natural del país, debe ser únicamente para las fuentes no principales. Se aplica un método de Nivel 1 con las siguientes ecuaciones:

La ecuación aplicada para la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 4: Estimación de las emisiones Fugitivas procedentes de un segmento de la Industria

$$E_{\text{gas, segmento de la industria}} = A_{\text{segmento de la industria}} \cdot EF_{\text{gas segmento de la industria}}$$

Directrices del IPCC de 2006 –volumen 2: Energía, pág. 4.41

Ecuación 5: Total de emisiones Fugitivas procedentes de los segmento de la Industria

$$E_{\text{gas}} = \sum_{\text{segmento de la industria}} E_{\text{gas, segmento de la industria}}$$

Directrices del IPCC de 2006 –volumen 2: Energía, pág. 4.41

Dónde:

$E_{\text{gas, segmento de la industria}}$	= Emisiones anuales (Gg)
$EF_{\text{gas, segmento de la industria}}$	= Factor de emisión (Gg/unidad de actividad)
$A_{\text{segmento de la industria}}$	= Valor de la actividad (unidades de actividad)

Nota: Los segmentos de la industria que deben considerarse son los siguientes: perforación de pozos, prueba de pozos, producción de gas, transmisión de gas, producción de petróleo, refinación de petróleo, distribución de productos refinados.

4.1.2.2. Niveles de actividad

Las emisiones fugitivas por la fabricación de combustibles incluyen las emisiones de metano o dióxido de carbono, por la explotación de yacimientos petroleros, de gas natural o minas de carbón.

Combustibles sólidos

Como se menciona en las GL2006: en la explotación de minas de carbón, las emisiones de los gases de efecto invernadero suelen dispersarse por secciones de la mina y se las considera preferiblemente fuentes por superficie.

De acuerdo al Nivel 1 de cálculo, la información debe contener la cantidad de carbón extraído de las minas a tajo abierto.

Petróleo y gas natural

En las actividades para obtener petróleo y gas natural es muy común la liberación de metano –y en menor cantidad dióxido de carbono- a la atmósfera. La liberación de estos gases se presenta en varias formas: venteo, quema de antorcha o fugas no intencionadas en las uniones y válvulas. Las estimaciones de emisiones en Perú consideran las emisiones por venteo y quema de antorcha, tanto en las actividades de petróleo como de gas natural.


De acuerdo al Nivel 1 de cálculo, la información debe incluir los datos de venteo, fugas de equipos, perdidas por evaporación quema en antorcha, producción de petróleo y gas, número de pozos, numero de pozos activos, numero de pozos perforados y balance de gas natural vuelos a nivel nacional.


En la siguiente tabla se resume las fuentes de información del nivel de actividad para cada una de las fuentes, en la categoría de Emisiones Fugitivas, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012.


Tabla 27: Nivel de actividad en la categoría de emisiones fugitivas

Codificación					Nombre	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de la información
1					Energía			
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles			
		1B1			Combustibles sólidos			
			1B1a		Minería carbonífera y manejo de carbón			
				1B1ai	Minas subterráneas	Cantidad de carbón, por tipo de mina: subterránea o de superficie	Anuario Minero 2000, 2005, 2010 y 2012 (MINEM)	
				1B1aii	Minas de superficie			
		1B2			Petróleo y gas natural			
			1B2a		Petróleo			
				1B2ai	Venteo	- Cantidad de pozos nuevos perforados - Cantidad de pozos en prueba - Cantidad de pozos en producción	■ Anuario estadístico de hidrocarburos 2000 (1: Actividades de exploración) ■ Anuario estadístico de hidrocarburos 2000 (1: Actividades de explotación) ■ Estadística petrolera 2008, 2010 y 2012 (Perupetro) ⁽¹⁾	
				1B2aii	Quema de antorchas			
				1B2aiii	Todos los demás	Cantidad de petróleo crudo		
			1B2b		Gas natural			
				1B2bi	Venteo	Cantidad de gas natural venteado	■ Balance Nacional de Energía (BNE) – 2012 ⁽²⁾ ■ Anuario estadístico de hidrocarburos 2000 (1: Actividades de explotación) ■ Estadística petrolera 2008, 2010 y 2012 (Perupetro)	
				1B2bii	Quema de antorchas	Cantidad de gas natural quemado		
				1B2biii	Todos los demás	- Cantidad de gas distribuido - Cantidad de gas usado en los sectores económicos del país	■ Anuario estadístico de hidrocarburos 2000 (1: Actividades de explotación) ■ Estadística petrolera 2008, 2010 y 2012 (Perupetro)	

Legenda de Calidad:

 No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.

 Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.

 La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien. Se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Fuente: Elaboración propia

⁽¹⁾ Estadística Petrolera 2008 incluye datos del 2005.

⁽¹⁾ El BNE 2012 incluye información desde el año 1990.

En las siguientes tablas se resume la producción de petróleo crudo y gas natural, según las estadísticas de Perupetro, usadas para los INGEI 2005 y 2012, y para actualizar los años 2010 y 2000:

Tabla 28: Producción de petróleo crudo – Perú 2000

Ubicación	Producción [Bls]
Nor-oeste	713,940,900
Zócalo	4,873,700
Selva Norte	-
Selva central	-
Selva sur	-
Total Perú 2000	34,891,400.00

Fuente: Elaboración propia, basada en Anuario estadístico de hidrocarburos 2000

Tabla 29: Producción de petróleo crudo – Perú 2005

Ubicación	Producción [Bls]
Nor-oeste	7,071,074
Zócalo	3,921,643
Selva Norte	16,402,616
Selva central	1,496,023
Selva sur	11,731,222
Total Perú 2005	40,622,578.00

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2008 (Perupetro)

Tabla 30: Producción de petróleo crudo – Perú 2010

Ubicación	Producción [Bls]
Nor-oeste	9,527,819
Zócalo	5,736,639
Selva Norte	11,099,386
Selva central	16,417
Selva sur	-
Total Perú 2010	26,380,261.00

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2008 (Perupetro)

Tabla 31: Producción de petróleo crudo – Perú 2012

Ubicación	Producción [Bls]
Nor-oeste	9,545,259
Zócalo	5,527,280
Selva Norte	9,168,412
Selva central	154,625
Selva sur	-
Total Perú 2012	24,395,576.00

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2012 (Perupetro)

Tabla 32: Producción de gas natural por lote - Perú 2000

Lote	Producción [MSCF]
I	68,749
II	-
VII / VI	1,033,229
X	2,635,430
XIII	-
Z-2B	-
88	-
31-C	3,300,676
Total Perú 2000	12,183,917

Fuente: Elaboración propia, basada en Anuario estadístico de hidrocarburos 2000

Tabla 33: Producción de gas natural por lote - Perú 2005

Lote	Producción [MSCF]
I	941,119.00
II	1,176,596.00
VII / VI	417,878.90
X	3,664,252.00
XIII	3,720,931.12
Z-2B	28,440,805.07
88	15,205,536.00
31-C	941,119.00
Total Perú 2005	53,567,118.09

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2008 (Perupetro)

Tabla 34: Producción de gas natural por lote - Perú 2010

Lote	Producción [MSCF]
I	1,648,760.00
II	62,300.00
VII / VI	787,440.00
X	4,452,730.00
XIII	4,126,470.00
Z-2B	229,490.00
31-C	9,987,020.00
56	98,642,260.00
88	135,672,760.00
Total Perú 2010	255,609,230.00

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2010 (Perupetro)

Tabla 35: Producción de gas natural por lote - Perú 2012

Lote	Producción [MSCF]
I	1,750,526.00
II	347,459.00
VII / VI	1,100,685.00
X	3,876,312.00
XIII	1,076,961.00
Z-2B	3,043,870.00
31-C	11,187,577.00
56	214,299,821.00
88	182,111,540.00
Total Perú 2012	418,794,751.00

Fuente: Elaboración propia, basada en Anuario Perupetro 2012

Para el caso de la extracción del carbón, el MINEM reporta dos tipos de carbón: antracita y bituminoso. Para estimar las emisiones de GEI se considera que tanto la antracita como el carbón bituminoso provienen de minas subterráneas (opinión de especialista sectorial del MINEM⁹).

Tabla 36: Extracción de carbón – Perú 2000

Tipo de carbón	Cantidad (t)
Carbón bituminoso	
Carbón antracita	16,625

Fuente: Anuario Minero 2000

⁹ Correo electrónico recibido el 16 de septiembre de 2015

Tabla 37: Extracción de carbón – Perú 2005

Tipo de carbón	Cantidad (t)
Carbón bituminoso	26,371.24
Carbón antracita	32,470.87

Fuente: Anuario Minero 2005

Tabla 38: Extracción de carbón – Perú 2010

Tipo de carbón	Cantidad (t)
Carbón bituminoso	120,954
Carbón antracita	

Fuente: Anuario Minero 2012

Tabla 39: Extracción de carbón – Perú 2012

Tipo de carbón	Cantidad (t)
Carbón bituminoso	103,137.27
Carbón antracita	123,770.55

Fuente: Anuario Minero 2012

Otra información necesaria para estimar las emisiones fugitivas de GEI, es la cantidad de pozos en el año del INGEI, tal como se resume en las siguientes tablas:

Tabla 40: Total pozos por tipo – 2000

Denominación Perú Petro (INGEI 2005)			Equivalencia en GL2006	Número de pozos
Categoría Perú Petro	Subcategoría Perú Petro	Descripción breve	Categoría GL2006	
Pozos perforados	Desarrollo	Son los pozos que recién empiezan a producir en el año	Perforación de pozos	31
	Exploratorios	Es la primera etapa de análisis del pozo	Prueba de pozos	5
	Confirmatorios	Es la etapa siguiente a la Exploratoria. El pozo aún no produce.	Prueba de pozos	-
Pozos productores		Ya vienen produciendo desde hace años	Servicios a pozos	4,979

Tabla 41: Total pozos por tipo – 2005

Denominación Perú Petro (INGEI 2005)			Equivalencia en GL2006	Número de pozos
Categoría Perú Petro	Subcategoría Perú Petro	Descripción breve	Categoría GL2006	
Pozos perforados	Desarrollo	Son los pozos que recién empiezan a producir en el año	Perforación de pozos	69
	Exploratorios	Es la primera etapa de análisis del pozo	Prueba de pozos	5
	Confirmatorios	Es la etapa siguiente a la Exploratoria. El pozo aún no produce.	Prueba de pozos	0
Pozos productores		Ya vienen produciendo desde hace años	Servicios a pozos	4,979

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2008 (Perupetro)

Tabla 42: Total pozos por tipo – 2010

Denominación Perú Petro (INGEI 2012)			Equivalencia en GL2006	Número de pozos
Categoría Perú Petro	Subcategoría Perú Petro	Descripción breve	Categoría GL2006	
Pozos perforados	Desarrollo	Son los pozos que recién empiezan a producir en el año	Perforación de pozos	203
	Exploratorios	Es la primera etapa de análisis del pozo	Prueba de pozos	12
	Confirmatorios	Es la etapa siguiente a la Exploratoria. El pozo aún no produce.	Prueba de pozos	0
Pozos productores		Ya vienen produciendo desde hace años	Servicios a pozos	5,386

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2010 (Perupetro)

Tabla 43: Total pozos por tipo - 2012

Denominación Perú Petro (INGEI 2012)			Equivalencia en GL2006	Número de pozos
Categoría Perú Petro	Subcategoría Perú Petro	Descripción breve	Categoría GL2006	
Pozos perforados	Desarrollo	Son los pozos que recién empiezan a producir en el año	Perforación de pozos	197
	Exploratorios	Es la primera etapa de análisis del pozo	Prueba de pozos	2
	Confirmatorios	Es la etapa siguiente a la Exploratoria. El pozo aún no produce.	Prueba de pozos	9
Pozos productores		Ya vienen produciendo desde hace años	Servicios a pozos	5,774

Fuente: Elaboración propia, basada en Estadística petrolera 2012 (Perupetro)

Finalmente se necesita la cantidad de gas venteado, quemando y distribuido. Esta información se tiene combinando dos fuentes: Estadísticas petroleras (Perupetro) y los BNE, tal como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 44: Balance del gas natural (expresado en 10⁶m³) – Perú 2000

PLUSPETROL				GN distribuido:			
10 ³ pie ³	Consumo 2005(10 ⁶ m ³)	Tipo de Consumo	Sector de Uso	331	x 10 ⁶ m ³	Generación de electricidad	
12,183,917.00	345.06	Consumo nacional	Vendido			257.89	10 ⁶ m ³ 9,107,176.00 MPC
9,433,133.00	267.15	Uso propio	Combustible			Consumos sectores	
	-	Exportado	Vendido Lote 56			0.92	10 ⁶ m ³ 32,382.00 MPC
4,825,421.00	136.66	No aprovechado	Venteadado			Usado en refinerías:	
3,481,532.00	98.60	No aprovechado	Quemado			71.78	10 ⁶ m ³ 2,534,776.00 MPC
	-	No aprovechado	Reinyectado			Operaciones petroleras	
	-	No aprovechado	Reposición, instrumentos, shrinkage			-	10 ⁶ m ³ MPC

Fuente: Anuario Hidrocarburos (Explotación 2000), página 57

Fuente: Anuario Hidrocarburos (Explotación 2000), página 57

Fuente: Elaboración propia

Nota: los valores en gris no son usado en el INGEI, solo se estiman en el balance del gas natural, Las diferencias en el consumo se deben a redondeos en el balance.

Tabla 45: Balance del gas natural (expresado en 10⁶m³) – Perú 2005

PLUSPETROL				GN distribuido:			
Mpie ³	Consumo 2005(10 ⁶ m ³)	Tipo de Consumo	Sector de Uso	1,429	x 10 ⁶ m ³	Generación de electricidad	
53,567,119.00	1,517.05	Consumo nacional	Vendido			1,238.80	10 ⁶ m ³ 43,741,892.00 MPC
16,910,684.00	478.92	Uso propio	Combustible			Consumos sectores	
-	-	Exportado	Vendido Lote 56			183.47	10 ⁶ m ³ 6,478,169.00 MPC
4,314,501.00	122.19	No aprovechado	Venteadado			Usado en refinerías:	
3,231,834.00	91.53	No aprovechado	Quemado			6.61	10 ⁶ m ³ 233,251.00 MPC
133,640,316.00	3,784.77	No aprovechado	Reinyectado			Operaciones petroleras	
-	-	No aprovechado	Reposición, instrumentos, shrinkage			-	10 ⁶ m ³ - MPC

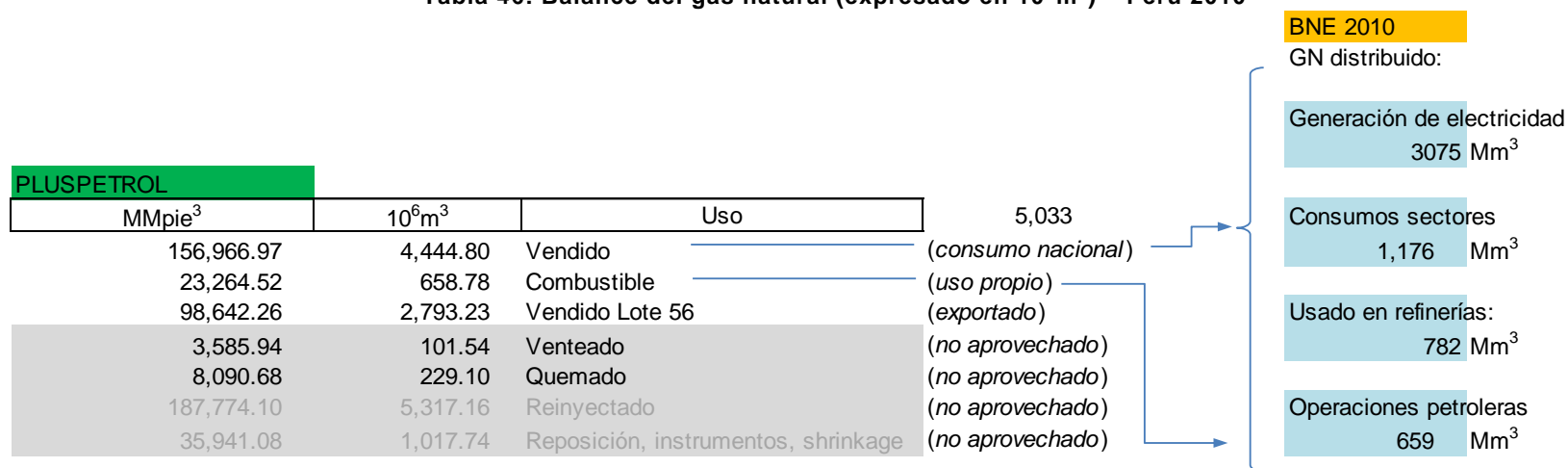
Fuente: Memoria Perupetro 2005 (Cap. 2, pág. 14)

Fuente: Memoria Perupetro 2005 (Cap. 2, pág. 7)

Fuente: Elaboración propia

Nota: los valores en gris no son usado en el INGEI, solo se estiman en el balance del gas natural, Las diferencias en el consumo se deben a redondeos en el balance.

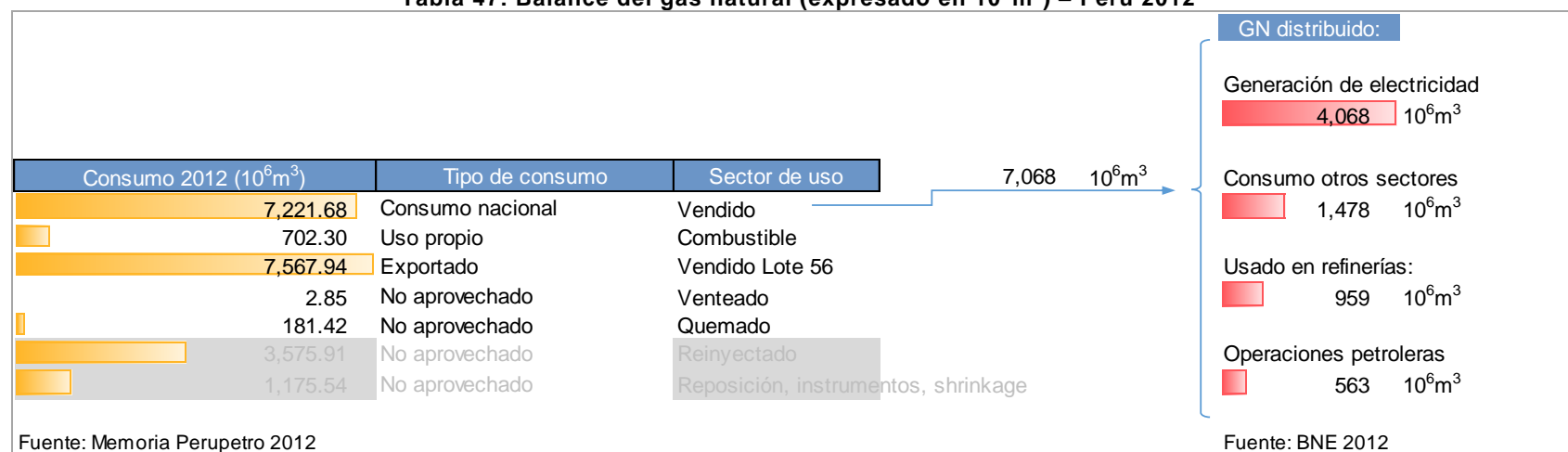
Tabla 46: Balance del gas natural (expresado en 10⁶m³) – Perú 2010



Fuente: Elaboración propia

Nota: los valores en gris no son usado en el INGEI, solo se estiman en el balance del gas natural, Las diferencias en el consumo se deben a redondeos en el balance.

Tabla 47: Balance del gas natural (expresado en 10⁶m³) – Perú 2012



Fuente: Elaboración propia

Nota: los valores en gris no son usado en el INGEI, solo se estiman en el balance del gas natural.

4.1.2.3. Variables y constantes

Los factores de emisión que se usaron en el cálculo de las *Emisiones fugitivas* del sector Energía, fueron uniformizados para todos los INGEI y se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 48: Factores de emisión para emisiones fugitivas

Nombre del sector	Descripción	Factor de emisión CO ₂	Factor de emisión CH ₄	Factor de emisión N ₂ O
Petróleo y gas natural				
Petróleo				
Venteo	Perforación de pozos (GgGEI / pozo)	9.00E-04	2.97E-04	
Quema de antorcha	Prueba de pozos (GgGEI / pozo)	7.95E-02	4.51E-04	5.84E-07
	Servicios a los pozos (GgGEI / pozo)	1.70E-05	6.40E-05	
Gas Natural				
Quema	10 ⁶ m ³ de gas quemado	0.000023	0.012	
Venteo	10 ⁶ m ³ de gas venteado	0.0049	0.66	
Procesamiento				
Plantas de gas ácido - Fugitivas	10 ⁶ m ³ de gas crudo	0.00001295	0.0001585	
Plantas de gas ácido - quema antorcha	10 ⁶ Mm ³ de gas crudo	0.000633	0.00000285	
Plantas de gas ácido - venteo de CO ₂ crudo	10 ⁶ m ³ de gas crudo	0.1065		
Transmisión y almacenamiento				
Fugitivas	10 ⁶ m ³ de gas comercializable	0.00000144	0.000633	
Almacenamiento	10 ⁶ m ³ de gas comercializable	0.000000185	0.0000415	
Distribución	10 ⁶ m ³ de gas ventas servicios	0.0000955	0.0018	

Fuente: GL2006 Volumen 2, capítulo 4, cuadro 4.2.4

Es importante mencionar que se han considerado los siguientes supuestos:

- Emisiones de GEI informativas, no se incluyen como parte de los INGEI, y consideran:
 - ✓ Quema de biodiesel 2: de acuerdo a las disposiciones del Estado Peruano, a partir del 01 de julio de 2010, en el país solo se comercializaría Diésel B2, que es la combinación del Diésel (98%) con Biocombustible (2%).
 - ✓ Quema de biodiesel 5, de acuerdo a las disposiciones del Estado Peruano, a partir del 01 de enero de 2011, en el país solo se comercializaría Diésel B5, que es la combinación del Diésel (95%) con Biocombustible (5%).
 - ✓ La quema de etanol, el que es mezclado al 7.8% con gasolina (92.2%). Según disposiciones del Estado Peruano se comercializa a partir del 01 de enero 2010. Las emisiones por la quema de biocombustibles (biocombustible y etanol), se consideran informativas, puesto que no provienen de fuentes fósiles, si no de plantaciones.
 - ✓ La cantidad de leña consumida por los sectores, salvo la usada para generar carbón vegetal. Se consideran informativas, puesto que, las pérdidas de biomasa por leña es contabilizada en USCUS.
 - ✓ La cantidad de carbón vegetal, bosta y yareta consumida por los sectores (especialmente residencial y comercial). Las emisiones por estos combustibles se consideran informativas porque están contabilizadas en otros como USCUS o bien por ser biomasa y no combustibles fósiles.

- En un escenario conservador, de acuerdo a la información obtenida, de las emisiones fugitivas por extracción de carbón, se tiene mayor certeza de que el tipo antracita y bituminoso son de minas subterráneas (INGEI 2000 y opinión de expertos sectoriales)

Además, las actualizaciones de los INGEI 2010 y 2000, fueron básicamente:

- Actualización de los factores de emisión de GEI (FE) en la quema de combustibles, considerando valores por defecto de las GL 2006, en lugar de los sugeridos en las GL 1996, cuyas diferencias son:
 - ✓ Para el FE de CO₂, las GL 2006 consideran emisiones directas de CO₂. Las GL 1996, consideraban los FE a partir del carbono oxidado en la combustión.
 - ✓ Los FE de emisión del CH₄ y N₂O de las GL 2006 reducen su incertidumbre y son clasificados según su sector de uso: industrias de la energía, residencial, etc.
- Para las emisiones por emisiones fugitivas: se considera la información directa de gas venteado y quemado. No se consideran las estimaciones a partir de la cantidad de pozos operativos, como se hacía en las GL1996. Esto constituye una mejora significativa en el cálculo de las emisiones de GEI de los INGEI en las emisiones fugitivas.
- Actualización de la información para algunos niveles de actividad. Puesto que, algunas fuentes de información, como el BNE y los Anuarios Estadísticos, actualizaron su información en años posteriores al cierre de los INGEI.

4.2. Energía (fuentes móviles)

4.2.1. Aviación civil

Esta subcategoría considera dos fuentes de emisión:

- **1A3ai: Aviación Internacional**
- **1A3aii: Aviación Nacional**

La división entre vuelos internacionales y nacionales debe determinarse en base a los lugares de salida y de llegada de cada etapa de vuelo y no por la nacionalidad de la línea aérea.

La categoría de Transporte generó 17,846.94 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e),

Para los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012, se ha logrado estimar las emisiones para la fuente de **AVIACIÓN NACIONAL**, divididas en viajes aerocomerciales nacionales y viaje aéreo especiales nacionales; esta división de la fuente en sub-fuentes es debido a la información obtenida:

- Viajes aerocomerciales nacionales: son los vuelos comerciales regulares y no regulares que reportan las empresas o instituciones de aviación (ejemplo: Lam, Taca, etc.) a la DGAC, indicando origen y destino de los vuelos.
- Viajes aéreo especial nacionales: son los vuelos de servicios especiales o privados (ejemplo empresas que cuentan con aviones privados) de no reportados a la DGAC.

Cabe mencionar que las emisiones para Aviación internacional, no han sido incluidas por:

- *La DGAC del MTC, solo cuenta información de viajes a nivel nacional para los años 2005, 2010 y 2012.*
- *La información solicitada a las empresas aéreas, no fueron respondidas, excepto LAN Perú para el año 2012 y 2010.*
- *La información que nos proporcionó LAN Perú, reporta la suma del consumo de combustible para viajes nacionales e internacionales, no lográndose identificar la cantidad de combustible independientemente para cada tipo de vuelos (nacionales e internacionales).*

4.2.1.1. Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles, según las GL2006:

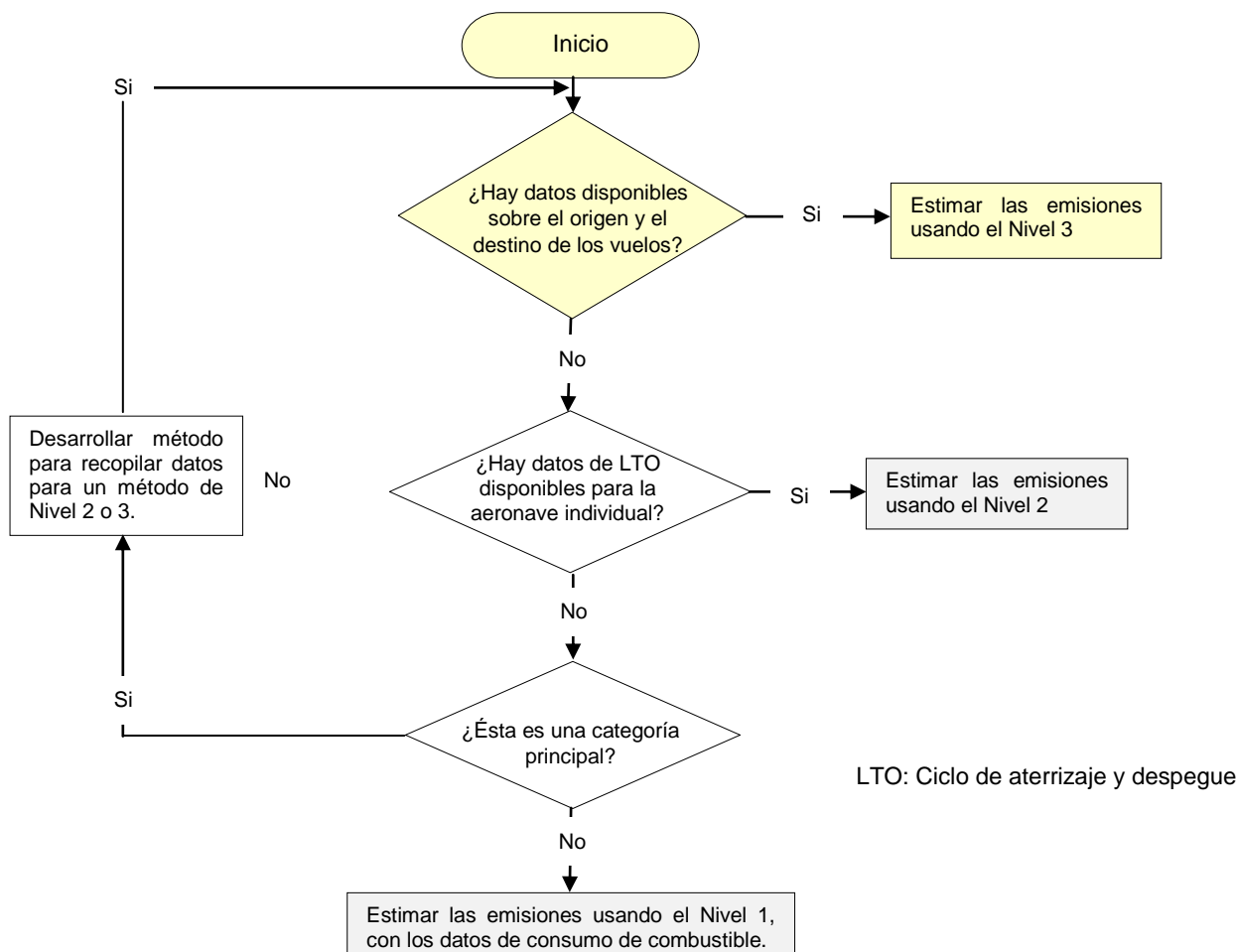
Nivel 1: Se calcula multiplicando la información de consumo de combustible estimado con el factor de emisión por defecto de las Directrices del IPCC.

Nivel 2: Es igual al Nivel 1, pero se utilizan los factores de emisión específicos del país en lugar de los factores por defecto.

Nivel 3: Se basan en los datos reales del movimiento del vuelo: para los datos de origen y destino (OD).

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar el nivel que debe utilizarse para estimar las emisiones de las sub-fuentes: aviación aerocomercial nacional y aéreo especial nacional.

Diagrama 6: Árbol de decisión para estimar las emisiones CO₂ procedentes de Aviación civil



Fuente: GL 2006, volumen 2 – figura 3.6.1

Dada la información disponible para el año 2005, 2010 y 2012 y siguiendo los pasos del árbol de decisión el nivel a aplicar para la sub-fuente de VIAJES AEROCOMERCIAL NACIONAL es del Nivel 3; y para el año 2000 el nivel a aplicar para esta misma sub-fuente es el Nivel 1.

Mientras que, para la sub-fuente VIAJES AÉREO ESPECIAL NACIONAL se empleará el Nivel 1, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012.

Las dos sub-fuentes: Viajes aerocomerciales nacional y viajes aéreos especiales nacionales, han sido descritas en los informes específicos del INGEI 2005 y 2012, mientras que la información que se ha mejorado para el INGEI 2010, ha sido especificada en este informe (capítulo anterior).

Viajes aerocomercial nacional: La información disponible que se tiene para esta sub-fuente para los años 2005, 2010 y 2012 es la cantidad de vuelos a nivel nacional que indican lugar de origen y destino, además del tipo de nave. Esta información nos permite aplicar el nivel 3 de cálculo, considerando la metodología proporcionada por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA/CORINAIR)¹⁰ que permite estimar el combustible Jet consumido por los vuelos y estimar las emisiones de CO₂ haciendo uso de un factor de emisión por defecto de Europa, pero esta metodología no incluye las emisiones de CH₄ y N₂O.

Con la finalidad de obtener un cálculo completo que incluya la emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O y utilizar los factores de emisión de las GL 2006; se empleará la metodología del Nivel 3 solo para estimar el consumo del Turbo Jet y luego con la cantidad combustible obtenida de este método se estimará las emisiones GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) a través del nivel 1, debido que este nivel 1 nos permite usar factores de GL2006 y características del Turbo Jet tal como densidad y VCN. La información disponible para los años 2005, 2010 y 2012, no está disponible para el año 2000, por lo que se trabajó con la misma información obtenida ya para ese año que reporta el INGEI 2000, utilizando el Nivel 1.

Así para el nivel 1, se hará uso de la siguiente ecuación:

Ecuación 6: Para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O para Aviación Civil

$$\text{Emisión} = \sum (\text{Combustible}_{EEA} \times EF_a)$$

Dónde:

Emisión = Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O (kg)

Combustible_{EEA} = Combustible consumido (TJ), obtenido de EEA/CORINAIR

EF_a = Factor de emisión (kg/TJ). Según tipo de combustible.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 2, página 3.61 y Ecuación 3.6.1

Viajes aéreos especiales nacionales: esta sub-fuente, se ha estimado las emisiones bajo la metodología del Nivel 1, para los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012. Para la estimación de las emisiones se hace uso de la ecuación 6.

4.2.1.2. Niveles de actividad

Para el INGEI 2000, no se modificó el nivel de actividad, debido que la información recopilada y abastecida por el MTC-DGAC ha sido posible solo hasta el año 2005.

La DGAC solo tiene información desde el año 2005, año que las diferentes empresas aéreas reportan la cantidad de vuelos al MTC.

La información utilizada para el INGEI 2000, se reporta a través de número de naves circulantes para el año 2000 y un consumo promedio de consumo de combustible, para los vuelos comerciales, turísticos y especiales:

¹⁰ Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>
Anexo: E-Fuente móviles (1.A.3.a Aviation GB2013)

Tabla 49: Información para el INGEI 2000

Fuentes	Número de naves	Tipo de Combustible	Consumo Promedio (gal / N° naves)	Total Anual (Gal)
Aerocomercial	56	Turbo Jet	776305.455	43473105
Turístico	11	Mogas 90 Oct	8640	95040
Especial	46	Gasolina 100 LL	4523	208058


Fuente: INGEI 2000


Las fuentes de los datos de nivel de actividad para el año 2005 y 2012 se presentan en la siguiente tabla:


Tabla 50: Nivel de Actividad de Subcategoría de Aviación civil, año 2005

Codificación					Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de información
1					Energía			
	1A				Quema de combustibles			
		1A3			Transporte			
			1A3a		Aviación Civil			
				1A3ai	Viajes aerocomercial nacional	Total de vuelos realizados a nivel nacional en el año 2005 y 2012, indicando origen – destino.	MTC – Dirección General de Aviación Civil (DGAC).	
				1A3aii	Viajes aéreo especiales nacionales.	Ratio de consumo de combustible por número de naves, extraído del INGEI 2000.	INGEI 2000.	

Leyenda de Calidad:

 No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.

 Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.

 La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien. Se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Fuente: A2G Climate Partners

Inicialmente, para la primera versión del INGEI 2010, el consumo para aviación se estimó en base al consumo promedio de combustible por número de aviones al año 2000, tal como se muestra:

Tabla 51: Nivel de actividad original del INGEI2010

CATEGORÍA	Total(*)	Tipo de Combustible	Consumo Promedio	Total Anual (GI)
Aerocomercial	61	Turbo Jet	776305	47354633
Turístico	32	Mogas 90 Oct	8640	276480
Especial	105	Gasolina 100 LL	4523	474915

Fuente: INGEI 2010

Sin embargo, para la actualización del INGEI 2010, con el apoyo de la DGAC del MTC, se logró recopilar información de los vuelos comerciales (aerocomerciales y turísticos) a nivel nacional, incluyendo lugar de origen y destino de los vuelos, a continuación se detalla esta información:

- a) Vuelos aerocomerciales nivel nacional: La información debe incluir la cantidad de vuelos a nivel nacional (88,618 vuelos), indicando origen y destino durante el año 2010. Esta

información fue entregada¹¹ por el MTC – DGAC; en conjunto con el señor Rodolfo V. Ynza Benites que logró estimar las distancias de los 100 vuelos agrupados por rutas y modelo de aeronave.

- b) Modelos de aeronaves aerocomerciales: Los vuelos proporcionados por MTC – DGAC, incluía información de tipos de aeronaves las cuales fueron agrupadas por modelos comerciales. El documento de estos cálculos se presenta adjunto a la planilla del cálculo del INGEI 2010 – Transporte (carpeta InfoPrev 1A3a).

Mientras que para los vuelos especiales, no se ha logrado recopilar mejor información, por lo tanto esta sigue siendo la misma presentada para el INGEI 2010 original de 474,915 galones de combustible, haciendo uso del ratio (consumo de combustible por aviones al año):

Tabla 52: Ratio consumo de combustible para vuelos especiales

Categoría	Tipo de Combustible	Consumo Promedio (gal/naves al año)
Especial	Gasolina 100 LL	4,523.00

Fuente. INGEI 2000

El MTC, brindó el número de aeronaves circulantes durante el año 2010, del cual se extrajo el total de naves que brindaron servicio especial a nivel nacional, permitiendo en conjunto con el ratio anteriormente mencionado obtener el consumo de combustible en los vuelos especiales.

Tabla 53: Consumo de combustible para viajes aéreos especial

Categoría	Tipo de Combustible	Parque de Aviación - circulación año 2012	Consumo de Combustible [gal]
Especial	Gasolina 100 LL	105	474,915

Fuente. INGEI 2010

4.2.1.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones de GEI, es necesario tener un factor de conversión (TJ/unidad), este nos permite obtener el consumo de combustible quemado en unidades de energía (TJ), tal como se requiere para luego multiplicar con el factor de emisión y así obtener las emisiones GEI. Para lograr obtener este factor de conversión es necesario de las características, tales como VCN (Valor Calorífico Neto) y densidad de cada combustible.

En esta subcategoría, los combustibles utilizados son Turbo Jet (A1) y Gasolina para aviones (100LL). Respecto a las densidades y VCN de los combustibles mencionados, se mantienen los valores del INGEI 2000:

Tabla 54: Densidades y VCN de los combustibles en aviación civil - 2000

Combustible	Densidad (Ton/galón)	VCN (TJ/10 ³ Ton)
Gasolina	0.0028	44.80
Turbo Jet	0.0031	44.59

Fuente: INGEI 2000

Para los años 2005, 2010 y 2012 se considerando los valores de VCN y densidades, según se muestra en las tablas:

¹¹ Adjunto: Anexo E-Fuentes Móviles (Infoprev 1A3a-2012)

Tabla 55: VCN de los combustibles en aviación civil

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Turbo A1	42.8	MJ/kg	http://www.bvindecopi.gob.pe/normas/321.006.pdf (Anexo A, pág. 19)
Gasolina 100LL	43.5	MJ/kg	http://www.bvindecopi.gob.pe/normas/321.005.pdf (Anexo A, pág. 16)

Tabla 56: Densidades de los combustibles en aviación civil

Tipo de combustible	Densidad mínima	Densidad máxima	Unidad	Fuente
Turbo A1	775	840	Kg/m ³	http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/Ficha de seguridad: DDF: Turbo A1, pág. 4.
Gasolina 100LL	700	720	Kg/m ³	http://www.aerodromolajuliana.es/pdf/avgas.pdf (pág. 8)

Todos los INGEI usan los mismos factores de emisión, tomados por defecto de las GL 2006:

Tabla 57: Factores de emisión de CO₂ para Aviación civil

Tipo de combustible	Por defecto kg/TJ]	Inferior	Superior
Gasolina para aviación	70,000	67500	73000
Queroseno para motor reacción	71,500	69800	74400

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.64, cuadro 3.6.4

Tabla 58: Factores de emisión de CH₄ y N₂O para Aviación

Tipo de combustible	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
	Por defecto	Por defecto
Todos los combustibles	0.50	2.00

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.64, cuadro 3.6.5

4.2.2. Transporte terrestre

Para el INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012, se incluyen los siguientes modos de transporte que las GL 2006 describen y que son agrupadas según descripciones de vehículos en el Perú¹²:

Según GL 2006

1A3bi: Automóviles

1A3bii: Camiones para servicio ligero

1A3biii: Camiones para servicio pesado y autobuses

adaptada a Perú

Automóvil + station wagon

Camionetas (pick up + rural + panel)

Ómnibus + camión + remolcador.

4.2.2.1. Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles para estimar las emisiones de CO₂:

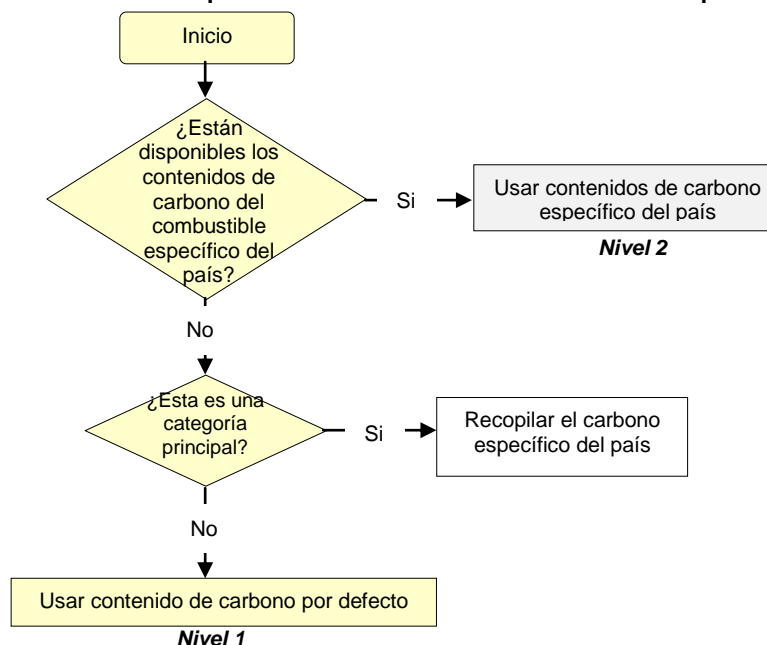
Nivel 1: Calcula las emisiones de CO₂, multiplicando el combustible estimado que se vende con un factor de CO₂ por defecto.

Nivel 2: Es igual al nivel 1, con la excepción de que se utiliza el contenido de carbono específico del país.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar qué nivel debe utilizarse para estimar las emisiones de CO₂ procedentes del transporte terrestre.

¹² Clasificación vehicular en el Perú: http://araper.pe/ckfinder/userfiles/files/INF_SEM_2013.pdf

Diagrama 7: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ en transporte terrestre.



Fuente: GL 2006, volumen 2 – figura 3.11

Dado que la información disponible para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, para la estimación de emisiones de CO₂ en esta subcategoría y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel a aplicar es el Nivel 1. La ecuación aplicada par la estimación de emisiones de CO₂, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 7: Para estimar las emisiones de CO₂ en Transporte Terrestre.

$$\text{Emisión} = \sum_a (\text{Combustible}_a \times EF_a)$$

Dónde:

Emisión = Emisiones de CO₂ (kg)

Combustible_a = Combustible vendido (TJ)

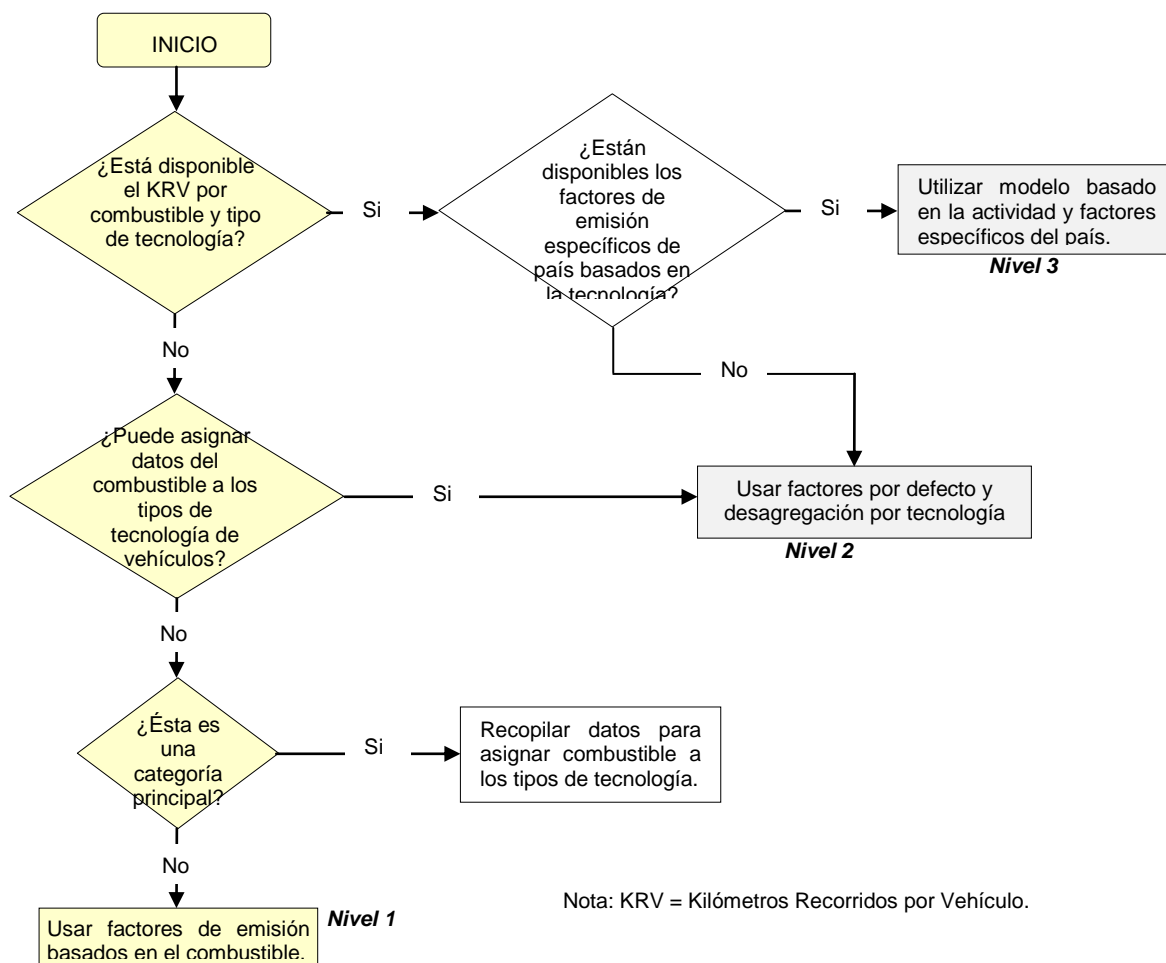
EF_a = Factor de emisión (kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12.

a = Tipo de combustible (p. ej., gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 2, página 3.12 y Ecuación 3.2.1

Las emisiones de CH₄ y N₂O son más difícil de estimar con exactitud que las emisiones del CO₂ porque los factores de emisión dependen de la tecnología del vehículo (ejemplo vehículos que incluyan catalizadores modernos), del combustible y de las condiciones de uso (en carretera pavimentada o no pavimentadas). El árbol de decisión a continuación presenta la elección del método para calcular las emisiones de CH₄ y N₂O, procedentes del transporte terrestre:

Diagrama 8: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O en transporte terrestre



Fuente: GL 2006, volumen 2 – figura 314

Debido a que no se cuenta con información de cantidad de vehículos y sus kilómetros recorridos, por tipo de tecnología o factores de emisión específicos, para las emisiones de CH₄ y N₂O se selecciona el nivel 1 de cálculo.

La ecuación para estimar las emisiones de metano y óxido nitroso (CH₄ y N₂O) corresponde a la ecuación presentada para estimar las emisiones de CO₂.

4.2.2.2. Niveles de actividad

Para el INGEI 2000, no se modificó el nivel de actividad, debido que la información recopilada y abastecida para este inventario es proporcionada por el estudio de PROCLIM, estudio realizado específicamente para este INGEI 2000 y por lo tanto es una base de datos que no necesita ser modificada.




Tabla 59: Consumo de combustible nivel nacional año 2000

Combustible	Consumo Nacional (galones)
Gasolina 84	38,910,779.08
Gasolina 90	319,288,307.8
Gasolina 95	13,715,251.57
Gasolina 97	15,611,326.85
Diésel	540,498,262.7
GLP	22,771,223.46

Fuente: Estudio PROCLIM

En la siguiente tabla se presenta las fuentes del nivel de actividad requerido y recopilado para los INGEI 2005 y 2012, en la categoría transporte terrestre.

Tabla 60: Nivel de Actividad de la categoría transporte terrestre

Codificación					Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de información
1					Energía			
	1A				Quema de combustibles			
		1A3			Transporte			
			1A3b		Terrestre			
				1A3bi	Autos y Station Wagon (Automóviles)	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible vendido para el año 2005 a nivel nacional en grifos y estaciones de servicio – Estimado a base de los años 2007 al 2012. • Consumo de combustible • Cantidad de vehículos por tipo. • GNV vendido en estaciones de servicio 2005. 	<ul style="list-style-type: none"> • OSINERGMIN • SUNARP - MTC • INFOGAS 	
				1A3bii	Camionetas: Pick Up, Rural y Panel. (Camiones para servicio ligero)	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible vendido para el año 2005 a nivel nacional en grifos y estaciones de servicio – Estimado a base de los años 2007 al 2012. • Cantidad de vehículos por tipo. • GNV vendido en estaciones de servicio 2005. 	<ul style="list-style-type: none"> • OSINERGMIN • SUNARP - MTC • INFOGAS 	
				1A3biii	Camión, Autobuses y Remolcador. (Camiones para servicio pesado y autobuses)	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible vendido para el año 2005 a nivel nacional en grifos y estaciones de servicio – Estimado a base de los años 2007 al 2012. • Cantidad de vehículos por tipo. • GNV vendido en estaciones de servicio 2005. 	<ul style="list-style-type: none"> • OSINERGMIN • SUNARP - MTC • INFOGAS 	
				1A3biv	Motos y Moto-taxi. (vehículos menores)	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible vendido para el año 2005 a nivel nacional en grifos y estaciones de servicio – Estimado a base de los años 2007 al 2012. • Cantidad de vehículos por tipo. • GNV vendido en estaciones de servicio 2005. 	<ul style="list-style-type: none"> • OSINERGMIN • SUNARP - MTC • INFOGAS 	
<p>Leyenda de Calidad:</p> <p> No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.</p> <p> Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.</p> <p> La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien. Se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector</p>								

La primera versión del INGEI 2010, estimó el consumo de combustible a partir de indicadores usados en el INGEI 2000. Luego, este nivel de actividad fue actualizado, con datos reales de consumo de combustible del OSINERGMIN, tal como se describe en los siguientes párrafos.

- a) Combustible vendido en los grifos y estaciones de servicio: la información es obtenida del Boletín 2010 elaborado por OSINERGMIN¹³, logrando obtener el total de combustible que consume el transporte terrestre (no incluye GNV):

Tabla 61: combustible vendido en grifos año 2010

Tipo de Combustible	2010 [MB]			
	I	II	III	IV
Diésel B2	3,166.94	3,273.86	3,657.81	3,743.03
DB2 S-50	1,548.83	1,558.68	1,578.86	1,605.09
Gasolina 84	1,133.48	983.30	919.52	894.08
Gasolina 90	1,002.23	946.18	908.89	935.12
Gasolina 95	168.23	160.94	167.70	184.02
Gasolina 97	114.95	104.53	106.61	116.09
Gasolina 98	58.34	61.49	62.97	64.30
Gasohol 84 Plus	48.03	210.68	312.45	346.45
Gasohol 90 Plus	30.61	101.43	194.35	242.08
Gasohol 95 Plus	3.28	9.03	18.53	19.90
Gasohol 97 Plus		0.15	1.28	2.89
Gasohol 98 Plus		0.12	0.40	0.57
GLP	622.41	658.72	715.08	760.72

Fuente. Boletín 2010

Para lograr obtener el consumo de combustible por tipo de vehículo, se realizó una distribución haciendo uso de la información proporcionada por el MTC: vehículos registrados por tipo de combustible año 2011 (siendo la información de este año la disponible y brindada) y la cantidad de vehículos circulantes en el año 2010.

Tabla 62: Vehículos registrados por tipo de combustible año 2011

TIPO DE COMBUSTIBLE	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			OMNIBUS	CAMIÓN	REMOLCADOR	VEH. AUT. MEN.
			PICK UP	RURAL	PANEL				
TOTAL 2011	65,001	9,282	22,565	42,939	2,532	3,623	15,314	2,809	262,410
DIESEL	39	36	20,349	11,006	933	3,257	15,223	2,809	141
GLP	1,617	378	105	357	73	4	0	0	1,238
GNV	3,852	1,366	12	81	36	353	21	0	245
GASOLINA	59,493	7,502	2,099	31,495	1,490	9	70	0	260,786

Fuente: MTC - SUNARP

Paso 1- Obtener el porcentaje según tipo de vehículos que consumen diésel, GLP, GNV y gasolina: (ejemplo de los automóviles se tiene 39 vehículos que consumen diésel / 65,001 totales de automóviles = 0.06%), este se logra de la tabla de vehículos registrados por tipo de combustible año 2011. Es así como de la división se obtiene de la participación porcentual del tipo combustible para cada tipo de vehículo:

Tabla 63: Participación porcentual en Vehículos registrados por tipo de combustible

TIPO DE COMBUSTIBLE	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			OMNIBUS	CAMIÓN	REMOLCADOR	VEH. AUT. MEN.
			PICK UP	RURAL	PANEL				
DIESEL	0.06%	0.39%	90.18%	25.63%	36.85%	89.90%	99.41%	100.00%	0.05%
GLP	2.49%	4.07%	0.47%	0.83%	2.88%	0.11%	0.00%	0.00%	0.47%
GNV	5.93%	14.72%	0.05%	0.19%	1.42%	9.74%	0.14%	0.00%	0.09%

¹³ Disponible en: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/boletin.htm?136>

Va ajunto como: Anexo Boletín IV (OSINERGMIN 2010)

TIPO DE COMBUSTIBLE	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			OMNIBUS	CAMIÓN	REMOLCADOR	VEH. AUT. MEN.
			PICK UP	RURAL	PANEL				
GASOLINA	91.53%	80.82%	9.30%	73.35%	58.85%	0.25%	0.46%	0.00%	99.38%

La participación obtenida, representa solo los vehículos registrados, no siendo el total de vehículos circulantes en el año, por lo cual realizamos el siguiente paso:

Paso 2 - Se obtiene la distribución de vehículos por tipo de vehículo y tipo de combustible: este se obtiene multiplicando cada porcentaje de la tabla anterior (participación porcentual en vehículos registrados por tipo de combustible) con el total de vehículos en circulación del año 2010, presentada a continuación:

Tabla 64: Vehículos en circulación año 2010

AUTOMOVIL	Station Wagon	CAMIONETAS			Ómnibus	Camión	Remolcador-	VEH. AUT. MEN.
		PICK UP	RURAL	PANEL				
809,967	285,300	210,988	235,889	36,184	54,389	147,293	28,679	211,849

Fuente: MTC - SUNARP

Logrando obtener la cantidad de vehículos por tipo de combustible en la siguiente tabla (ejemplo: 809,967 (total automóvil) x 0.06%(automóvil a diésel) = 486 automóviles a diésel durante el año 2010):

Tabla 65: Clase de vehículo circulante por tipo de combustible

AÑO Y TIPO DE COMBUSTIBLE	AUTOMOVIL	STATION WAGON	CAMIONETAS			OMNIBUS	CAMIÓN	REMOLCADOR	VEH. AUT. MEN.	Total
			PICK UP	RURAL	PANEL					
DIESEL	486	1107	190268	60462	13333	48895	146418	28679	114	489762
GLP	20149	11619	982	1961	1043	60	0	0	999	36813
GNV	47999	41987	112	445	514	5299	202	0	198	96756
GASOLINA	741333	230588	19626	173020	21293	135	673	0	210538	1397206

Paso 3: Cómo último paso se obtiene el consumo de combustible de diésel, GLP, GNV y gasolina para cada tipo de vehículo con la participación porcentual de la tabla anterior multiplicando con el total de combustible vendido, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 66: Combustible vendido en los grifos, distribuido por tipo de vehículo y combustible

Tipo de Combustible	Consumo [MB]	Miles de Barril [MB]								VEHICULOS MENORES
		AUTOS	STATION WAGON	PICK UP	RURAL	PANEL	OMNIBUS	CAMION	REMOLCADOR	
Diésel B2	13,841.64	14	31	5,377	1,709	377	1,382	4,138	811	3
DB2 S-50	6,291.46	6	14	2,444	777	171	628	1,881	368	1
Gasolina 84	3,930.38	2,085	649	55	487	60	0	2	0	592
Gasolina 90	3,792.42	2,012	626	53	470	58	0	2	0	571
Gasolina 95	680.89	361	112	10	84	10	0	0	0	103
Gasolina 97	442.18	235	73	6	55	7	0	0	0	67
Gasolina 98	247.10	131	41	3	31	4	0	0	0	37
Gasohol 84 Plus	917.61	487	151	13	114	14	0	0	0	138
Gasohol 90 Plus	568.47	302	94	8	70	9	0	0	0	86
Gasohol 95	50.74	27	8	1	6	1	0	0	0	8

Tipo de Combustible	Miles de Barril [MB]									
	Consumo [MB]	AUTOS	STATION WAGON	PICK UP	RURAL	PANEL	OMNIBUS	CAMION	REMOLCADOR	VEHICULOS MENORES
Plus										
Gasohol 97 Plus	4.32	2	1	0	1	0	0	0	0	1
Gasohol 98 Plus	1.09	1	0	0	0	0	0	0	0	0
GLP	2,756.93	1,463	455	39	341	42	0	1	0	415

- b) GNV vendido en estaciones de servicio: en la página web de INFOGAS, se reporta el total de 347,625 de miles de metros cúbicos de Gas Natural Vehicular (GNV) vendidos para el transporte terrestre en el Perú.

La distribución de GNV vendido según el tipo de vehículo; se realiza con la tabla anteriormente mencionada, ejemplo para los automóviles se tiene $(47,999 / 105,618) \times 347,625,000 = 172,450,829 \text{ m}^3$, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 67: GNV vendido, distribuido por tipo de vehículo y combustible (m^3)

Tipo de Combustible	AUTOS	STATION WAGON	PICK UP	RURAL	PANEL	OMNIBUS	CAMION	VEHICULOS MENORES
GNV	172,450,829	150,850,912	402,394	1,598,796	1,846,699	19,038,250	725,746	711,374

4.2.2.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones GEI es necesario tener un factor de conversión (TJ/unidad), este nos permite obtener el consumo de combustible quemado en unidades de energía (TJ), tal como se requiere para luego multiplicar con el factor de emisión y así obtener las emisiones GEI. Para lograr obtener este factor de conversión es necesario de las características de los combustibles, tales como VCN (Valor Calorífico Neto) y densidad de cada combustible.

En esta categoría, los combustibles utilizados son Gas Licuado de Petróleo (GLP), Diésel y Gasolinas.

Los valores de densidades y VCN de los combustibles considerados en el año 2000, no fueron cambiados:

Tabla 68: Densidades y VCN de los combustibles en transporte terrestre - 2000

Combustible	Densidad (g/l)	VCN ($\text{TJ}/10^3 \text{ Ton}$)
Gasolina 84	738.903	44.800
Gasolina 90	742.782	44.800
Gasolina 95	766.938	44.800
Gasolina 97	779.614	44.800
Diésel	857.056	43.330
GLP		47.310

Fuente: INGEI 2000

Para los demás años (2005, 2010 y 2012), se consideraron los valores de VCN y densidades mostrados en las siguientes tablas:

Tabla 69: VCN de los combustibles en transporte terrestre

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Gas Licuado de Petróleo	0.05	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Diésel	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Diésel B2	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel B5	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Gas Natural	0.04	GJ/m ³	Carta Formal de Petroperu
Gasolina	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Gasohol	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Diésel B5	0.842	Kg/L	Carta Formal de Petroperu

Tabla 70: Densidades de los combustibles en transporte terrestre

Tipo de combustible	Densidad mínima	Densidad máxima	Unidad	Fuente
Gas Licuado de Petróleo	0.542		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Diésel	0.842		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Gas Natural	0.750		Kg/m ³	http://larevistadelgasnatural.osinerg.gob.pe/articulos_recientes/files/archivos/52.pdf (página 4)
Gasolina 84	0.708	0.719	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha técnica de Gasolina 84 (página 4)
Gasolina 90	0.712	0.731	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha técnica de Gasolina 90 (página 4)
Gasolina 95	0.709	0.727	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha técnica de Gasolina 95 (página 4)
Gasolina 97	0.758	0.779	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha técnica de Gasolina 97 (página 4)
Gasolina 98	0.758	0.779	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha técnica de Gasolina 98 (página 4)
Diésel B2	0.842		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Gasohol	0.739		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Gasohol 84	0.708	0.719	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/
Gasohol 90	0.712	0.731	g/Cm ³	Ficha de seguridad: PDF: gasohol 84, pág. 4
Gasohol 95	0.709	0.727	g/Cm ³	http://www.repsol.com.pe/es/productos_y_servicios/productos/refino/
Gasohol 97	0.758	0.779	g/Cm ³	Ficha de seguridad: PDF: gasohol 90, pág. 4
Gasohol 98 BA Plus	0.758	0.779	g/Cm ³	Ficha de seguridad: PDF: gasohol 95, pág. 4

Además, se cambiaron los factores de emisión. Los mismos que fueron usados para el año 2000 y 2005:

Tabla 71: Factores de emisión de CO₂ para transporte terrestre

Tipo de combustible	Por defecto [kg/TJ]	Inferior	Superior
Gasolina para motores	69300	67500	73000
Gas/ Diésel	74100	72600	74800
Gases licuados de petróleo	63100	61600	65600

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.16, cuadro 3.2.1.

Tabla 72: Factores de emisión de CH₄ y N₂O para transporte terrestre

Tipo de combustible / Categoría representativa de vehículo	CH ₄ [kg/TJ]			N ₂ O [kg/TJ]		
	Por defecto	Inferior	Superior	Por defecto	Inferior	Superior
Gasolina para motores - sin controlar(b)	33	9.6	110	3.2	0.96	11
Gas / Diésel Oil	3.90	1.60	9.50	3.90	1.30	12.00
Gas licuado de petróleo	62.00	na	Na	0.20	na	na

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.21, cuadro 3.2.2.

A partir del año 2005 se incluye el GNV como combustible usado en el parque automotor del Perú:

Tabla 73: Factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para gas natural en transporte terrestre

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [Kg/TJ]	N ₂ O [Kg/TJ]
Gas natural	56,100	92	3

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.16, cuadro 3.2.1.

Tabla 74: Factores de emisión de CO₂ para transporte terrestre – 2010/2012

Tipo de combustible	Por defecto [kg/TJ]	Inferior	Superior
Diésel B2 ^(*)	72,618		
Gasohol ^(*)	63,894.6		
Diésel B5 ^(**)	70,395		

^(*) Estimados con el % de mezcla de biocombustible (2%) y etanol (7.8%), para los biocombustibles en el Perú.

^(**) Estimación con 5% de mezcla del etanol, para el diésel B5 en el Perú a partir de enero del 2011

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero – Volumen 2: Energía, pág. 3.16, cuadro 3.2.1.

Tabla 75: Factores de emisión de CH₄ y N₂O para transporte terrestre – 2010/2012

Tipo de combustible / Categoría representativa de vehículo	CH ₄ [kg/TJ]			N ₂ O [kg/TJ]		
	Por defecto	Inferior	Superior	Por defecto	Inferior	Superior
Diésel B2 ^(*)	3.8			3.82		
Gasohol ^(*)	3.5			5.26		
Diésel B5 ^(**)	3.7			3.71		

^(*) Estimados con el % de mezcla de biocombustible (2%) y etanol (7.8%), para los biocombustibles en el Perú.

^(**) Estimación con 5% de mezcla del etanol, para el diésel B5 en el Perú a partir de enero del 2011

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - Volumen 2: Energía, pág. 3.21, cuadro 3.2.2.

Tal como fue señalado en las fuentes fijas: las mezclas del diésel y gasolinas en el Perú, a partir del año 2010, lo que hace la diferencia entre los VCN y factores de emisión (FE) entre los INGEI. Así los valores de VCN y FE fueron los mismos para los años 2000 y 2005; pero fueron diferentes en el año 2010 y 2012. En la siguiente tabla se describen brevemente los biocombustibles usados en Perú, a partir del año 2010:

Tabla 76: Biocombustibles en el Perú

Combustible	Descripción	% Mezcla
Gasohol	Es la mezcla que contiene gasolina (de 84, 90, 95 ó 97 octanos y otras según sea el caso) y 7.8%Vol de Alcohol Carburante. Comercializada a partir del 1 de enero del 2010.	7.8%
Diésel B2	A partir del 01 julio 2010 se inició la comercialización de este combustible, en reemplazo del Diésel 2. El Diésel B2 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N°2 y 2% en volumen de Biodiesel (B100).	2%
Diésel B5	A partir del 01 Enero 2011 se inició la comercialización de este combustible, en reemplazo del Diésel B2. El Diésel B5 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N°2 y 5% en volumen de Biodiesel (B100).	5.0%

Fuente: PETROPERU - <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=62>

De acuerdo a lo anterior, por ejemplo, para los combustibles: Diésel B5 y Gasohol que contienen el 5% y 7.8% de etanol, respectivamente; el FE para CO₂ se estima multiplicando el porcentaje de diésel y gasolina por el FE por defecto de las GL 2006:

Diésel B5: 74,100 x 95% = 70,395 Kg/TJ

Gasohol: 69,300 x 92.2% = 63,894 Kg/TJ

De forma similar, se estima para los FE del CH₄ y N₂O

4.2.3. Transporte ferroviario

Para la elaboración de los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012 se ha considerado las siguientes empresas ferroviarias.

1A3c Ferroviario:

I. Concesionaria: Ferrovías Central Andina S.A

Empresa:

1. *Ferrocarril Central Andina S.A (*)*

II. Concesionaria: Ferrocarril Transandino S.A

Empresas:

2. *Perurail S.A*

3. *Inca Perurail S.A.C (**)*

4. *Andean Railways Corp S.A.C*

III. Concesionaria: A cargo del MTC

Empresa:

5. *Ferrocarril Huancayo-Huancavelica (*)*

IV. Concesionaria: A cargo del Gobierno Regional de Tacna

Empresa:

6. *Ferrocarril Tacna Arica.*

V. Concesionaria: Privada

Fuente: MTC¹⁴

(*) Información disponible para el INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012

(**) Información disponible solo para el INGEI 2012

4.2.3.1. Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: Se estiman las emisiones de CO₂ usando los factores de emisión por defecto específicos del combustible, que las GL 2006 brinda y la cantidad combustible consumido.

Nivel 2: Para el CH₄ y N₂O, se estiman las emisiones con los factores de emisión específicos del país y el combustible consumido.

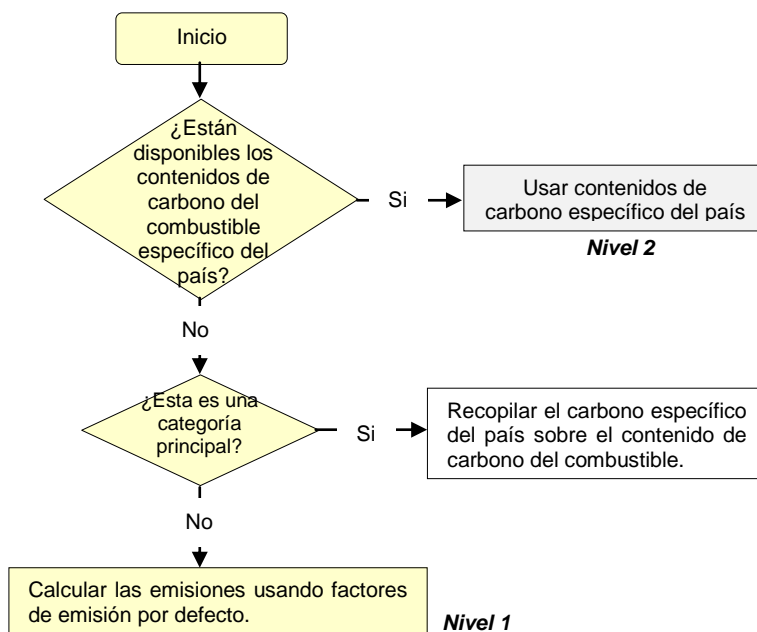
Nivel 3: Se requiere datos al detalle de cada tipo de motor y tren, horas anuales de utilización de la locomotora, potencial nominal promedio de la locomotora.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar qué nivel debe utilizarse para estimar las emisiones procedentes del transporte ferroviario.

14

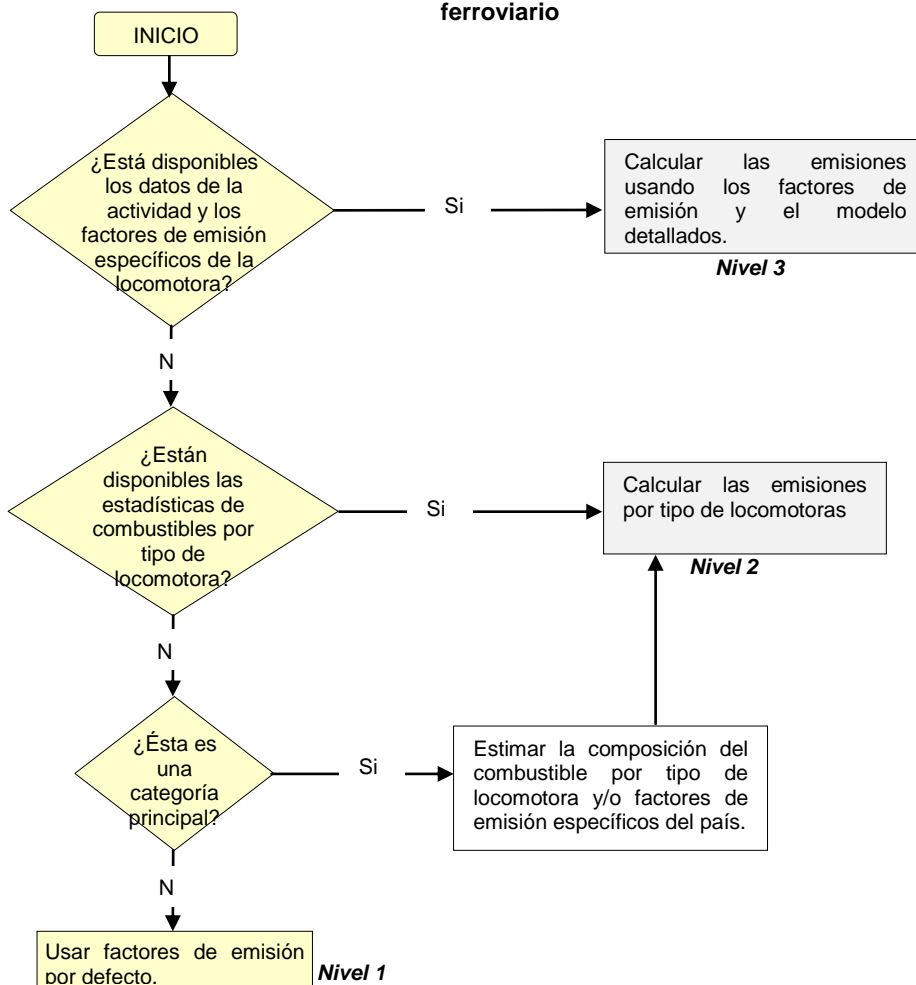
Disponible en : http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_ferrocarriles/documentos/Mapa%20Ferrocarriles%20Peru_2013-A3.pdf
Anexo E-Fuentes móviles (Mapa Ferrocarriles Peru_2013-A3.PDF)

Diagrama 9: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ procedentes del transporte ferroviario



Fuente: GL 2006, volumen 2 – figura 3.4.1

Diagrama 10: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes del transporte ferroviario



Fuente: GL 2006, volumen 2 – figura 3.4.2

Dado que la información disponible para los años 2000, 2005, 2010 y 2012 para la estimación de emisiones de esta subcategoría es el consumo de combustibles y el factor de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O por defecto del IPCC, y siguiendo los pasos de los árboles de decisiones, el nivel a aplicar es el Nivel 1.

La ecuación a utilizar para el nivel 1 es:

Ecuación 8: Para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en el Transporte Ferroviario.

$$\text{Emisión} = \sum_j (\text{Combustible}_j \times EF_j)$$

Dónde:

Emisión = Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O (kg)

Combustible_j = Tipo de combustible *j* consumido en (TJ).

EF_j = Factor de emisión (kg/TJ), por tipo de combustible.

j = Tipo de combustible

Fuente: GL2006, Volumen 2, página 3.41 y Ecuación 3.4.1

4.2.3.2. Niveles de actividad

Para el INGEI 2000, no se modificó el nivel de actividad, debido que no se ha logrado recopilar información para este año, por parte de las empresas ferroviarias, ni del MTC – DGCyF. Por lo tanto se opta por mantener la información ya planteada en el INGEI 2000.

Tabla 77: Información de consumo de combustible en empresas ferroviarias año 2000

Empresa	Huancayo - Huancavelica	Southern Perú	Central Andino
Número de vehículos	9	28	
km/año	77,299.2	188,194	
Galones/año	182,510	102,698	2,041,403

Fuente: INGEI 2000

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para los INGEI 2005, 2010 y 2012 para la subcategoría transporte ferroviario.

Tabla 78: Nivel de Actividad de la subcategoría transporte ferroviario

Codificación	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de información
1		Energía		
1A		Quema de combustibles		
1A3		Transporte		
1A3c		Ferrovial		
	Locomotoras de trenes (Ferrocarriles Central Andino e Inca Rail)	• Consumo de combustible de las locomotoras, por empresa ferroviaria (2005, 2010 y 2012).	• Empresa Central Andino.	
	Locomotoras de trenes (Huancayo-Huancavelica y Southern Perú)	• Ratio de consumo de combustible por número de locomotoras, extraído del INGEI 2000. • Número de locomotoras circulantes por empresa ferroviaria.	• INGEI 2000. • MTC - DGFC	

Leyenda de Calidad:

- No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.
- Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.
- La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien. Se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector.

En la versión original del INGEI 2010, por no contar con información de ninguna empresa, se contabilizó las locomotoras, autocarriles y autovagones (146 en total), luego se multiplicó por un ratio de consumo (19,228 galones de diésel / N° de locomotoras al año), lográndose obtener un consumo de 2,807,316 galones de diésel.

En la actualización del INGEI 2010 en el transporte ferroviario, se logró obtener información actualizada de dos empresas:

Tabla 79: Actualización de nivel de actividad para el INGEI 2010

Empresa	Tipo de Combustible	Combustible [gal]
Central Andino	Petróleo Diésel B2 S50 UV	3,159,453
Inca Rail	Diésel	22,246

Para las demás empresas se siguió usando el ratio estimado para el INGEI 2000:

Tabla 80: Ratio de empresas ferroviarias

Empresa	Huancayo - Huancavelica	Southern Perú
Número de vehículos año 2000	9	28
Galones/año	182510	102698.00
Ratio [Gal/N° Vehículo]	20278.89	3667.79

Fuente: INGEI 2000

Con el ratio presentado en la tabla anterior, y multiplicando el número de locomotoras de las empresas se obtiene un nuevo consumo anual de combustible para el 2010:

Tabla 81: Estimación de consumo de combustible en empresas ferroviarias

Unidades de Locomotoras, Autovagón y Autocarril		Combustible [gal]
Empresa y tipo de vehículo	N° equipos	
Ferrocarril Huancayo-Huancavelica		
Locomotora	3	60,837
Autovagón y autocarril	5	
Southern Perú Copper Co.		
Locomotora	29	106,366

Cabe mencionar, a excepción de la empresa Southern Perú Copper, los únicos equipos que contienen motor propio son las locomotoras, los autovagones y autocarriles son parte del tren o complemento de las locomotoras.

4.2.3.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones GEI es necesario tener un factor de conversión (TJ/unidad), este nos permite obtener el consumo de combustible quemado en unidades de energía (TJ), tal como se requiere para luego multiplicar con el factor de emisión y así obtener las emisiones GEI. Para lograr obtener este factor de conversión es necesario de las características de los combustibles, tales como VCN (Valor Calorífico Neto) y densidad de cada combustible.

En esta subcategoría, los combustibles utilizados son Diésel.

Respecto a las densidades y VCN, para el año 2000, se conservaron los valores, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 82: Densidad y VCN de los combustibles en transporte ferroviario

Combustible	Densidad (g/l)	VCN (TJ/10 ³ Ton)
Diésel	857.056	43.33

Fuente: INGEI 2000

Para los años 2005, 2010 y 2012 se consideraron los valores:

Tabla 83: VCN de los combustibles en transporte ferroviario para los INGEI

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu

Tabla 84: Densidades de los combustibles en transporte ferroviario para los INGEI

Tipo de combustible	Densidad	Unidad	Fuente
Diésel B5	0.842	Kg/L	Carta Formal de Petroperu

Respecto a los factores de emisión de los combustibles mencionados, a continuación se presenta los factores de emisión a usar:

Tabla 85: Factores de emisión GEI para transporte ferroviario

GEI	DIESEL (Kg/TJ)		
	Por defecto	Inferior	Superior
CO ₂	74,100	72,600	74,800
CH ₄	4.15	1.67	10.40
N ₂ O	28.60	14.30	85.80

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.43, cuadro 3.4.1

En esta subcategoría, el combustible utilizado es Diésel B5, combustible con el 5% de biocombustible y que sustituye al diésel B2, a partir de enero del 2011.

Respecto a las densidades, VCN y Factor de emisión del combustible mencionado a continuación se presenta los valores usados:

Tabla 86: variables y constantes para el diésel B5 para transporte ferroviario del INGEI 2012

Variable / constante	VCN	Unidad	Fuente
VCN	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Densidad	0.842	Kg/L	Carta Formal de Petroperu
FE de CO ₂	70,395 (*)	Kg/TJ	GL 2006-Volumen 2, página 3.43, cuadro 3.4.1
FE de CH ₄	3.9 (*)	Kg/TJ	GL 2006-Volumen 2, página 3.43, cuadro 3.4.1
FE de N ₂ O	27.2 (*)	Kg/TJ	GL 2006-Volumen 2, página 3.43, cuadro 3.4.1

(*) Estimación con 5% de mezcla del etanol, para el diésel B5 en el Perú.

4.2.4. Transporte marítimo y fluvial

Esta subcategoría provoca emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Para la elaboración de los INGEI 2005, 2010 y 2012, se ha considerado las siguientes fuentes:

1A3di: Navegación marítima internacional.

1A3dii: Navegación marítima y fluvial.

Para el INGEI 2000, solo se contó con información de navegación marítima y fluvial a nivel nacional (1A3dii).

4.2.4.1. Elección del nivel de cálculo

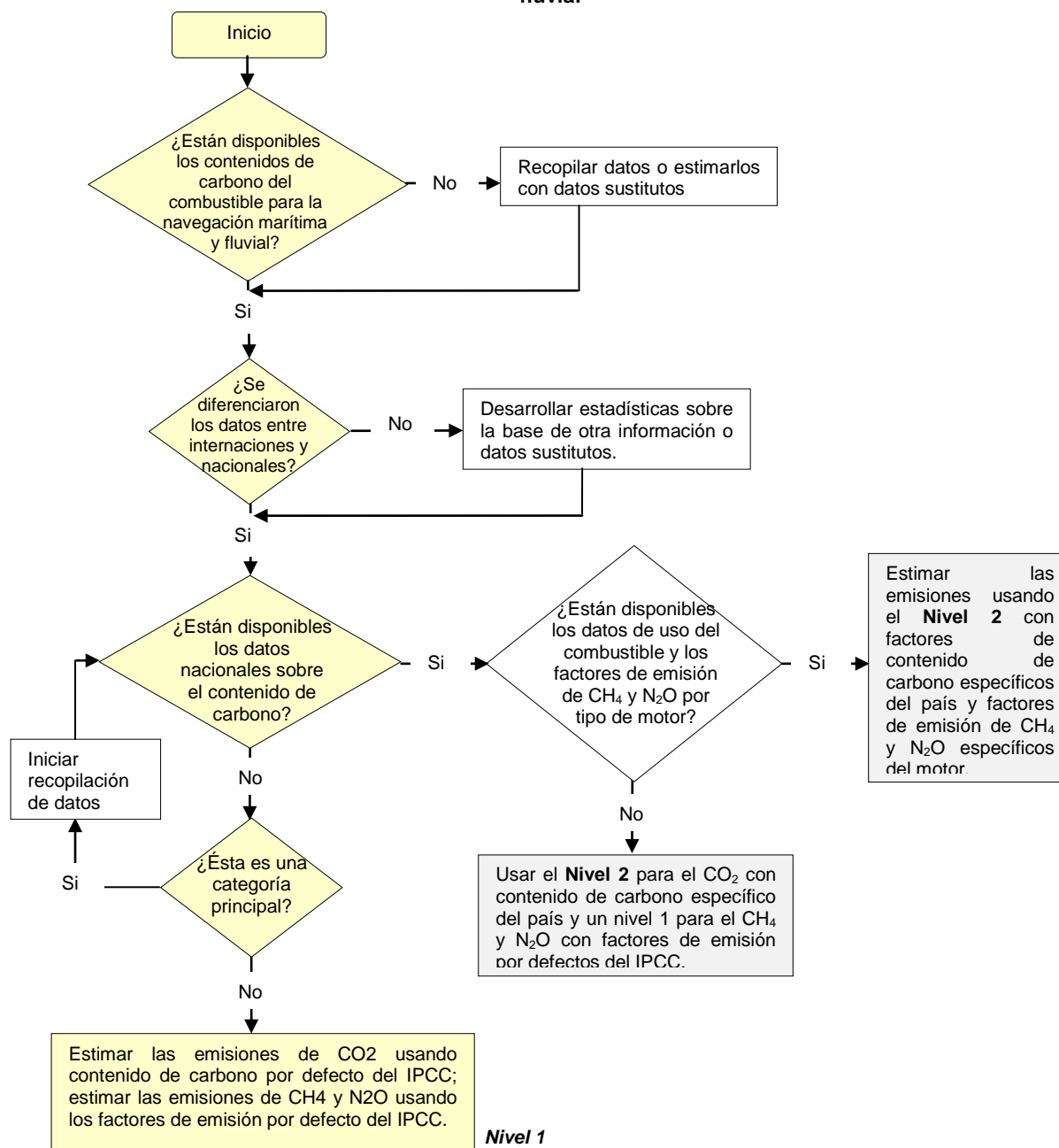
El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: Se estiman las emisiones usando los factores de emisión por defecto específicos del combustible, que las GL 2006 brinda y la cantidad combustible consumido.

Nivel 2: También utiliza el consumo de combustible, pero exige los factores de emisión específicos del país.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar qué nivel debe utilizarse para estimar las emisiones procedentes del transporte marítimo y fluvial:

Diagrama 11: Árbol de decisión para las emisiones de CO₂ procedentes de la navegación marítima y fluvial



Fuente: GL 2006, volumen 2 – figura 3.5.1

Dado que la información disponible para los años 2000, 2005, 2010 y 2012 para la estimación de emisiones de esta subcategoría es el consumo de combustibles y el factor de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O por defecto del IPCC, y siguiendo los pasos del árbol de decisión, se aplica el Nivel 1.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 9: Para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en Transporte marítimo y fluvial

$$\text{Emisiones} = \sum (\text{Combustible Consumido}_{ab} \times \text{Factor de emisión}_{ab})$$

En

Combustible = Combustible consumido en (TJ)

EF = Factor de emisión (kg/Tj)

a = Tipo de combustible.

b = Tipo de navegación marítima y fluvial (es decir, barco o bote, etc.)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 2, página 3.47 y Ecuación 3.5.1

4.2.4.2. Niveles de actividad

Para el INGEI 2000, no se modificó el nivel de actividad, debido que no se ha logrado recopilar información para este año, por parte de las empresas ferroviarias, ni del MTC – DGCyF. Por lo tanto se opta por mantener la información reportada en el INGEI 2000.




Tabla 87: Información de consumo de combustible en naves fluviales y navales a nivel nacional para el año 2000

TIPO	DESCRIPCION	Total	Tipo de Combustible	Consumo Promedio (gal/N° nave)	Total Anual (GI)
A/F	Artefacto fluvial	122	Diésel	18,103	2,208,566
E/F	Empujador fluvial	71	Diésel	50,091	3,556,461
B/F	Bote fluvial	65	Gasolina de 84	4,059	263,835
B/L	Bote lacustre	85			
A/L	Artefacto lacustre	1			
D/M	Naves de recreo	1			
LANCHA	Embarcación fluvial	1			
M/F	Motonave fluvial	164	diésel	27,583	4,523,612
M/L	Motonave lacustre	6			
Y/C	Yate costero	24	diésel	133,893	3,213,432
M/N	Motonave	22	diésel	121,489	2,672,758

Fuente: INGEI 2000

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para los INGEI para la subcategoría transporte marítimo y fluvial.

Tabla 88: Nivel de Actividad de la subcategoría transporte marítimo y fluvial

Codificación					Nombre	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de información
1					Energía			
	1A				Quema de combustibles			
		1A3			Transporte			
			1A3d		Navegación Marítima y Fluvial			
				1A3di	Navegación marítima internacional.	• Combustible abastecido a naves (nacionales) en el Puerto Callao para el año 2005, 2010 y 2012.	• APN (Autoridad Portuaria Nacional) de los años 2011 al 2014	
				1A3dii	Navegación marítima nacional.	• Combustible abastecido a naves (internacionales) en el Puerto Callao para el año 2005, 2010 y 2012.	• APN (Autoridad Portuaria Nacional) de los años 2011 al 2014.	
					Navegación fluvial nacional.	• Ratio de consumo de combustible por número de naves.	• INGEI 2000.	
Leyenda de Calidad:  No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.  Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.  La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien. Se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector								

El INGEI 2010, originalmente se presentó el siguiente nivel de actividad estimado por la multiplicación del número de unidades de naves por el promedio de consumo de combustible (N° de naves x galones / N° de naves anuales) tomado del INGEI 2000.

Sin embargo en la actualización del INGEI 2010, se logró obtener información actualizada de la APN (Autoridad Portuaria Nacional). La APN, aportó información del año 2011 al 2014, por la que se tuvo que hacer una regresión para el año 2010, logrando obtener el siguiente consumo en los puestos a nivel nacional:

Tabla 89: Combustible estimado para el 2010, en el puerto Callao

Año	IFO'S [TM]	DIESEL'S [TM]
Año 2010	426,106	25,797

Tabla 90: Combustible estimado para el 2010, en otros puertos

Puerto	Diésel B5 [TM]
Ilo	259.22
Matarani	266.63
Paíta	327.94
Pisco	809.62
Salaverry	209.12

4.2.4.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones GEI es necesario tener un factor de conversión (TJ/unidad), este nos permite obtener el consumo de combustible quemado en unidades de energía (TJ), tal como se requiere para luego multiplicar con el factor de emisión y así obtener las emisiones GEI. Para lograr

obtener este factor de conversión es necesario de las características de los combustibles, tales como VCN (Valor Calorífico Neto) y densidad de cada combustible comercializados en el Perú.

En esta categoría, los combustibles utilizados son Diésel, Gasolina e IFO'S.

Respecto a las densidades y VCN de los combustibles mencionados a continuación se los valores usados:

Tabla 91: VCN de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2005

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Gasolina	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
IFO 380	10,531	Kcal/Kg	http://www.energypiagroup.com/pdf/ficha_tecnica_ifo_380.pdf Pág. 3

Tabla 92: Densidades de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2005

Tipo de combustible	Densidad Inferior	Densidad Superior	Unidad	Fuente
Diésel	0.845		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Gasolina	0.708	0.719	g/Cm ³	http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha de seguridad: PDF: Gasohol 84, pág. 4.
IFO 380	991		Kg/m ³	http://www.enap.cl/pag/119/1003/petroleo_uso_marino

Respecto a los factores de emisión de los combustibles mencionados, son los mismos ya presentados en la revisión del INGEI 2000, para el INGEI 2005 se incluye Gasolina, el Fuelóleo residual y transatlánticos:

Tabla 93: Factores de emisión GEI para transporte ferroviario para el INGEI 2005

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasolina	69,300	7	2
Fuelóleo residual	77,400		
Transatlánticos ¹⁵		7	2

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
- Volumen 2: Energía, pág. 3.50.

En el año 2010, los combustibles combinados con biocombustibles (biodiésel 2 y gasohol, al 2% y 7.8%, respectivamente), además del IFO 380. Los valores usados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 94: VCN de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2010

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel B2	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Gasohol	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu

Tabla 95: Densidades de los combustibles en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2010

Tipo de combustible	Densidad Inferior	Densidad Superior	Unidad	Fuente
Diésel B2	0.842		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Gasohol 84	0.708	0.719	g/Cm ³	http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha de seguridad: PDF: Gasohol 84, pág. 4.

¹⁵ Valores por defecto derivados para los motores diésel que utilizan fuelóleo pesado.

Tabla 96: Factores de emisión GEI para transporte marítimo y fluvial

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasohol ^(*)	63,895	6.5	1.8
Diésel B2 ^(*)	72,618	6.9	2

(*) Estimados con el % de mezcla de etanol, para los biocombustibles en el Perú

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

- Volumen 2: Energía, pág. 3.50

Para el año 2012, se cambia el biodiésel 2, por biodiésel 5 (mezcla al 5% de biocombustible y 95% de diésel 2):

Tabla 97: variables del diésel B5 en transporte marítimo y fluvial para el INGEI 2012

Variable / constante	VCN	Unidad	Fuente
VCN	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Densidad	0.842	Kg/L	Carta Formal de Petroperu
F. E de CO ₂	70,395 ^(*)	Kg/TJ	GL 2006-Volumen 2, página 3.50
F.E de CH ₄	6.7 ^(*)	Kg/TJ	GL 2006-Volumen 2, página 3.50
F:E de N ₂ O	1.9 ^(*)	Kg/TJ	GL 2006-Volumen 2, página 3.50

^(*) Estimación con 5% de mezcla del etanol, para el diésel B5 en el Perú.

4.2.5. Otro tipo de transporte

Se incluyen las emisiones de GEI por la quema y la evaporación de combustibles para todas las actividades de:

1A3ei: transporte por gaseoductos.

1A3eii: transporte todo terreno (transporte móvil en aeropuertos y/o puertos)

Estas dos fuentes mencionadas se reportan en la subcategoría “**1A3e**” y provocan emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), para los años 2010 y 2012. Para el año 2005 y 2000 solo se reporta “1A3ei”.

4.2.5.1. Elección del nivel de cálculo

Transporte todo terreno (transporte móvil en aeropuertos y/o puertos)

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O:

Nivel 1: Calcula las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O multiplicando el combustible estimado que se vende con los factores por defecto.

Nivel 2: Es igual al nivel 1, con la excepción de que se utiliza el contenido de carbono específico del país.

Los árboles de decisiones que se presenta a continuación ayuda a seleccionar qué nivel debe utilizarse para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O procedentes del transporte todo terreno.

Diagrama 12: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ en transporte terrestre

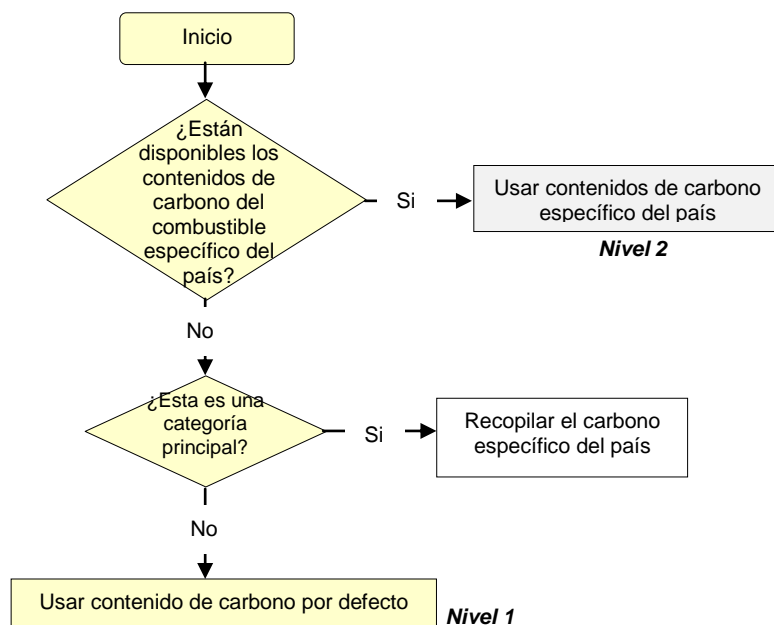
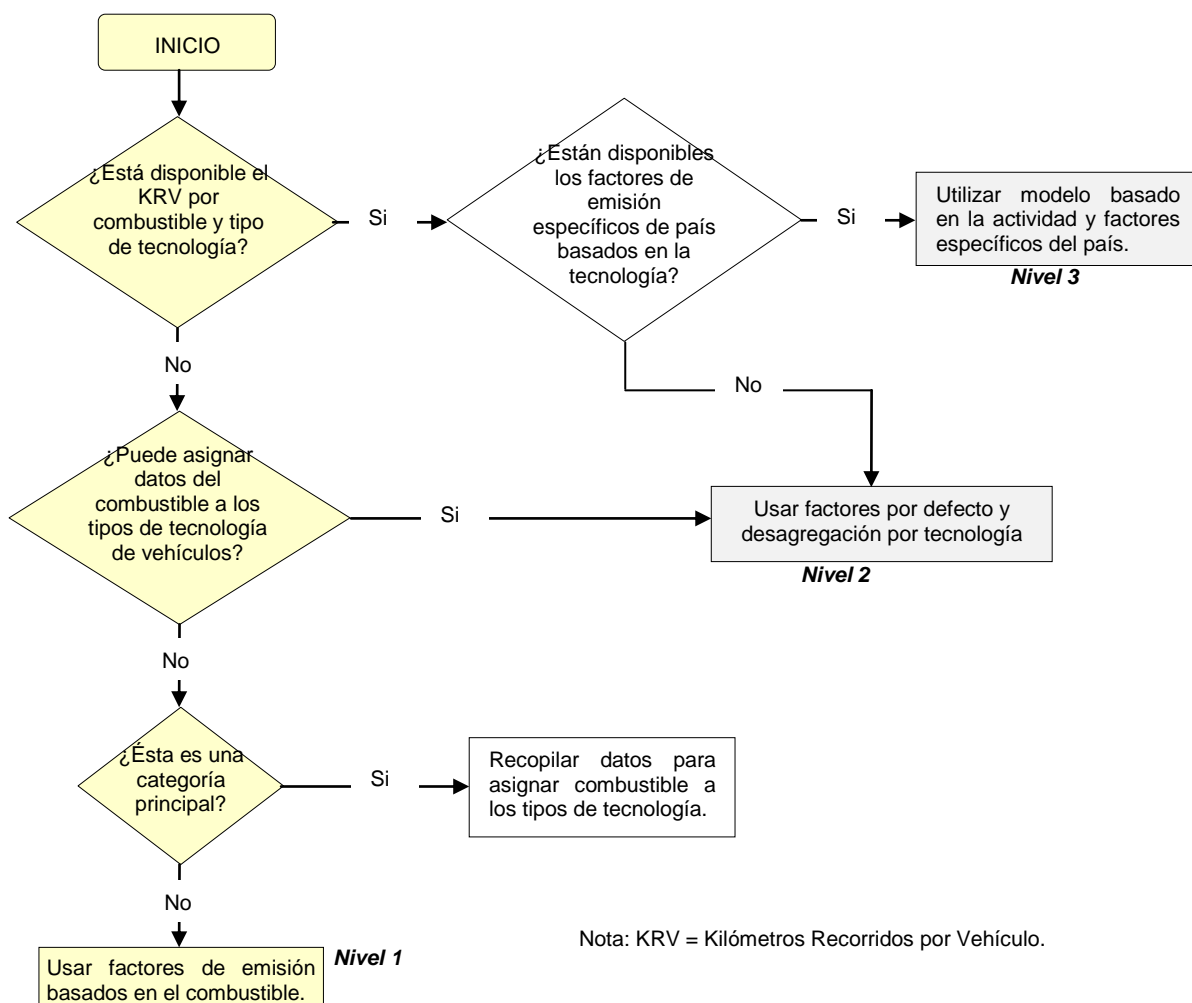


Diagrama 13: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O en transporte terrestre



Nota: KRV = Kilómetros Recorridos por Vehículo.

Dado que la información disponible para los años 2010 y 2012 para la estimación de emisiones de ambas fuentes es el consumo de combustibles y el factor de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O por defecto del IPCC, y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel a aplicar en ambos casos es el Nivel 1. Respecto a la ecuación aplicada para la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es la siguiente:

Ecuación 10: Para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O para combustible quemado en Transporte todo terreno y transporte por gaseoducto

$$\text{Emisiones} = \sum_a (\text{Combustible}_a \times EF_a)$$

Emisiones = Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O (kg)

Combustible = Combustible consumido (TJ)

EF_a = Factor de emisión (kg/TJ).

a = Tipo de combustible

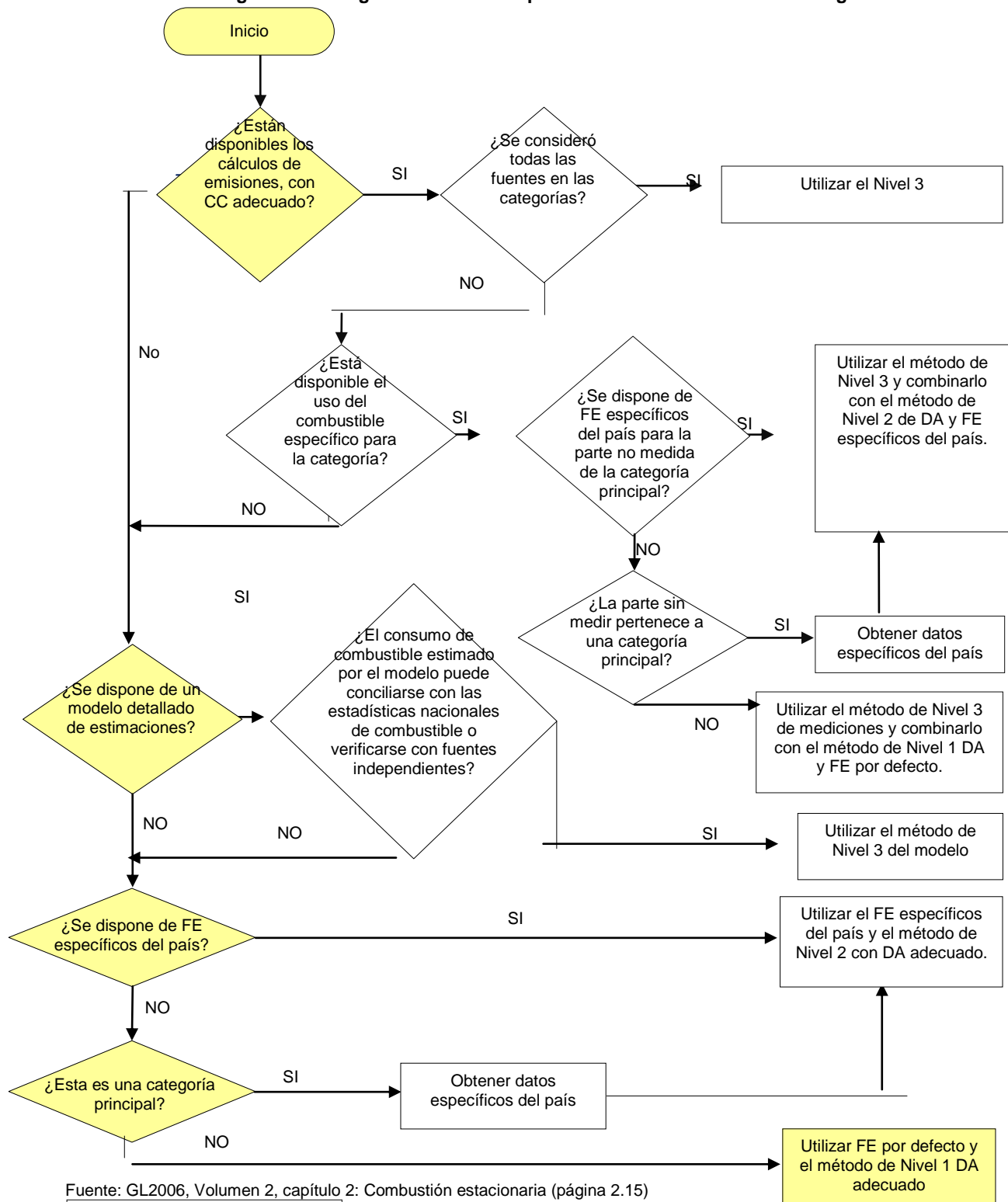
Fuente: GL2006, Volumen 2, Ecuación 3.3.1

Transporte por gaseoductos

- Nivel 1: quema del combustible procedente de las estadísticas nacionales de energía y de los factores por defecto de emisión
- Nivel 2: quema del combustible procedente de las estadísticas nacionales de energía, junto con los factores de emisión específicos del país, en lo posible, derivados de las características nacionales del combustible.
- Nivel 3: estadísticas del combustible y datos relativos a las tecnologías de combustión aplicados juntamente con los factores de emisión específicos de la tecnología.

El nivel de cálculo se selecciona de acuerdo al siguiente diagrama de decisión:

Diagrama 14: Diagrama de decisión para fuentes estacionarias en Energía



Leyenda
 CC: Control de calidad
 DA: Datos del nivel de actividad
 FE: factores de emisión

Nota: una categoría principal es la fuente que reporta mayores emisiones de GEI en un INGEI.

De acuerdo al árbol de decisión, el método seleccionado sería el Nivel 1, este requiere para la fuente de “Transporte por gaseoductos”.

- Cantidad de combustible quemado en las bombas para impulsar el combustible por tuberías.
- Factor de emisión por defecto, para cada uno de los GEI incluidos en el sector: CO₂, CH₄ y N₂O

Las ecuaciones aplicadas par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, son los siguientes:

Ecuación 11: emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria

$$Emisiones_{GEI, combustible} = Consumo_{combustible} \cdot Factor\ de\ emisión_{GEI, combustible}$$

Dónde:

$Emisiones_{GEI, combustible}$ = emisiones de un gas de efecto invernadero por tipo de combustible (kg GEI)

$Consumo_{combustible}$ = cantidad de combustible quemado (TJ)

$Factor\ de\ emisión_{GEI, combustible}$ = factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg_{GEI}/TJ)




Fuente: GL2006 –volumen 2: Energía, pág. 2.11

4.2.5.2. Niveles de actividad

Para el INGEI 2000 no se incluyó esta fuente, por falta de información del nivel de actividad.

Para los otros INGEI (2005, 2010 y 2012), las fuentes de información se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 98: Nivel de Actividad de la subcategoría Otro tipo de transporte

Codificación					Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad de información
1					Energía			
	1A				Quema de combustibles			
		1A3			Transporte			
			1A3e		Otro tipo de transporte			
				1A3ei	Transporte por gaseoductos.	• Consumo de combustible en bombas para el transporte de petróleo crudo por oleoductos	• Anuario Estadístico de Electricidad de 2000, 2005, 2010 y 2012	
Leyenda de Calidad:  No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.  Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.  La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien. Se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector								

Las GL 2006, indican que se deben incluir en 1A3 (quema de combustibles en fuentes móviles), las emisiones GEI generadas en la actividad del transporte de gaseoductos y oleoductos a nivel nacional. Por lo tanto en la actualización del INGEI 2010 en la categoría especial de transporte se está incluyendo “Otro tipo de transporte”, que incluye el consumo de combustible utilizado en las bombas que generan energía eléctrica que logra un impulso para el transporte de los oleoductos de

Petroperú, esta fuente la GL 2006 la denomina “Transporte por gaseoductos”, el consumo de combustible se aprecia a continuación:

Tabla 99: Combustible quemado en equipos para el transporte de oleoductos - 2010

Empresa	Central	Tipo de Combustible	Total (gal)
Petróleos del Perú - Petroperú S.A.	C.T. ANDOAS	Diésel B2 (S-50)	156,079
	C:T Bayobar	Diésel B2 (S-50)	110,787
	C.T. ESTACION 1	Diésel B2 (S-50)	161,582
	C.T. ESTACION 5	Diésel B2 (S-50)	176,164
	C.T. ESTACION 6	Diésel B2 (S-50)	47,352
	C.T. ESTACION 7	Diésel B2 (S-50)	11,569
	C.T. ESTACION 8	Diésel B2 (S-50)	67,822
	C.T. ESTACION 9	Diésel B2 (S-50)	86,572
	C.T. ESTACION MORONA	Diésel B2 (S-50)	37,356
TOTAL			855,283

En esta subcategoría, se incluye la fuente “Todo terreno”, que son los vehículos no incluidos en el transporte terrestre anteriormente; estos vehículos realizan actividades interiormente en los aeropuertos o puertos. Para la actualización del INGEI 2010, se ha logrado recopilar la siguiente información, que son vehículos que realizan actividades en algunos aeropuertos del Perú:

Tabla 100: Combustible quemado en otros equipos todo terreno

Tipo de Equipo móvil	Gasolina	Diésel B2
Camioneta	100	1,781
Cuatrimoto	738	0
Moto Lineal	422	0
Tractor	0	408
Van	12	767
Vehículo de Rescate	0	6,943
Ómnibus	611	3,834
Motocar	80	0
Total	1,963	13,734

Fuente: Aeropuertos del Perú (ADP)

4.2.5.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones GEI es necesario tener un factor de conversión (TJ/unidad), este nos permite obtener el consumo de combustible quemado en unidades de energía (TJ), tal como se requiere para luego multiplicar con el factor de emisión y así obtener las emisiones GEI. Para lograr obtener este factor de conversión es necesario de las características de los combustibles, tales como VCN (Valor Calorífico Neto) y densidad de cada combustible comercializados en el Perú.

En esta categoría, los combustibles utilizados es Diésel. Respecto a las densidades y VCN de los combustibles mencionados a continuación se presenta los valores usados:

Tabla 101: VCN de los combustibles en otro tipo transporte para el INGEI 2000 y 2005

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu

Tabla 102: Densidades de los combustibles en otro tipo de transporte para el INGEI 2000 y 2005

Tipo de combustible	Densidad 1	Densidad 2	Unidad	Fuente
Diésel	0.842		Kg/L	Carta Formal de Petroperu

Respecto a los factores de emisión de los combustibles para transporte por gasoductos, a continuación se presenta los valores usados:

Tabla 103: Factores de emisión GEI de consumo de combustible utilizado para transporte por gaseoducto

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gas/Diésel	74100	3	0.6

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 – 2.17

Como en otras fuentes de la categoría de quema de combustibles, para el año 2010, en el Perú se comercializaba el biodiésel B2 (mezclado al 2% con biocombustible), cuyos valores se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 104: VCN de los combustibles en otro tipo transporte para el INGEI 2005

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel B2	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu

Tabla 105: Densidades de los combustibles en otro tipo de transporte para el INGEI 2005

Tipo de combustible	Densidad 1	Densidad 2	Unidad	Fuente
Diésel B2	0.84		Kg/L	Carta Formal de Petroperu

Respecto a los factores de emisión de los combustibles para transporte por gasoductos, a continuación se presenta los valores usados:

Tabla 106: F.E GEI de consumo de combustible utilizado para transporte por gaseoducto INGEI 2010

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Diésel B2	72618	2.9	0.6

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 – 2.17

Tabla 107: Factores de emisión GEI de consumo de combustible utilizado para todo terreno INGEI 2010

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Diésel B2	72618	3.8	3.82
Gasohol	63894.6	30.43	2.95

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 2.16 – 2.17

Finalmente, en el año 2012, se cambió el biodiésel 2, por el biodiésel 5, cuyos valores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 108: VCN de los combustibles en otro tipo transporte para el INGEI 2012

Tipo de combustible	VCN	Unidad	Fuente
Diésel B5	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu
Gasohol	0.04	GJ/kg	Carta Formal de Petroperu

Tabla 109: Densidades de los combustibles en otro tipo de transporte para el INGEI 2012

Tipo de combustible	Densidad 1	Densidad 2	Unidad	Fuente
Diésel B5	0.842		Kg/L	Carta Formal de Petroperu
Gasohol	0.708	0.719	g/Cm3	http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/ Ficha de seguridad: PDF: Gasohol 84, pág. 4.

Tabla 110: Factores de emisión GEI para transporte todo terreno¹⁶ INGEI 2012

Tipo de combustible	CO ₂ [kg/TJ]	CH ₄ [kg/TJ]	N ₂ O [kg/TJ]
Gasohol (*)	63,894	3.5	5.26
Diésel B5(*)	70,395	3.7	3.71

(*) Estimados con el % de mezcla de etanol, para los biocombustibles en el Perú

Fuente: GL2006 - Volumen 2: Energía, pág. 3.16

4.3. Procesos Industriales y uso de Productos

Las emisiones de GEI provenientes del sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) han sido estimadas aplicando las GL 2006. Las categorías, subcategorías y fuentes incluidas en el sector PIUP, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se listan en la siguiente tabla:

Codificación	Descripción	Categorización INGEI
2	Procesos Industriales y uso de productos	Sector
2A	Industria de los minerales	Categoría
2A1	Producción de cemento	Sub categoría
2A2	Producción de cal	Sub categoría
2A3	Producción de vidrio ^{*1}	Sub categoría
2A4	Otros uso de carbonatos en los procesos	Sub categoría
2A4a	Cerámicas (ladrillos)	Fuente
2A4b	Otros usos de ceniza de sosa	Fuente
2A5	Otros ^{*1}	Sub categoría
2B	Industria química	Categoría
2B1	Producción de amoníaco	Sub categoría
2B2	Producción de ácido nítrico ^{*1}	Sub categoría
2B3	Producción de ácido adípico ^{*1}	Sub categoría
2B4	Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico ^{*1}	Sub categoría
2B5	Producción de carburo ^{*2}	Sub categoría
2C	Industria de los metales	Categoría
2C1	Producción de hierro y acero	Sub categoría
2C2	Producción de ferroaleaciones ^{*1}	Sub categoría
2C3	Producción de aluminio	Sub categoría
2C4	Producción de magnesio ^{*1}	Sub categoría
2C5	Producción de Plomo	Sub categoría
2C6	Producción de zinc ^{*1}	Sub categoría

Fuente: Elaboración propia

^{*1} No se incluyen en el INGEI, puesto que no se cuenta con información de nivel de actividad.

^{*2} En el Perú solo se ha identificado la producción de carburo de calcio, más no la de carburo de silicio. Si bien se denomina "Producción de carburo", esta subcategoría también incluye el uso del carburo.

¹⁶ Los factores de emisión utilizados en esta fuente, corresponden a los factores de emisión por defecto para transporte terrestre.

4.3.1. Industria de los minerales

De acuerdo a la GL 2006¹⁷, en esta categoría se incluye las emisiones por las siguientes fuentes:

- **2A1 Producción de cemento**
- **2A2 Producción de cal**
- **2A3 Producción de Vidrio** ¹⁸
- **2A4 Otros usos de carbonatos en los procesos**
 - **2A4a Cerámicas (Uso de la calcita / dolomita en la producción de ladrillos)**
 - **2A4d Otros (Producción de carbonato de sodio)**
- **2A5 Otros** ¹⁸

4.3.1.1. Producción de cemento

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: se solicita la producción de cemento, donde el porcentaje de clínker es por defecto (86%). El factor de emisión utilizado es el de por defecto.

Nivel 2: se recopila la información de producción de clínker, el factor de emisión puede ser por defecto o calculado en base a la composición de la masa.

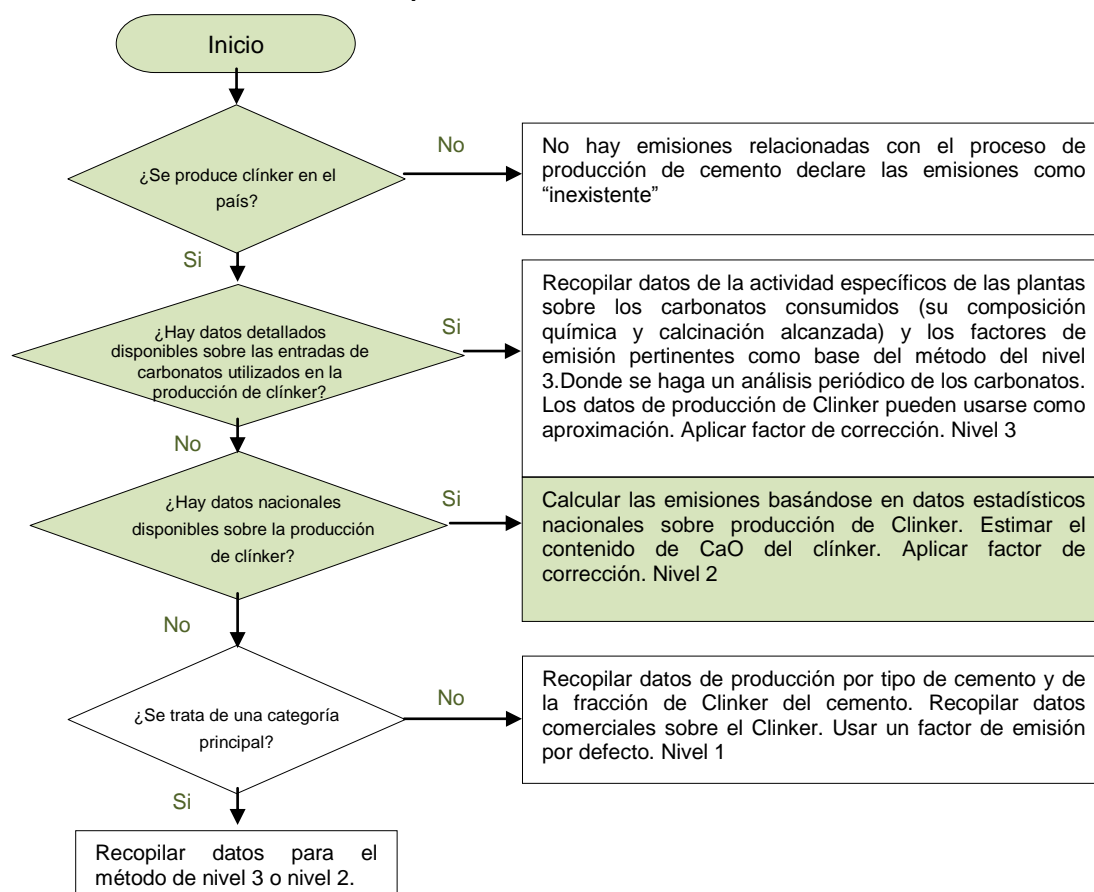
Nivel 3: las emisiones GEI son calculadas en base a todas las entradas de carbonatos que se aplica a todas las fuentes de materias primas y combustibles, así como, los datos específicos de la planta.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

¹⁷ Archivo adjunto en Anexo P, "Reporting Guidance.pdf" página 8.19

¹⁸ No se ha incluido en el presente informe por carecer de información de producción nacional

Diagrama 15: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO₂ procedentes de la producción de cemento



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.10, figura 2.1

Dado que la información disponible al 2012 para la estimación de emisiones GEI de esta categoría es la producción de clínker y su composición -directamente entregado por las empresas-, de acuerdo a lo que se describe en las OBP2000¹⁹ y siguiendo los pasos del árbol de decisión: el Nivel 2 es el método de cálculo correcto.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 2, es el siguiente:

Ecuación 12: Emisiones de CO₂ provenientes por la Producción de cemento

$$Emisiones_{CO_2e} = FE_{clinker} \times Producción_{clinker} \times FC_{CKD}$$

Donde:

FC: Factor de corrección

CKD: Polvo de horno de cemento

FE_{clinker}: Factor de emisión

Emisiones_{CO2e}: Emisiones Gases de Efecto Invernadero toneladas de dióxido de carbono equivalentes

Producción_{clinker}: Nivel de actividad o producción de clínker.

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.10 y Ecuación 2.2

¹⁹ Guía de buenas prácticas 2000, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo adecuado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de cemento es:

- Producción de clínker:** Cantidad de clínker producida por empresa cementera. esta información ha sido derivada por las empresas cementeras: UNACEM (Cementos Lima y Cementos Andino), Cementos Inka, Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo), Cementos Pacasmayo (Planta Rioja – Cementos Selva) y la empresa Cementos Yura (incluye la empresa Cementos SUR, subsidiaria de Cementos Yura,). Esta información representa el 100% de la producción nacional.
- Composición del clínker,** La participación del carbonato de calcio ($\%_{CaCO_3}$) es necesaria para determinar un factor de emisión del clínker personalizado, de no contar con esta información se puede utilizar el factor de emisión por defecto para este nivel 2. En este caso todas las cementeras brindaron esta información a excepción de Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo y Planta Rioja) por lo que se determinó la composición con promedio de las demás cementeras. En las siguientes tablas se muestra la información recopilada:

En las siguientes tablas se muestra la información de los años 2000, 2005, 2010 y 2012:

Tabla 111: Producción de clínker por tipo - 2000

Producción de clínker					
Empresa \ Tipo de clínker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA	Total
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	1,495,868.00	208,369.00	-	-	1,704,237.00
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	669,374.00	30,805.00	58,869.00	-	759,048.00
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	491,993.00	-	-	-	491,993.00
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	45,258.00	-	-	-	45,258.00
Cementos Inka	-	-	-	-	-
Cementos Yura / Cementos Sur	262,592.90	-	-	-	262,592.90
Total	2,965,085.90	239,174.00	58,869.00	-	3,263,128.90

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 112: Porcentaje del carbonato en el clínker por tipo - 2000

Participación del carbonato de calcio [$\%_{CaCO_3}$]				
Empresa \ Tipo de clínker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	98.63%	92.42%	0.00%	0.00%
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	92.00%	94.00%	90.00%	0.00%
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	95.32%	0.00%	90.00%	0.00%
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	95.32%	0.00%	0.00%	0.00%
Cementos Inka	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cementos Yura / Cementos Sur	94.10%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 113: Producción de clínker por tipo - 2005

Producción de clínker					
Empresa \ Tipo de clínker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA	Total
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	1,822,138.00	274,042.00	45,645.00	434,080.00	2,575,905.00
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	840,318.00	-	42,445.00	-	882,763.00
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	547,149.00	-	27,819.00	-	574,968.00
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	97,214.00	-	-	-	97,214.00
Cementos Inka	-	-	-	-	-
Cementos Yura / Cementos Sur	364,216.90	-	18,376.20	-	382,593.10
Total	3,671,035.90	274,042.00	134,285.20	434,080.00	4,513,443.10

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 114: Porcentaje del carbonato en el clinker por tipo - 2005

Participación del carbonato de calcio [%CaCO₃]

Empresa \ Tipo de clinker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	98.79%	93.97%	91.28%	94.05%
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	92.00%	0.00%	88.00%	0.00%
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	95.40%	0.00%	89.64%	0.00%
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	95.40%	0.00%	0.00%	0.00%
Cementos Inka	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Cementos Yura / Cementos Sur	94.70%	0.00%	94.60%	0.00%

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 115: Producción de clinker por tipo - 2010

Producción de clinker

Empresa \ Tipo de clinker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA	Total
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	3,026,396.00	-	107,921.00	-	3,134,317.00
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	1,118,754.00	-	57,126.00	-	1,175,880.00
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	1,039,645.00	-	54,831.00	-	1,094,476.00
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	159,821.00	-	-	-	159,821.00
Cementos Inka	48,126.80	-	-	-	48,126.80
Cementos Yura / Cementos Sur	592,891.90	-	-	-	592,891.90
Total	5,985,634.70	-	219,878.00	-	6,205,512.70

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 116: Porcentaje del carbonato en el clinker por tipo - 2010

Participación del carbonato de calcio [%CaCO₃]

Empresa \ Tipo de clinker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	98.32%	0.00%	91.16%	0.00%
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	93.00%	0.00%	92.00%	0.00%
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	95.66%	0.00%	91.58%	0.00%
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	95.66%	0.00%	0.00%	0.00%
Cementos Inka	87.42%	0.00%	0.00%	0.00%
Cementos Yura / Cementos Sur	94.30%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 117: Producción de clinker por tipo - 2012

Producción de clinker

Empresa \ Tipo de clinker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA	Total
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	2,783,094.00	-	82,530.00	-	2,865,624.00
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	1,371,499.00	-	120,446.00	-	1,491,945.00
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	1,150,967.00	-	57,824.00	-	1,208,791.00
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	159,071.00	-	-	-	159,071.00
Cementos Inka	15,089.70	-	-	-	15,089.70
Cementos Yura / Cementos Sur	1,430,307.90	-	-	-	1,430,307.90
Total	6,910,028.60	-	260,800.00	-	7,170,828.60

Fuente: Empresas Cementeras del Perú

Tabla 118: Porcentaje del carbonato en el clinker por tipo - 2012

Participación del carbonato de calcio [%CaCO₃]

Empresa \ Tipo de clinker	Tipo I	Tipo II	Tipo V	Tipo IBA
UNACEM - Cementos Lima (Planta de Atocongo)	97.90%	-	91.28%	-
UNACEM - Cementos Andino (Planta de Condorcocha)	93.00%	-	92.00%	-
Cementos Pacasmayo (Planta Pacasmayo)	95.45%	-	91.64%	-
Cementos Pacasmayo (Cementos Selva - Planta Rioja)	95.45%	-	0.00%	-
Cementos Inka	87.37%	-	0.00%	-
Cementos Yura / Cementos Sur	95.10%	-	0.00%	-

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de CO₂ en esta fuente, en los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012, de acuerdo a al método de nivel 2, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 119: Variables y constantes, Producción de cemento

Variable	Valor	Unidad	Fuente
Contenido de CaCO ₃	95%	%CaCO ₃ -defecto	GL2006, Volumen 3, página 2.15 (párrafo 1)
Factor de corrección	1.02	CF _{CKD}	GL2006, Volumen 3, página 2.13, Ecuación 2.4
Composición CaO	65%	%CaO-defecto	GL2006, Volumen 3, página 2.13 (párrafo 1)
Factor de emisión del clíinker	0.5100	tCO ₂ /tcl-defecto	GL2006, Volumen 3, página 2.13 ecuación 2.4

El factor de emisión del clíinker, para cada empresa y tipo de cemento, se calculó en base a los valores teóricos mostrados en la tabla anterior y la información proporcionada por las empresas cementeras del Perú, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, tal como se describe en los siguientes pasos:

Paso 1: calcular el porcentaje del CaO por tipo de clíinker, a partir de los valores teóricos –contenido de CaCO₃ y composición de CaO- de la tabla anterior y la información proporcionada por las cementeras de:

- Porcentaje de carbonato de calcio (%CaCO₃) por cada tipo clíinker

Así, por regla de tres simple, se tiene:

$$\%CaO\text{-calculado} = (\%CaCO_3\text{-DATA} \div \%CaCO_3\text{-defecto}) \times \%CaO\text{-defecto}$$

Dónde:

%CaO-calculado	:	% de CaO a calcular
%CaCO ₃ -DATA	:	% de CaCO ₃ proporcionada por las empresas cementeras
%CaCO ₃ -defecto	:	% de CaCO ₃ para el valor de %CaO por defecto (95%, según GL2006)
%CaO-defecto	:	% de CaO para el valor de %CaCO ₃ por defecto (65%, según GL2006)

Paso 2: calcular el factor de emisión de dióxido de carbono por tonelada de clíinker (FE_{clinker}), a partir de los valores teóricos de la tabla (FE_{defecto} = 0.51 y %CaO-defecto = 65%) y el % de CaO estimado en el Paso 1

Así, por regla de tres simple, se tiene:

$$FE_{clinker} = (\%CaO\text{-calculado} \div \%CaCO_3\text{-defecto}) \times FE_{defecto}$$

Finalmente se aplica el factor de corrección CDK (1.02), obteniendo el factor de emisión –por la producción de clíinker- por tipo de cemento y cementera.

4.3.1.2. Producción de cal

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

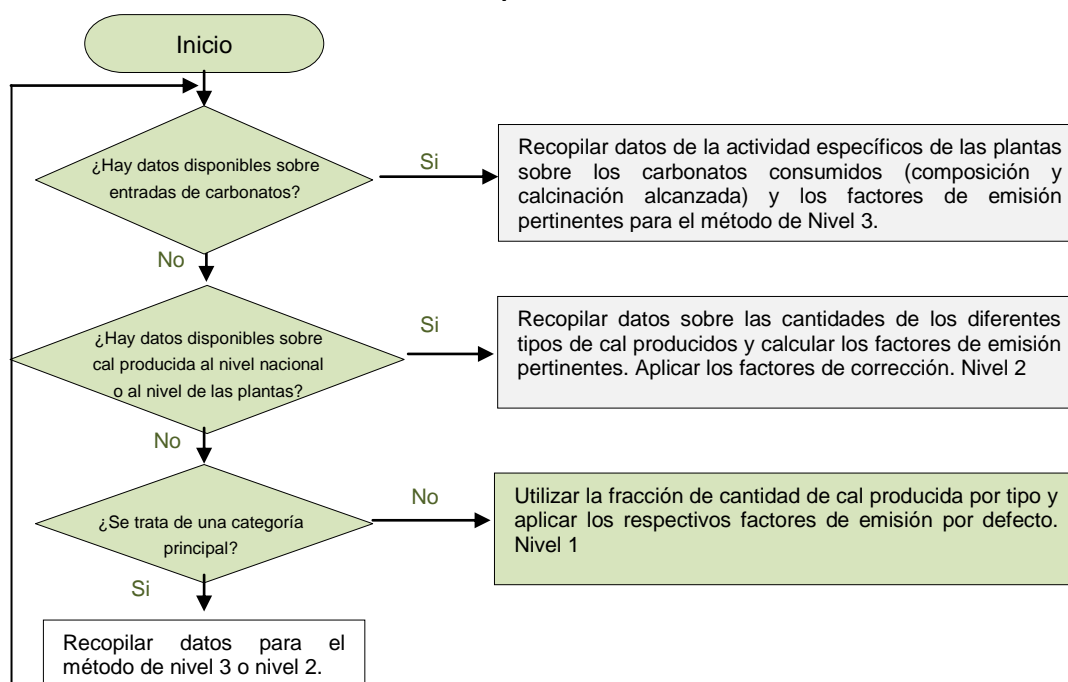
Nivel 1: se recopila la producción nacional de cal y se utiliza el factor de emisión por defecto.

Nivel 2: se recopila la producción nacional de cal por tipo y se aplica el factor de emisión correspondiente por cada tipo de cal.

Nivel 3: se recopila la información de específicos de la planta, como tipos y entrada de carbonatos consumidos para producir cal. Se aplica el factor de emisión por cada tipo de carbonato.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 16: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes de la producción de cal



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.23, figura 2.2

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de cal -y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica*- el método adecuado en la fuente de producción de cal es el nivel 1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de cal y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada para la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 13: Emisiones de CO₂ provenientes por la producción de cal

$$Emisiones_{CO_2} = FE_{cal} \times Producción_{cal}$$

Donde:

FE_{cal} : Factor de emisión

$Emisiones_{CO_2}$: Emisiones Gases de Efecto Invernadero toneladas de dióxido de carbono equivalentes

$Producción_{cal}$: Nivel de actividad o producción de cal.

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.23

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de cal, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012 son:

Tabla 120: Producción de cal - 2000

Toneladas producidas
153,470.93

Fuente: Producción de cal 1995 - 2000 ²⁰

Producción de cal (2005 y 2010): ha sido proyectada en base a la información de INEI (Producción de cal 1995 - 2000). En la siguiente tabla se muestra la información recopilada:

Tabla 121: Producción de cal - 2005

Toneladas producidas
153,470.93

Fuente: Producción de cal 1995 - 2000 ²¹**Tabla 122: Producción de cal - 2010**

Toneladas producidas
318,165.11

Fuente: Producción de cal 1995 - 2000 ²²

Producción de cal: Cantidad de cal producida a nivel nacional. Esta información se ha recopilado del Compendio Estadístico 2014 del INEI (Información que representa el 100% de la producción nacional de cal). En la siguiente tabla se muestra la información recopilada:

Tabla 123: Producción de cal - 2012

Toneladas producidas
424,495.27

Fuente: INEI ²³

Es importante mencionar que la información recopilada corresponde sólo a las empresas formales productoras de cal. De acuerdo a los comentarios del personal de PRODUCE, existen productoras de cal (caleras) que operan de manera informal; de estas productoras no se tiene información del nivel de actividad (producción de cal).

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente en los años 2000, 2005, 2010 y 2012, de acuerdo a al método de nivel 1 (factor de emisión por defecto), son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 124: Variables y constantes, Producción de cal

Variable	Valor	Unidad	Fuente
FE _{cal}	0.7665	tCO ₂ /tcal	GL2006, Volumen 3, página 2.25, ecuación 2.8

4.3.1.3. Otros usos de carbonatos en los procesos (cerámica: producción de ladrillos)

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación, una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: se supone que solo la piedra caliza y dolomita se usan como entradas de carbonatos en el proceso, utilizándose el factor de emisión por defecto.

²⁰ Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap15/ind15.htm

²¹ Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap15/ind15.htm

²² Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap15/ind15.htm

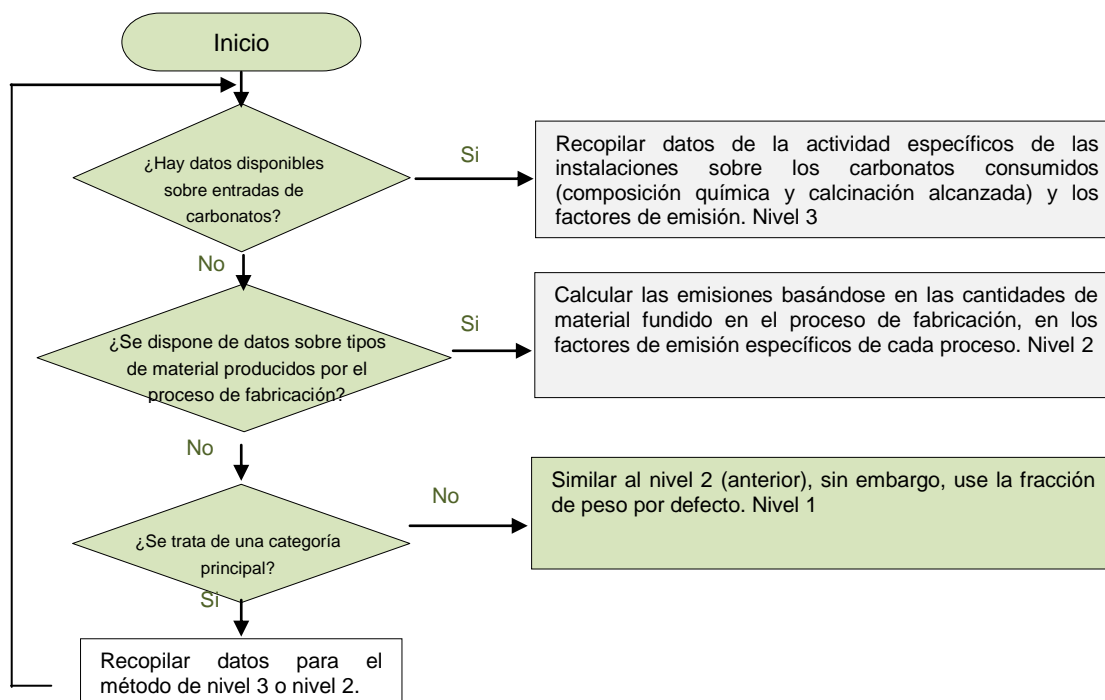
²³ Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap15/ind15.htm

Nivel 2: se usa la piedra caliza y dolomita como únicas entradas, pero en este nivel se utiliza el fracción de cada uno se determina de acuerdo a la información nacional.

Nivel 3: se usa todos los usos de carbonatos que producen emisiones.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 17: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ por el uso de piedra caliza/dolomita



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.40, figura 2.4

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose el uso de piedra caliza / dolomita, de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método adecuado es el nivel 1. Este nivel de cálculo estima las emisiones GEI directamente del uso de la piedra caliza / dolomita y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada para la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 14: Emisiones de CO₂ provenientes de Uso de piedra caliza / dolomita

$$Emisiones_{CO_2e} = M_c \times (0.85 FE_{ls} + 0.15 FE_d)$$

Dónde:

Mc: Carbonato producido

FE_{ls}: Factor de emisión para la calcinación de la piedra caliza

FE_d: Factor de emisión para la calcinación de la dolomita

Emisiones_{CO2e}: Emisiones Gases de Efecto Invernadero toneladas de dióxido de carbono equivalentes

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.33

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de ladrillos es:

Producción de cal: se considera como nivel de actividad la cantidad de cal, producida a nivel nacional. La información de la producción es tomada del Compendio Estadístico del INEI 2014.

Tabla 125: Uso de piedra caliza/dolomita – 2000

Producción de caliza /dolomita [t]
4,334,231.07

Fuente: Compendio Estadístico 2014 – INEI

Tabla 126: Uso de piedra caliza/dolomita – 2005

Producción de caliza /dolomita [t]
7,385,175.52

Fuente: Compendio Estadístico 2014 – INEI²⁴

Tabla 127: Uso de piedra caliza/dolomita – 2010

Producción de caliza /dolomita [t]
11,527,826.00

Fuente: Compendio Estadístico 2014 – INEI²⁵

Tabla 128: Uso de piedra caliza/dolomita – 2012

Producción de caliza /dolomita [t]
16,305,797.00

Fuente: Compendio Estadístico 2014 – INEI²⁶

Porcentaje de la producción de cal destinada a la producción de ladrillos: El porcentaje de la producción destinado a la fabricación de ladrillos (un tipo de cerámica) fue tomado de la Actualización 2009 del INGEI (en el marco del Plan CC), en base a las estimaciones de “Apoyo Consultoría”

En la siguiente tabla se muestra la información recopilada:

Tabla 129: Porcentaje de la producción de cal destinada a la producción de ladrillos

Porcentaje de caliza en ladrillos (%)
4.54 %

Fuente: Actualización 2009 del INGEI (Plan CC)

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente, de acuerdo al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 130: Variables y constantes, Uso de caliza / dolomita

Variable	Valor (por defecto)	Unidad	Fuente
Factor de emisión	0.47732	t CO ₂ /t caliza/ dolomita	GL2006, Volumen 3, página 2.7, Cuadro 2.1

²⁴ Disponible en: (http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap14/ind14.htm) Sección Minería e Hidrocarburos, Índice 20.

²⁵ Disponible en: (http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap14/ind14.htm) Sección Minería e Hidrocarburos, Índice 20.

²⁶ Disponible en: (http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap14/ind14.htm) Sección Minería e Hidrocarburos, Índice 20.

4.3.1.4. Otros usos de carbonatos en los procesos (otros usos de ceniza de sosa)

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

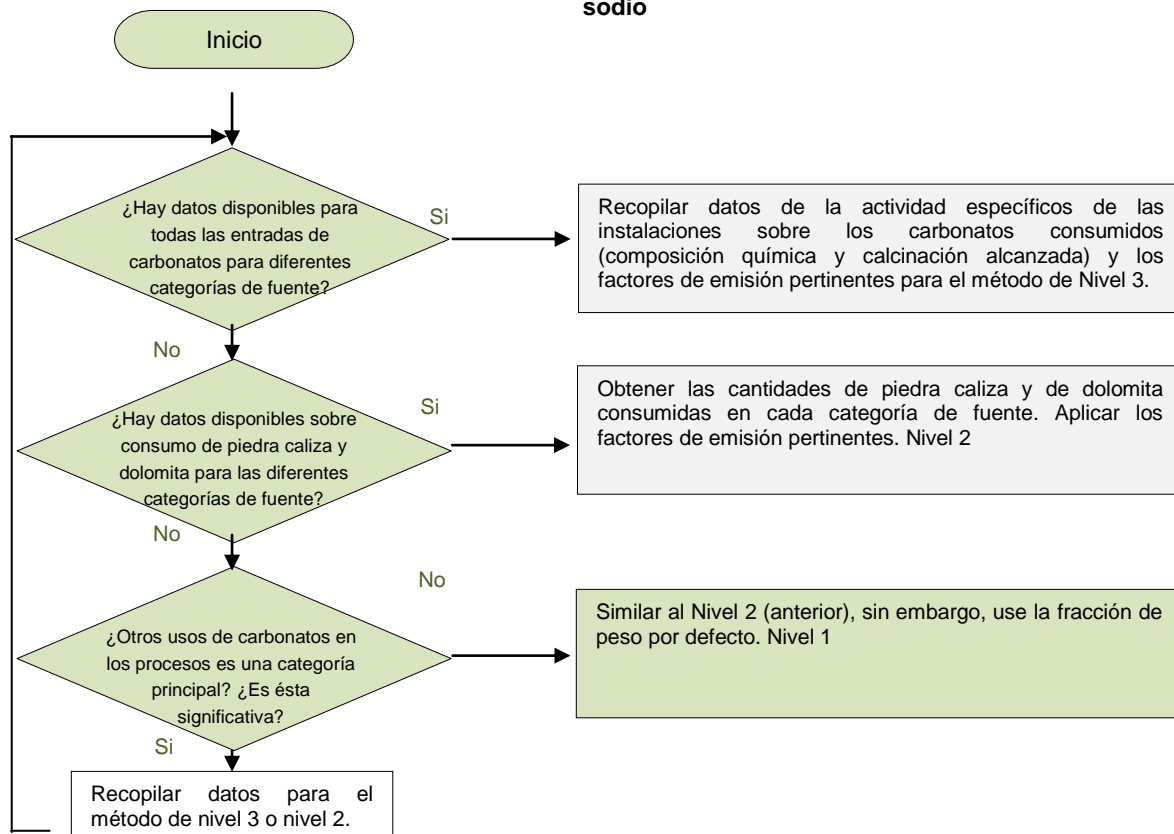
Nivel 1: se supone que solo el carbonato de sodio se usa como entrada en el proceso, utilizándose el factor de emisión por defecto.

Nivel 2: igual que el nivel 1 se usa el carbonato de sodio como única entrada, pero en este nivel se utiliza la fracción de cada uno se determina de acuerdo a la información nacional.

Nivel 3: se usa todos los usos de carbonatos que producen emisiones.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 18: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ por la producción de carbonato de sodio



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.40, figura 2.4

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose el uso de carbonato de sodio, de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica*, el método adecuado en la fuente de uso de carbonato de sodio es el nivel 1. Este nivel de cálculo estima las emisiones GEI directamente del uso de carbonato de sodio y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada para la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 15: Emisiones de CO₂ proveniente por el Uso de carbonato de sodio

$$Emisiones_{CO_2} = M_c \times FE_c$$

Dónde:

Mc: Carbonato producido

FEc: Factor de emisión del carbonato

Emisiones_{CO2e}: Emisiones Gases de Efecto Invernadero toneladas de dióxido de carbono equivalentes

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 2.38

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones GEI en el uso de carbonato de sodio es:

Producción de carbonato de sodio: Cantidad usada a nivel nacional de Na₂CO₃. Esta información ha sido proyectada a partir de la información que se tiene de los años 2000 – 2010 en el “Diagnóstico Situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú” de la Sociedad Nacional de Industrias. Esta proyección se ha basado con la información de los tres años anteriores (método de media móvil), puesto que otros tipos de proyección (logarítmica, cuadrática, etc.) no reportan ajustes (R²) mayores a 0.75.

En las siguientes tablas se muestran la información recopilada de los años 2000, 2005, 2010 y 2012:

Tabla 131: Producción de carbonato de sodio - 2000

Producción (t)	Fuente
22,128	Diagnóstico Situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú, Página 18, cuadro 3

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias - SNI

Tabla 132: Producción de carbonato de sodio - 2005

Producción (t)	Fuente
37,625	Diagnóstico Situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú, Página 18, cuadro 3

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias – SIN

Tabla 133: Producción de carbonato de sodio - 2010

Producción (t)	Fuente
73,282	Diagnóstico Situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú, Página 18, cuadro 3

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias – SIN

Tabla 134: Producción de carbonato de sodio - 2012

Producción (t)	Fuente
64,963	Diagnóstico Situacional sobre cuatro insumos químicos controlados de mayor uso en la fabricación de drogas en el Perú, Página 18, cuadro 3

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias - SNI

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente en los años 2000, 2005, 2010 y 2012, de acuerdo a al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 135: Variables y constantes, Producción de carbonato de sodio

Variable	Valor (por defecto)	Unidad	Fuente
Factor de emisión <small>carbonato de sodio</small>	0.41492	t CO ₂ /t _{Na₂CO₃}	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 2.7, cuadro 2.1

4.3.2. Industria química

4.3.2.1. Producción de amoníaco

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

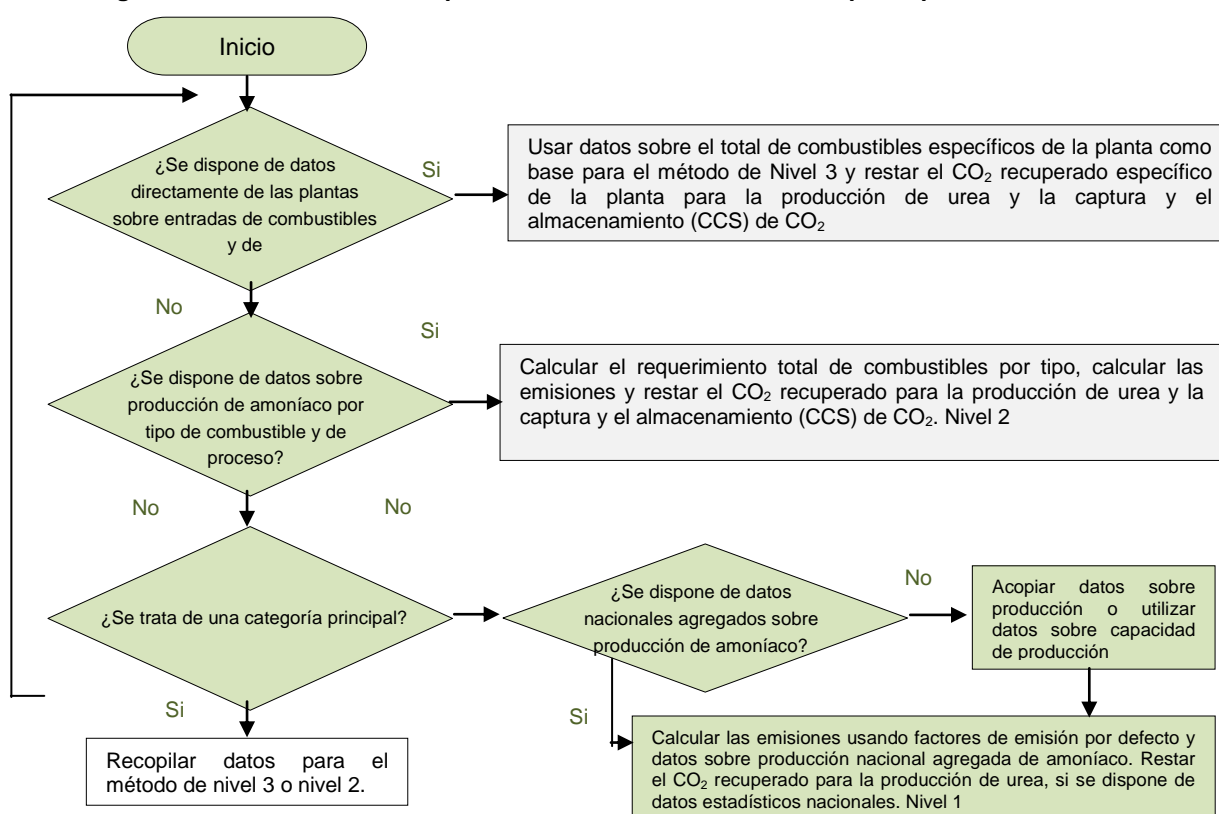
Nivel 1: se basa en estadísticas nacionales y valores por defecto.

Nivel 2: se basa en datos de la planta que se distinguen según tipo de combustible de entrada y tipo de proceso más valores por defecto.

Nivel 3: la información debe ser de cada una de las plantas productoras.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 19: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ por la producción de amoníaco



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 3.12, figura 3.1

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de amoníaco y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método que se ha escogido en la fuente de producción de amoníaco es el nivel1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de amoníaco y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada por la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 16: Emisiones de CO2 provenientes por la Producción de amoníaco

$$Emisiones_{CO_2} = AP \times FR \times CCF \times FOC \times \frac{44}{12} - R_{CO_2}$$

Donde:

AP: Producción de amoníaco, toneladas
FR: Combustible requerido por unidad de salida, GJ/toneladas de amoníaco producido
CCF: Factor del contenido de carbono del combustible, kg. C/GJ
FOC: Factor de oxidación de carbono del combustible, fracción
R_{CO2} CO₂ recuperado para utilización ulterior en un proceso secundario (producción de urea), kg.

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 3.10 y Ecuación 3.1

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de amoníaco es:

Producción de amoníaco. Cantidad de amoníaco producida a nivel nacional. La producción de amoníaco de los años 2000, 2005, 2010 y 2012 han sido calculado considerando la información de producción de amoníaco de la Actualización 2009 del INGEI (Oficio N°2344-2012-PRODUCE). La proyección se ha basado con la información de los tres años anteriores (método de media móvil), puesto que otros tipos de proyección (logarítmica, cuadrática, etc.) no reportan ajustes (R²) mayores a 0.75.

En la siguiente tabla se muestra la información recopilada (2009) e información con la regresión realizada (2012 - 2000):

Tabla 136: Producción de amoníaco 2012 - 2000

Año	Producción de amoníaco [t]	Porcentaje de variación (Año / 2009) (%)
2012	861.33	38.92%
2011	824.75	21.02%
2010	681.51	17.44%
2009	620.00	0.00%
2008	584.11	-5.79%
2007	501.58	-19.10%
2006	430.10	-30.63%
2005	374.78	-39.55%
2004	345.75	-44.23%
2003	330.32	-46.72%
2002	316.09	-49.02%
2001	293.61	-52.64%
2000	349.90	-43.56%

Fuente: Actualización INGEI 2009, (Oficio N° 2344-2012-PRODUCE)

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente, de acuerdo a al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 137: Variables y constantes, Producción de amoníaco

Variable	Valor (por defecto)	Unidad	Fuente
Factor de emisión por Oxidación parcial	2,772	tCO ₂ /t NH ₃	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 3.13, Cuadro 3.1

4.3.2.2. Producción de carburo

En esta fuente se considera las emisiones de dióxido de carbono que se generan en el proceso de calentamiento del carbonato de calcio seguido de la reducción de óxido de calcio.

En esta fuente se recopila la siguiente información

Carburo de silicio ²⁷, el cual se produce a partir de arena de sílice o cuarzo y coques de petróleo. Las emisiones de esta fuente no se consideran en el INGEI, puesto que el Perú no produce carburo de silicio.

Carburo de calcio, es fabricado a partir de carbonato de calcio y coque de petróleo o algún otro reductor que contenga carbono.

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: se requiere información sobre el coque de petróleo utilizado en la producción de carburo o sobre la producción nacional de carburo.

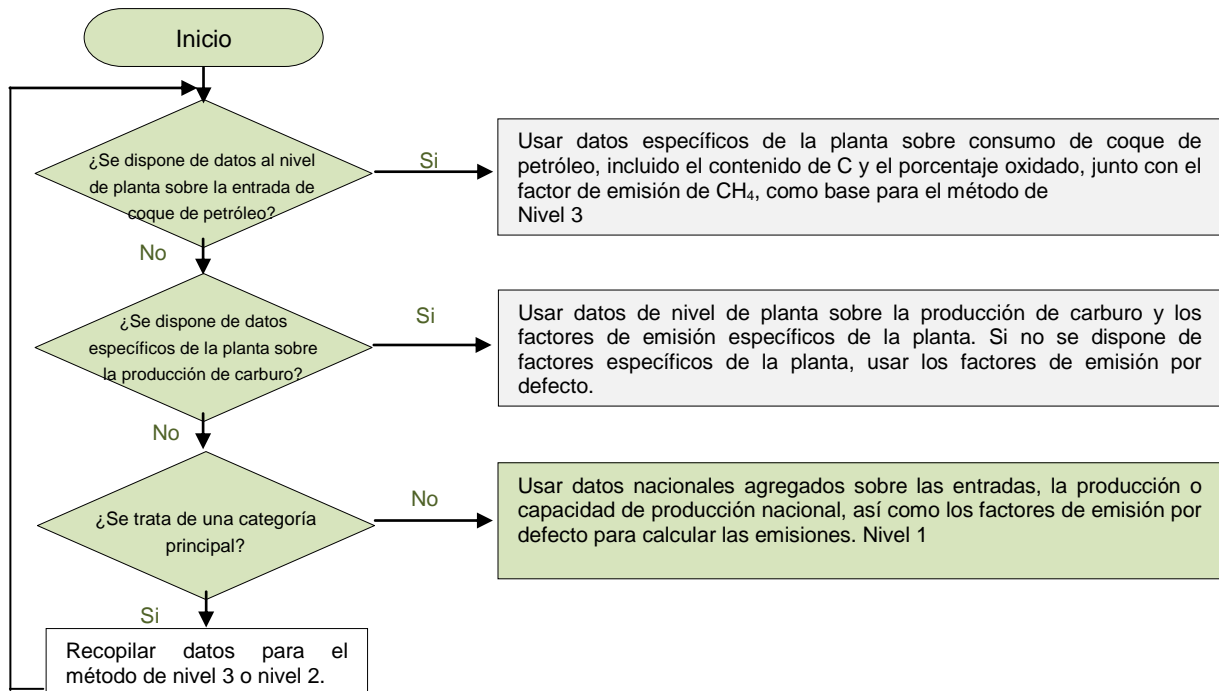
Nivel 2: se incluyen los datos a nivel de planta sobre el carburo producido y sobre la cantidad de carburo de calcio en la producción de acetileno para las aplicaciones de soldadura.

Nivel 3: se requiere los datos de la actividad a nivel de planta para todas las variables.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel adecuado:

²⁷ No se ha considerado carburo de silicio por no haber registros de producción nacional.

Diagrama 20: Árbol de decisión para la estimación de emisiones de CO2 provenientes de la producción de carburo de calcio



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 3.43, figura 3.5

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de carburo de calcio y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método que se ha escogido en la fuente de producción de carburo de calcio es el nivel1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de carburo de calcio y un factor de emisión por defecto. No se considera el carburo de silicio por falta de información.

La ecuación aplicada por la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 17: Emisiones de CO2 provenientes por la producción de carburo de calcio

$$Emisiones_{CO_2} = AD \times EF$$

Donde:

AD: Datos de la actividad sobre el consumo de coque de petróleo o producción de carburo, en toneladas.

FE: Factor de emisión de CO₂.

Se dan las dos posibilidades siguientes:

- ✓ Cuando se utiliza la producción de carburo como dato de la actividad, EF debe corresponder al promedio de las emisiones de CO2 por unidad de salida para la producción de carburo, toneladas de CO2/tonelada de producción de carburo.
- ✓ Cuando se utiliza el consumo de coque de petróleo como dato de la actividad, EF debe corresponder al factor CCF (factor de contenido de carbono) multiplicado por 44/12 y ajustado para dar cuenta del C contenido del producto, toneladas de CO2/tonelada de material utilizado.

El factor de ajuste para el CaC₂ = 0,67 ⇒ Factor de emisión = 0,33 • CCF • COF • 44/12.

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 3.41 y Ecuación 3.11

La relación entre las denominaciones del nivel de actividad entre las GL1996 y GL2006, se presentan en la siguiente tabla:

Denominación GL1996	Denominación GL 2006	Descripción	Emisión de CO ₂
Caliza	Carbonato de calcio	Para la producción de CaC ₂ se usan CaCO ₃ y un agente reductor de contenido de C (coque de petróleo)	La calcinación del CaCO ₃ - usada en el producción de CaC ₂ - libera CO ₂
Reducción	Coque de petróleo	Tanto el CaCO ₃ , como el coque de petróleo liberan CO ₂ en el proceso de fabricación del CaC ₂	La calcinación del coque de petróleo -usado en el producción de CaC ₂ - libera CO ₂
Utilización	Uso del carburo	La aplicación más importante del CaC ₂ es la producción del acetileno	El CaC ₂ reacciona con el agua, liberando CO ₂ , para formar el acetileno (C ₂ H ₂)

Fuente: Elaboración propia en base a las GL1996 y GL2006

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de carburo de calcio es:

En la siguiente tabla se muestra la información recopilada (2009) e información con la regresión respectiva (2012 - 2000):

Tabla 138: Producción de carburo de calcio 2012 - 2000

Año	Carbonato de calcio [t]	Coque de petróleo [t]	Uso del carburo [t]
2012	1,286.97	1,100.70	5,812.60
2011	1,121.09	958.83	5,063.41
2010	1,001.89	761.44	4,656.82
2009	926.38	792.30	4,184.02
2008	872.76	746.44	3,941.83
2007	749.44	640.97	3,384.87
2006	642.64	549.62	2,902.47
2005	559.98	478.93	2,529.17
2004	516.61	441.84	2,333.26
2003	493.55	422.12	2,229.13
2002	472.30	403.94	2,133.14
2001	438.69	375.20	1,981.37
2000	522.81	447.14	2,361.30

Fuente: Actualización INGEI 2009 y elaboración propia

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente, de acuerdo a al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 139: Variables y constantes, Producción de carburo de calcio

Factor de emisión	Valor (por defecto)	Unidad	Fuente
FE _{Cal}	0.77	t CO ₂ /t _{cal}	GL2006, Volumen 3, página 2.25, ecuación 2.8
Uso del coque de petróleo (*)	1.090	t CO ₂ /tCaC ₂	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 3.44, Cuadro 3.8
Uso del producto	1.100	t CO ₂ /tCaC ₂	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 3.44, Cuadro 3.8

(*)Nota:

Puesto que no se cuenta con la información de la producción del coque de petróleo, destinada a la producción de carburo de calcio, se toman los factores de emisión en base a la producción de carburo de calcio.

4.3.3. Industria de los metales

4.3.3.1. Producción de hierro y acero

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación, una breve descripción de los niveles:

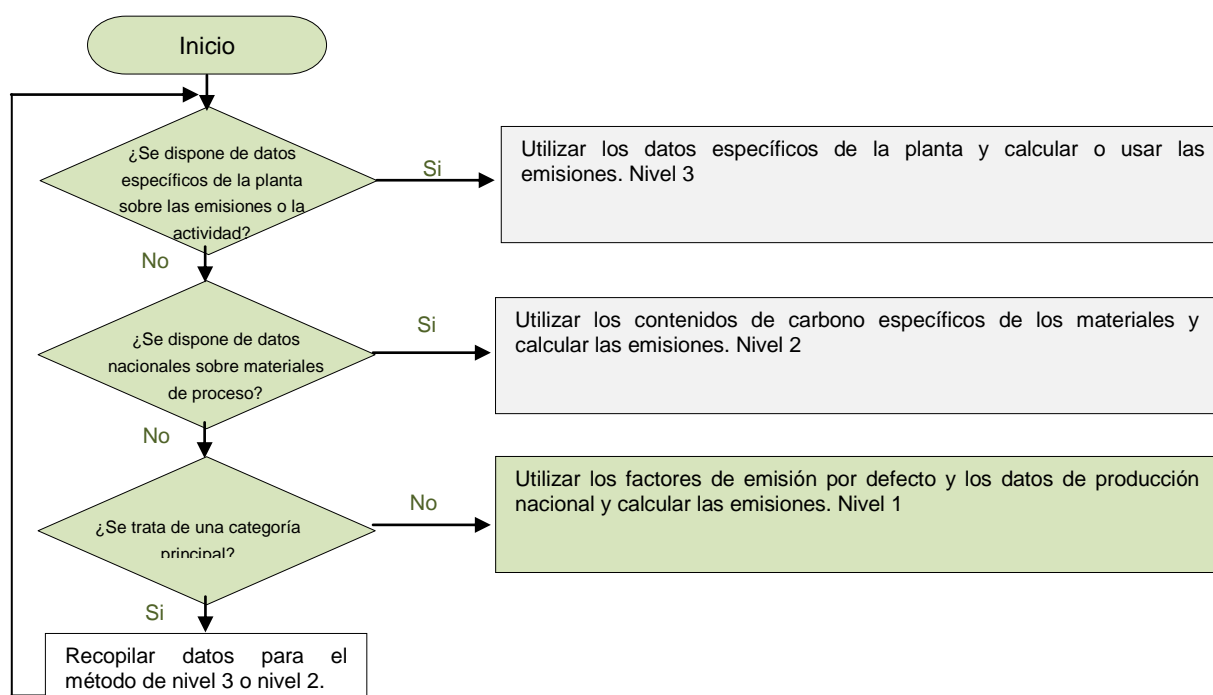
Nivel 1: se recopilación la información de producción nacional y se multiplica por los factores de emisión por defecto.

Nivel 2: en este nivel se requiere la información nacional del uso de materiales de proceso para la producción de hierro y del acero, la producción del sinterizado, la producción de pelets y la producción de hierro reducido directo.

Nivel 3: a diferencia del nivel 2, en el nivel 3 se emplea datos específicos de la planta.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 21: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes de la producción de hierro y acero



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 4.21 Figura 4.7

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de hierro y acero y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método que se ha escogido en la fuente de producción de hierro y acero es el nivel1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de hierro y acero y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 18: Emisiones de CO2 provenientes por la Producción de hierro y acero

$$Emisiones_{CO_2} = AD_x \times EF_x$$

Donde:

AD: Producción de Hierro o acero, en toneladas.

FE: Factor de emisión de CO₂.

x: Hierro o acero

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 4.22

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de hierro y acero es:

Producción de hierro y acero: Cantidad de hierro fundido y acero producida a nivel nacional. Esta información ha sido solicitada a las empresas que producen hierro fundido y acero que son: Aceros Arequipa y Southern Perú. De ellas, la empresa Aceros Arequipa ha remitido información la producción de hierro y acero; mientras que Southern Perú ha informado que no los produce. En la siguiente tabla se muestra la información recopilada de los años 2000, 2005, 2010 y 2012:

Tabla 140: Producción de acero, 2012 - 2000

Año	Producción de acero [t]	Tipo de Horno
2000	271,159.00	EAF
2005	402,089.00	EAF
2010	692,830.00	EAF
2012	732,557.00	EAF

Fuente: Aceros Arequipa

Tabla 141: Producción de hierro fundido, 2012 - 2000

Año	Producción de hierro [t]
2000	81,823.00
2005	77,878.00
2010	100,848.00
2012	96,331.00

Fuente: Aceros Arequipa

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, de acuerdo a al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 142: Variables y constantes, Producción de hierro y acero

Variable	Valor (por defecto)	Unidad	Fuente
Horno de arco eléctrico (EAF)Factor de emisión de hierro	1.35	tCO ₂ / t hierro	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 4.27, Cuadro 4.1
Factor de emisión de acero	1.46	tCO ₂ / t acero	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 4.27, Cuadro 4.1

4.3.3.2. Producción de aluminio

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

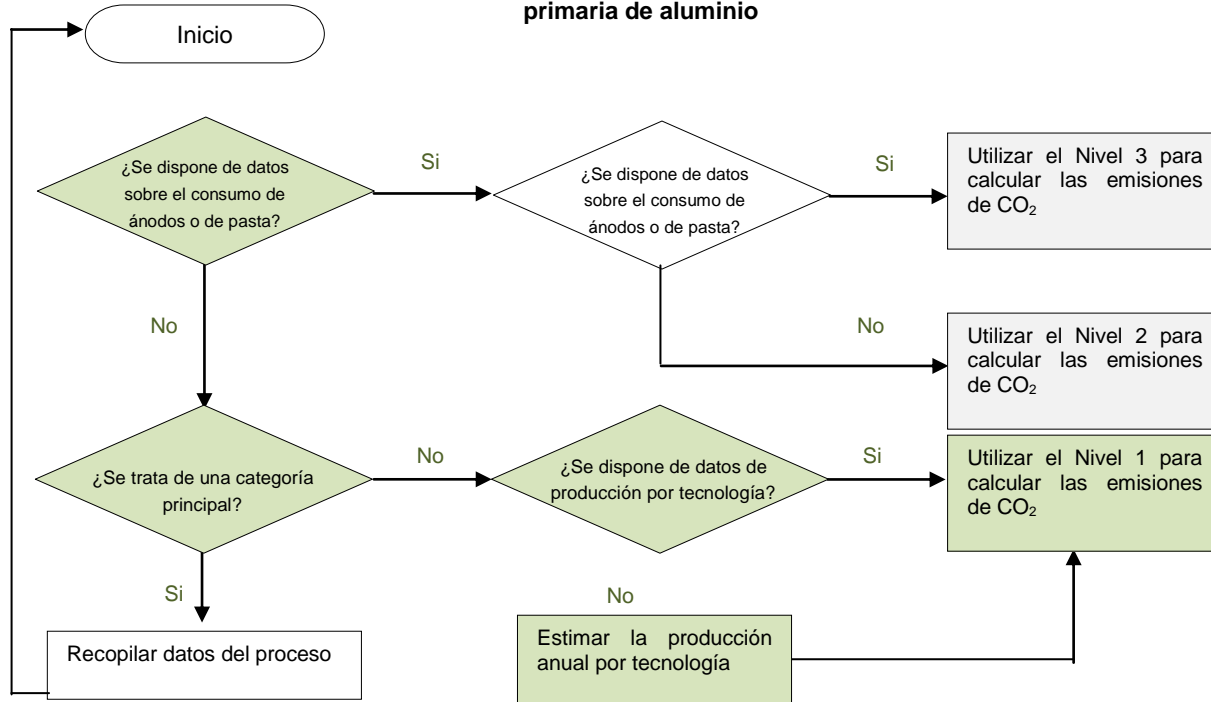
Nivel 1: el cálculo de emisiones GEI se basa a la información general de la producción y utilizar valores por defecto.

Nivel 2: se calcula mediante el método de equilibrio de masas y se emplean valores industriales típicos para las impurezas dentro del proceso de producción de aluminio.

Nivel 3: es idéntico al nivel 2 pero en lugar de utilizar valores industriales típicos se utiliza concentraciones de impurezas reales.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 22: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ provenientes de la producción primaria de aluminio



Fuente: GL2006, Volumen 3, página 4.48, figura 4.11

Dado que la información disponible al 2012 para la estimación de emisiones de esta categoría es la proyección de aluminio en base a la proyección de información y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica 2000*²⁸ y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel a aplicar es el Nivel 1.

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de aluminio y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método que se ha escogido en la fuente de producción de aluminio es el nivel1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de aluminio y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

²⁸ Guía de buenas prácticas 2000, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

Ecuación 19: Emisiones de CO2 provenientes de la Producción de aluminio

$$Emisiones_{CO_2} = AD_x \times EF_x$$

Donde:

AD: Producción de aluminio, en toneladas.

FE: Factor de emisión de CO₂.

x: tecnología

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 4.49, Ecuación 4.21

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción primaria de aluminio es:

Producción de aluminio: Cantidad producida de aluminio a nivel nacional. Esta información ha sido recopilada de la base de datos de las series nacionales del INEI 1995 – 2006 (portal web del INEI, series nacionales INEI, Fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio) y proyectada esta información al 2012. La proyección se calculó en base al promedio de la producción de 4 años anteriores. En la siguiente tabla se muestra la información recopilada:

Tabla 143: Producción de aluminio 2012 - 2000

Año	Producción de aluminio [t]
1995	3,653.00
1996	3,272.00
1997	2,805.00
1998	2,901.00
1999	864.00
2000	850.00
2001	991.00
2002	2,195.00
2003	2,267.00
2004	2,203.00
2005	2,281.00
2006	2,919.00
2007	2,417.50
2008	2,455.13
2009	2,518.16
2010	2,577.45
2011	2,492.06
2012	2,510.70

Fuente: Información proyectada en base al INEI

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, de acuerdo a al método de nivel x, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 144: Variables y constantes, Producción de aluminio

Variable	Valor	Unidad	Fuente
Factor de emisión _{Søderberg}	1.7	t CO ₂ /tAl - defecto	GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pag. 4.52, cuadro 4.10

4.3.3.3. Producción de plomo

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

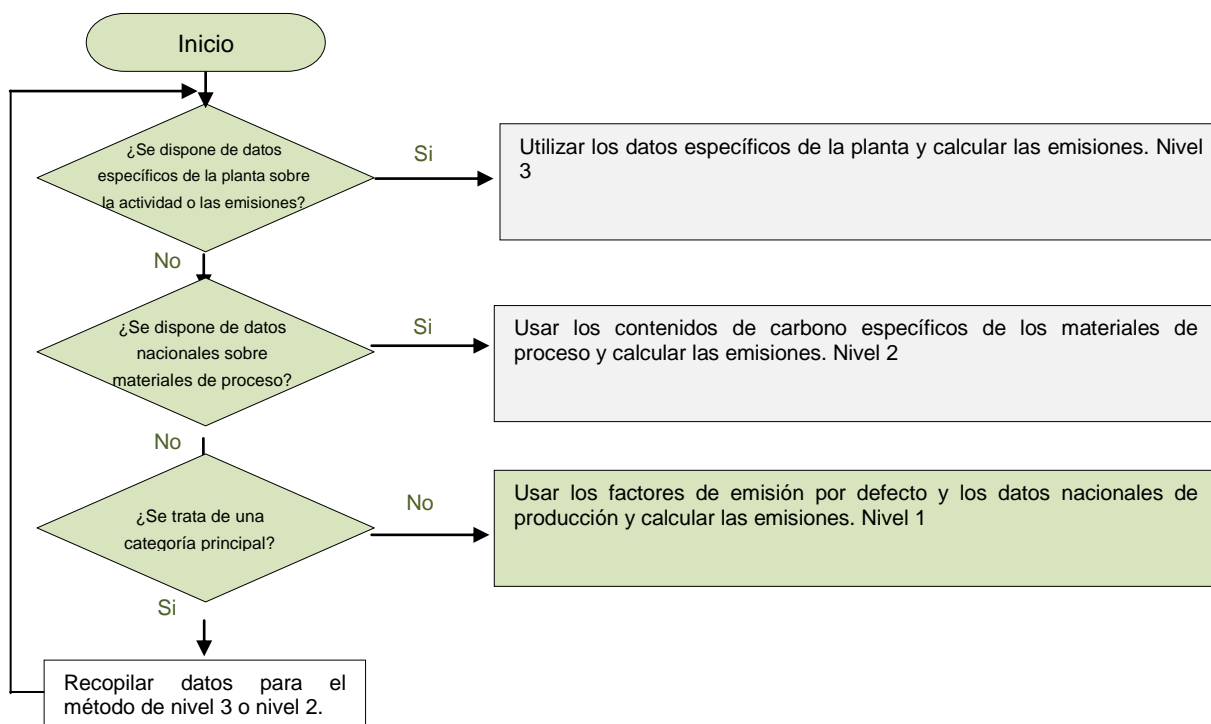
Nivel 1: solo se toma en cuenta la producción total nacional y el factor de emisión por defecto.

Nivel 2: es preciso tomar en cuenta los materiales y variedades de tipo de hornos utilizados en la producción de plomo.

Nivel 3: en el nivel 3 la información debe ser tomada directamente de las plantas productoras de plomo.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 23: Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO₂ provenientes de la producción de plomo



Fuente: GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pág. 4.52, Figura 4.15

Dado que la información disponible para los INGEI 2000,2005, 2010 y 2012, para la estimación de emisiones de esta categoría es la producción de plomo, de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica 2000*²⁹ y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel adecuado es el Nivel 1

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de plomo y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método que se ha escogido en la fuente de producción de plomo es el nivel 1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de plomo y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

²⁹ Guía de buenas prácticas 2000, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

Ecuación 20: Emisiones de Co2 provenientes de la Producción de plomo

$$Emisiones_{CO_2} = AD_x \times EF_x$$

Donde:

AD: Producción de plomo, en toneladas.

FE: Factor de emisión de CO₂.

x: tecnología

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 4.80

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo adecuado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de CO₂ en la producción de plomo es:

Producción de plomo: Cantidad producida de plomo a nivel nacional. Esta información ha sido recopilada de la base de datos del Compendio Estadístico del INEI 2014. Sin embargo esta información no especifica el tipo de proceso utilizado en la producción de plomo así que, y que de acuerdo a las GL 2006, se asume que el 80% se funden en altos hornos o Imperial Smelting Furnaces, mientras que el 20% se funde empleando el método de fundición directa. En la siguiente tabla se muestra la información recopilada:

Tabla 145: Producción de plomo, 2012 - 2000

Año	Producción de plomo [t]
2000	270,576.10
2005	319,367.51
2010	261,989.61
2012	249,236.16

Fuente: Compendio Estadístico 2014, INEI, Minería e Hidrocarburo, Índice 13

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente, de acuerdo a al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 146: Variables y constantes, Producción de plomo

Variable	Valor	Unidad	Fuente
Factos de emisión defecto(80% ISF, 20% DS)	0.52	tCO ₂ /tplomo - defecto	<i>Fuente:</i> GL2006, Volumen 3, página 4.82, Cuadro 4.21

4.3.3.4. Producción de Zinc

Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

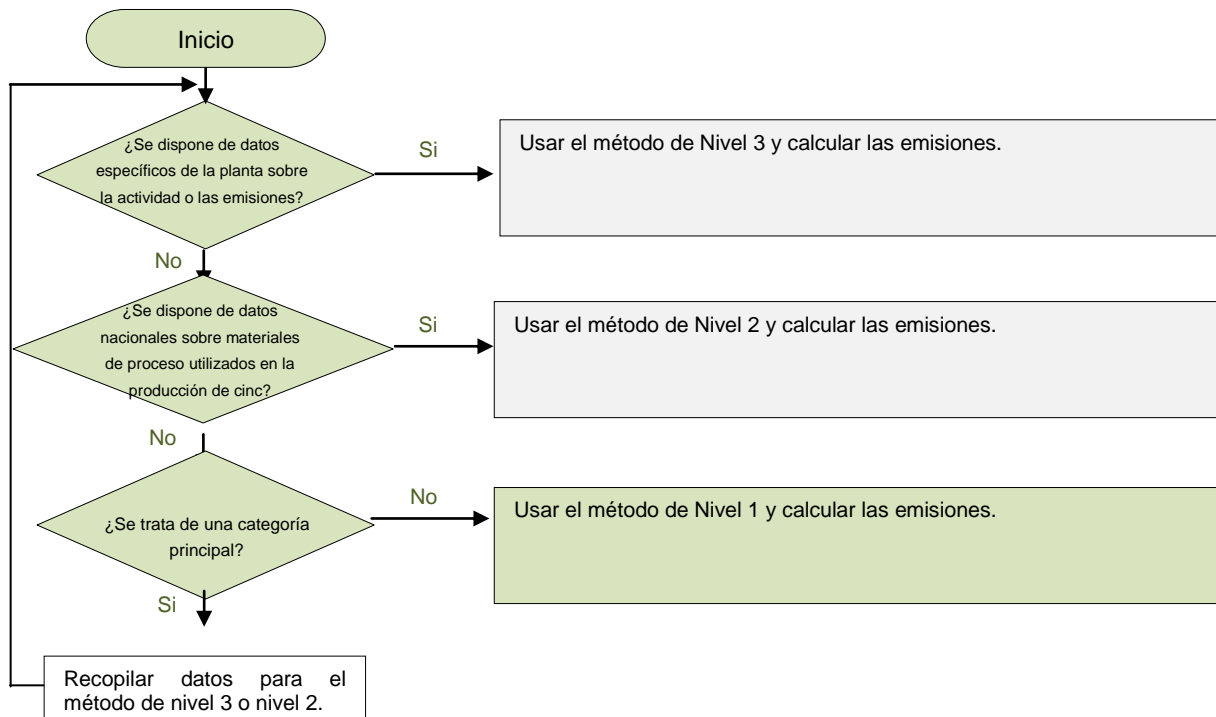
Nivel 1: se utiliza la producción nacional de zinc y el factor de emisión por defecto.

Nivel 2: se basa en información de estadísticas de plantas agregadas sobre agentes reductores, tipos de hornos y otros materiales.

Nivel 3: incluye las mediciones de emisiones de CO₂ de las instalaciones productoras de zinc.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse:

Diagrama 24: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes de la producción de zinc



Fuente: GL2006 - Volumen 3: Procesos Industriales, pág. 4.89, Figura 4.16.

Dado que la información disponible al 2012 para la estimación de emisiones de esta categoría es la producción nacional de zinc y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica 2000*³⁰ y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel a aplicar es el Nivel 1

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión y teniéndose la producción de zinc y de acuerdo a lo que se describe en la *buena práctica* el método que se ha escogido en la fuente de producción de zinc es el nivel1, donde se estima las emisiones GEI directamente de la producción de zinc y un factor de emisión por defecto.

La ecuación aplicada par la estimación de emisiones, usando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 21: Emisiones de CO₂ provenientes de la Producción de zinc

$$Emisiones_{CO_2} = Zn \times EF$$

Donde:

Zn: Cantidad de zinc producido de zinc, toneladas.

FE: Factor de emisión por defecto

Fuente: GL2006, Volumen 3, página 4.87 ecuación 4.33

Niveles de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y la ecuación incluida en esta fuente, la información necesaria para determinar las emisiones de CO₂ en la producción de zinc es:

³⁰ Guía de buenas prácticas 2000, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

Producción de zinc: Cantidad de Zinc producida a nivel nacional. Información recopilada de la base de datos del Compendio Estadístico del INEI 2014. En la siguiente tabla se muestra la información de los años 2000, 2005, 2010 y 2012:

Tabla 147: Producción de zinc, 2012 - 2000

Año	Producción de zinc [t]
2000	0
2005	0
2010	0
2012	4,894.18

Fuente: Compendio Estadístico 2014, INEI, Sector Minería e Hidrocarburo, Índice 10

Variables y constantes

Las variables y constantes utilizadas en el cálculo de emisiones de GEI en esta fuente para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, de acuerdo a al método de nivel 1, son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 148: Variables y constantes, Producción de zinc

Variable	Valor	Unidad	Fuente
Factor de emisión _{defecto}	1.72	tCO ₂ /tcinc	GL2006, Volumen 3, página 4.88, Cuadro 4.2433

4.4. Agricultura

Las emisiones de GEI generadas en el sector Agricultura han sido estimadas aplicando las GL 1996 y OBP 2000. Las categorías, subcategorías y fuentes incluidas en el sector Agricultura, se listan en la siguiente tabla:

Codificación	Descripción	Categorización IPCC (GL1996)
4	Agricultura	Sector
4A	Fermentación entérica	Categoría
4B	Manejo del estiércol	Categoría
4C	Cultivos de arroz	Categoría
4D	Suelos agrícolas	Categoría
4E	Quema de sabanas (pastos)	Categoría
4F	Quema de residuos agrícolas	Categoría

Fuente: Elaboración propia

Las fuentes del sector agricultura solo generan emisiones de metano y óxido nitroso, no contabiliza las emisiones de dióxido de carbono porque en las fuentes que las que este gas se genera: quema de sabanas y quema de residuos agrícolas, se asume que el carbono liberado se reabsorbe en los próximos periodos de crecimiento. Así, por cada fuente de emisión se identifican los GEI:

Tabla 149: Fuentes de emisión y GEI generados

Fuente de emisión	GEI generados
Fermentación entérica	CH ₄
Manejo de estiércol	CH ₄ y N ₂ O
Cultivos de arroz	CH ₄
Quema de sabanas	CH ₄ y N ₂ O
Quema de residuos agrícolas	CH ₄ y N ₂ O
Suelos Agrícolas	N ₂ O

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo las indicaciones del árbol de decisión, las emisiones de GEI de esta fuente deberían estimarse siguiendo el método de nivel 2, esto porque la fermentación entérica es una fuente importante tanto para el sector agricultura como para el inventario nacional. Sin embargo como no se posee la información requerida en el nivel 2 se debe seguir la metodología con datos básicos del nivel 1.

La ecuación que da el IPCC para calcular las emisiones por fermentación entérica es la siguiente:

Ecuación 22: emisiones de metano por fermentación entérica

$$Emisiones_{(CH_4)} = \sum (Cabezas\ de\ ganado\ (tipo) \cdot Factor\ de\ emisión\ (tipo))$$

Donde:

$Emisiones_{(CH_4)}$	= emisiones de metano
$Cabezas\ de\ ganado\ (tipo)$	= Población del ganado según tipo (vacuno, ovino, porcino, etc.)
$Factor\ de\ emisión\ (tipo)$	= factor de emisión por defecto para cada tipo de ganado

Fuente: Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI, Capítulo 4 agricultura, ecuación 4.12, página 4.28

El IPCC en sus GL1996 brinda los factores de emisión para algunos de los tipos de ganado (ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos y cerdos), sin embargo no contiene factores de emisión para alpacas y llamas, y en lo que respecta al ganado vacuno (lechero y no lechero) posee datos muy limitados. En ese sentido, el IPCC en sus OBP2000 señala las ecuaciones a utilizar para determinar los factores de emisión del tipo de ganado anteriormente expuesto.

Para el caso del ganado vacuno se ha utilizado la ecuación propuesta por las OBP2000.

Ecuación 23: Factor de emisión de metano por fermentación entérica

$$Factor\ de\ emisión = (EB \cdot Y_m \cdot 365\ días/año) / (55,65\ MJ/kg\ CH_4)$$

Donde:

FE	= factor de emisión, en kg de CH ₄ /cabeza/año
EB	= absorción de energía bruta, en MJ/día
Y_m	= tasa de conversión de metano

Fuente: Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI, Capítulo 4 agricultura, ecuación 4.14, página 4.29

El dato correspondiente a la variable EB no es proveído por el IPCC pero se estima a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 24: estimación de la energía bruta

$$EB = CA_{MS} \cdot DEA$$

Donde:

EB	= absorción de energía bruta, en MJ/día
CA_{MS}	= consumo de alimento en materia seca, en kg/día
DEA	= densidad energética del alimento, en MJ/kg

Fuente: Inventarios nacionales de GEI oficiales anteriores.

Finalmente se hace necesario calcular el consumo de alimento en materia seca (CA_{MS}) debido a que el IPCC no cuenta con un valor para esta variable, las OBP2000 señalan que esta es equivalente del 1 al 3% del peso corporal del animal, sin embargo a nivel nacional no se disponen de los datos sobre pesos. El dato sobre la densidad energética del alimento si es proveído por las OBP 2000.

Para determinar el valor del consumo de alimento de materia seca se ha utilizado, por un tema de consistencia, la ecuación utilizada en los anteriores inventarios y que señala como fuente, según el informe revisado correspondiente al año 2000, al siguiente: National Research Council (2001) - "Nutrient requirements of dairy cattle".

Ecuación 25: estimación del consumo de alimento en materia seca

$$CA_{MS} = 0.0968 \cdot P_{GV}^{0.75} + 0.372 \cdot PDL$$

Donde:

CA_{MS} = consumo de alimento en materia seca, en kg/día
 P_{GV} = peso del ganado vacuno en pie, en kg
 PDL = Producción diaria de leche, en kg/día

Para la estimación de las emisiones generadas por fermentación entérica de las alpacas y llamas se sigue la ecuación señalada por las OBP2000.

Ecuación 26: estimación del factor de emisión para alpacas y llamas

$$FE = [(peso\ de\ la\ alpaca/llama)^{0.75} / (peso\ de\ la\ oveja)^{0.75}] \cdot FE\ de\ las\ ovejas$$

Fuente: Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI, Capítulo 4 agricultura, página 4.23

4.4.1.2. Niveles de actividad

En la siguiente tabla se presenta las fuentes de información del nivel de actividad requerido y recopilado para el INGEI en la categoría fermentación entérica:

Tabla 150: Nivel de actividad para la fermentación entérica

Código OBP2000	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
4A	Fermentación entérica	Población anual del ganado (aves, alpacas, llamas, cabras, chanchos, ovejas y vacas)	MINAGRI - DGESEP – DEA (2000, 2005, 2010 y 2012)	
		Población anual del ganado según tipo (caballos, mulas, asnos y cuyes)	Anuario Estadístico INEI 2014	
		Producción anual de leche (Ganado vacuno)	MINAGRI - DGESEP – DEA (2000, 2005, 2010 y 2012)	
		Peso promedio del ganado (ovejas, alpacas y llamas)	Dictamen de expertos	No aplica

Leyenda de Calidad:

No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.

Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.

La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

- a) Población anual del ganado según tipo.- Es necesario contar con información sobre la población anual nacional del siguiente tipo de ganado: vacas (lecheras y no lecheras), ovejas, cabras, chanchos, caballos, mulas, asnos, alpacas, llamas, aves de corral y cuyes. En el Perú, a través del MINAGRI, se genera información periódica (anualmente) sobre la población de vacas, ovejas, cabras, chanchos, alpacas, llamas y aves de corral. La información sobre las poblaciones de caballos, mulas, asnos y cuyes no se genera periódicamente, esta se genera con cada censo nacional agropecuario (CENAGRO). Los censos hasta la fecha realizados corresponden a los años 1961, 1972, 1994 y 2012.

Los datos de población del ganado han variado en la actualización del INGEI del año 2000. En el caso de los ganados: vacuno lechero, vacuno no lechero, ovejas, cabras, cerdos, alpacas, llamas y aves de corral, estos han sido ajustados por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), teniendo poblaciones ligeramente superiores en todos los casos con excepción de las aves de corral en los que se tiene una población ligeramente inferior.

Tabla 151: Población del ganado – 2000

Tipo de ganado	Versión inicial (miles)	Versión ajustada (miles)
Vacuno lechero	513	554
Vacuno no lechero	4,414	4,437
Ovejas	14,686	14,801
Cabras	2,023	2,045
Cerdos	2,819	2,846
Alpacas	3,036	3,068
Llamas	1,155	1,184
Aves de corral	92,610	88,010
Total	121,256	116,945

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las poblaciones de caballos, asnos, mulas y cuyes si se tienen mayores diferencias, esto debido a que en el primer inventario se señala que esta población fue estimada en base a datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), utilizando los promedios correspondientes a los años 1998, 1999 y 2000. Para la reciente versión del inventario se ha trabajado en base a las tasas de crecimiento o decrecimiento existente entre los Censos Nacionales agropecuarios de los años 1994 y 2012.

Tabla 152: Población del ganado (equinos y cuyes) – 2000

Tipo de ganado	Versión inicial (miles)	Versión ajustada (miles)
Caballos	677	907
Asnos y mulas	771	963
Cuyes	16,000	8,791
Total	17,448	10,661

Fuente: Elaboración propia

La población de ganado usada en el INGEI 2005 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 153: Población anual del ganado según tipo - 2005

Tipo de ganado	Población
Vacuno lechero	708,119
Vacuno no lechero	4,541,663
Ovejas	14,813,785
Cabras	1,952,956
Caballos	778,485
Mulas y asnos	837,765
Cerdos	3,010,724
Alpacas	3,597,554
Llamas	1,269,979
Aves de corral	99,278,817
Cuyes	14,584,500

Fuente: Elaboración propia en base a la información proveída por MINAGRI y CENAGRO*

Para el año 2010 las poblaciones del ganado han permanecido iguales puesto que se utilizaron los datos ajustados del MINAGRI y se tomaron en cuenta los datos estimados para equinos y cuyes según las tasas de crecimiento anual obtenidas del CENAGRO 1994 y CENAGRO 2012. Hubo una muy ligera modificación en el estimado de la población de cuyes, pasando de una población de 12'049,464 en la versión original a 11'967,483 en la versión ajustada.

Tabla 154: Población del ganado - 2010

Tipo de ganado	Versión inicial (miles)	Versión ajustada (miles)
Cuyes	12,049,464	11,967,483

La población de ganado usada en el INGEI 2012 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 155: Población anual del ganado según tipo - 2012

Tipo de ganado	Población
Vacuno lechero	859,630
Vacuno no lechero	4,801,317
Ovejas	12,183,777
Cabras	1,949,151
Caballos	597,969
Mulas y asnos	662,250
Cerdos	2,991,012
Alpacas	3,924,230
Llamas	1,192,953
Aves de corral	137,669,455
Cuyes	12,602,802

Fuente: Elaboración propia en base a la información proveída por MINAGRI y CENAGRO*

- b) Producción anual de leche.- Esta información es requerida para determinar el factor de emisión (Kg de CH₄/cabeza/año) del ganado vacuno lechero. En este caso se requiere tener información a nivel regional porque para determinar el factor de emisión se requieren realizar estimaciones de la producción diaria de leche según región y posteriores ponderaciones en base a la población ganadera (no se realizaron cambios en la información del INGEI 2010).

Tabla 156: Producción diaria de leche del ganado vacuno - 2000

Región	Versión inicial			Versión ajustada		
	Cabezas de Ganado	Producción de leche (t)	Producción Kg/vaca/día	Cabezas de Ganado	Producción de leche (t)	Producción Kg/vaca/día
Amazonas	17,155	20,554	3.3	34,151	35,255	2.8
Ancash	15,853	48,005	3.1	14,287	16,205	3.1
Apurímac	15,980	42,968	2.2	19,227	16,738	2.4
Arequipa	78,425	245,264	8.6	82,618	245,264	8.1
Ayacucho	37,965	32,146	2.3	21,731	21,546	2.7
Cajamarca	84,586	153,603	5.0	72,314	153,603	5.8
Cusco	19,545	7,795	1.1	10,511	11,868	3.1
Huancavelica	20,480	47,867	2.4	20,280	10,899	1.5
Huánuco	18,796	41,348	1.6	19,069	12,676	1.8
Ica	6,651	14,976	6.2	6,529	14,976	6.3
Junín	23,490	17,969	2.1	23,500	17,969	2.1
Lambayeque	10,327	26,959	7.2	24,536	55,130	6.2
La Libertad	23,864	55,130	6.3	10,833	26,959	6.8
Lima	49,868	153,780	8.4	53,719	153,780	7.8
Loreto	562	450	2.2	446	594	3.7
Madre de Dios	1,168	4,872	4.4	1,508	1,535	2.8
Moquegua	6,520	15,061	6.3	6,468	15,061	6.4
Pasco	13,076	42,745	2.7	16,557	14,241	2.4
Piura	30,138	36,000	3.4	26,052	25,899	2.7
Puno	25,000	49,747	2.2	76,120	22,083	0.8
San Martín	3,758	5,319	3.9	3,854	5,319	3.8
Tacna	7,494	25,474	9.3	7,495	24,274	8.9
Tumbes	580	292	1.4	473	292	1.7
Ucayali	1,276	562	1.2	1,594	1,050	1.8
Total	512,557	906,792	4.85	553,872	903,216	4.47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 157: Producción de leche - 2005

Regiones	Vacas en ordeño (Unidades)	Volumen (t)	Producción (l/vaca/día)	Producción (kg/vaca/día)
Amazonas	57,182	58,117	2.78	2.87
Ancash	15,138	17,683	3.20	3.30
Apurímac	36,043	28,147	2.14	2.20
Arequipa	84,419	296,833	9.63	9.92
Ayacucho	25,778	22,805	2.42	2.50
Cajamarca	110,070	225,648	5.62	5.79
Cusco	29,092	30,479	2.87	2.96
Huancavelica	14,683	13,276	2.48	2.55
Huánuco	25,270	21,338	2.31	2.38
Ica	6,635	17,112	7.07	7.28
Junín	23,080	18,612	2.21	2.28
La Libertad	31,910	79,695	6.84	7.05
Lambayeque	11,495	29,656	7.07	7.28
Lima	72,396	222,553	8.42	8.67
Loreto	599	1,246	5.70	5.87
Madre de Dios	1,358	2,191	4.42	4.55
Moquegua	6,870	16,361	6.52	6.72
Pasco	21,448	18,055	2.31	2.38
Piura	30,800	29,012	2.58	2.66
Puno	85,930	49,453	1.58	1.62

Regiones	Vacas en ordeño (Unidades)	Volumen (t)	Producción (l/vaca/día)	Producción (kg/vaca/día)
San Martín	7,617	12,182	4.38	4.51
Tacna	7,044	21,868	8.51	8.76
Tumbes	205	362	4.83	4.98
Ucayali	3,057	3,153	2.83	2.91
Total	708,120	1,235,840	4.78	4.92

Fuente: MINAGRI y estimaciones*

Tabla 158: Producción de leche - 2012

Regiones	Vacas en ordeño (Unidades)	Volumen (t)	Producción (l/vaca/día)	Producción (kg/vaca/día)
Amazonas	60,572	76,184	3.45	3.55
Ancash	14,592	17,356	3.26	3.36
Apurímac	30,971	33,104	2.93	3.02
Arequipa	80,214	352,406	12.04	12.40
Ayacucho	34,782	51,424	4.05	4.17
Cajamarca	140,044	318,594	6.23	6.42
Cusco	77,508	77,621	2.74	2.83
Huancavelica	18,523	24,180	3.58	3.68
Huánuco	31,689	44,517	3.85	3.96
Ica	8,270	35,909	11.90	12.25
Junín	29,927	42,385	3.88	4.00
La Libertad	38,090	116,710	8.39	8.65
Lambayeque	16,016	39,291	6.72	6.92
Lima	75,347	318,263	11.57	11.92
Loreto	1,452	2,767	5.22	5.38
Madre de Dios	2,838	4,214	4.07	4.19
Moquegua	5,106	14,737	7.91	8.14
Pasco	25,984	25,461	2.68	2.77
Piura	38,995	47,125	3.31	3.41
Puno	100,734	85,832	2.33	2.40
San Martín	17,898	32,037	4.90	5.05
Tacna	6,168	24,983	11.10	11.43
Tumbes	60,572	651	0.03	0.03
Ucayali	3,362	4,921	4.01	4.13
Total	919,654	1,790,670	5.33	5.49

Fuente: MINAGRI y estimaciones*

- c) Peso promedio del ganado.- Se requiere conocer, para generar factores de emisión, los pesos en pie promedio del ganado vacuno, ovejas, las alpacas y llamas. Esta información es complicada de obtener debido a las distintas razas, edades y estado del ganado por lo que se obtiene a través del dictamen de expertos, y es usado para los INGEI 2005 y 2012.

Tabla 159: Peso promedio del ganado

Tipo de ganado	Peso (kg)
Vacunos	390
Ovejas	30
Alpacas	58
Llamas	73

Fuente: Ing. César León, MINAGRI, 2014

En el año 2000 se utilizaron pesos que fueron dictaminados por especialistas en su momento, sin embargo para la reciente adecuación dichos dictámenes han sido actualizados teniéndose nuevos pesos para cada tipo de ganado requerido.

Tabla 160: Peso promedio del ganado - 2000

Tipo de Ganado	Versión inicial (kg)	Versión ajustada*
Vacunos	400	387.82
Ovejas	20	30
Alpacas	60	58
Llamas	100	73

Fuente: Elaboración propia

* Dictamen del ingeniero César León - MINAGRI

Es importante señalar que la versión ajustada considera, para el ganado vacuno, el valor obtenido del promedio ponderado de los tipos de razas existentes en el Perú según su población. Los datos de población del ganado vacuno según razas solo están presentes en los CENAGRO, en ese sentido los datos para el año 2000 fueron obtenidos en base a ese ejercicio.

Tabla 161: Peso promedio estimado para el ganado vacuno

Raza	Peso (kg)	Población (1994)	Población (2000)	Población (2012)	Peso estimado (kg)
Criollos	300	63.0%	63.3%	63.9%	189.90
Brown swiss	550	18.0%	17.9%	17.6%	98.27
Holstein	650	12.0%	11.4%	10.3%	74.32
Gyr/Cebú	400	3.0%	3.1%	3.4%	12.53
Otras	300	4.0%	4.3%	4.8%	12.80
Total/Promedio		100.0%	100%	100%	387.82

Fuente: Elaboración propia en base a dictamen de experto (peso) y CENAGRO 1994 y 2012

El valor obtenido en la versión inicial del INGEI 2000 (400 kg) se obtiene según su reporte de la literatura especializada, EL reporte de dicho inventario señala textualmente lo siguiente: *“...Datos suministrados por la literatura especializada y en opinión de algunos expertos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, indican el peso vivo promedio de vacas lecheras y de engorde en el país es de 400 kg. Para este dato se ha tomado en cuenta las diferentes razas que predominan en el país, así como el tipo de alimento y manejo al que están sometidas.* Si bien en el texto se lee que se han considerado las razas que predominan en el país, se tomó finalmente como valor del peso del ganado vacuno a 400 kg no aplicándose ningún tipo de estimación en base al peso de las razas anteriormente mencionadas.

En el año 2010, versión original se actualizaron los datos correspondientes al año 2000, obteniéndose un peso promedio del ganado vacuno en base a los pesos según razas y participación de dichas razas. Al tenerse una distinta participación del ganado vacuno según razas, actualizado en base a las tasas de crecimiento obtenidas entre los CENAGROS 1994 y 2012 es que se ha actualizado dicho peso para este tipo de ganado.

Tabla 162: Peso promedio del ganado

Tipo de Ganado	Versión inicial (kg)	Versión ajustada*
Vacunos	400	384.2

Fuente: Elaboración propia

* Dictamen del ingeniero César León – MINAGRI

4.4.1.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones de GEI por la fermentación entérica del ganado, es necesario contar con distintas variables para determinar algunos de los factores de emisión a usar. Adicionalmente, se requiere del uso de factores de emisión que son proveídos por el IPCC, los que deben ser utilizados por no disponerse de factores nacionales.

Tabla 163: Variables usadas para determinar factores de emisión de la fermentación entérica

Variable	Descripción	Valor	Fuente
Densidad energética de los alimentos	Densidad de la energía existente en los alimentos.	18.45 MJ/kg	OBP 2000, capítulo 4: agricultura, página 4.23
Tasa de conversión del CH ₄ para el ganado vacuno (Y _m)	Fracción de energía bruta presente en los alimentos que se convierte en metano	0.06	OBP 2000 capítulo 4: agricultura, cuadro 4.8, página 4.29
Densidad de la leche de la vaca	Masa que representa cierto volumen de la leche de vaca	1.03 g/cm ³	Efecto del tiempo de almacenamiento de la leche cruda y la adición de cloruro de calcio en la viscosidad del yogurt batido, Universidad Nacional Agraria la Molina, cuadro 1, página 157

Fuente: Elaboración propia

Las variables presentadas en la tabla anterior son necesarias para determinar los factores de emisión correspondientes a las vacas lecheras, vacas no lecheras, alpacas y llamas. Los factores de emisión calculados gracias al uso de estas variables y para el resto del ganado (proveídos por el IPCC) se detallan a continuación (usados para los INGEI 2005y 2012):

Tabla 164: Factores de emisión por fermentación entérica

Tipo de ganado	Fermentación entérica (kg de CH ₄ /cabeza/año)	Fuente
Vacuno lechero	74.57	Estimados en base a las ecuaciones 22, 23 y 24
Vacuno no lechero	64.38	Estimados en base a las ecuaciones 22, 23 y 24
Ovejas	5.00	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Cabras	5.00	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Caballos	18.00	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Mulas y asnos	10.00	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Cerdos	1.00	IPCC: GL 1996, tabla 4-2
Alpacas	8.19	Estimado en base a la ecuación 25
Llamas	9.69	Estimado en base a la ecuación 25
Cuyes	0.40	IPCC: GL 1996, tabla 4-2

Fuente: Elaboración propia

Para el INGEI 2000, los factores de emisión modificados corresponden al ganado vacuno lechero y no lechero, el cual está condicionado por los pesos de este tipo de ganado y la producción de leche, datos que fueron actualizados como se señaló anteriormente. Adicionalmente se han modificado los factores de emisión para las alpacas y las llamas, lo que se dio únicamente por la actualización del peso de dicho tipo de ganado.

Tabla 165: Factores de emisión utilizados - 2000

Tipo de ganado	Versión inicial (kgCH ₄ /cabeza)	Versión ajustada (kgCH ₄ /cabeza)
Vacuno lechero	73.74	73.85
Vacuno no lechero	66.00	64.12
Ovejas	5.00	5.00
Cabras	5.00	5.00
Caballos	18.00	18.00
Mulas y asnos	10.00	10.00
Cerdos	1.00	1.00
Alpacas*	44.40	8.19

Tipo de ganado	Versión inicial (kgCH ₄ /cabeza)	Versión ajustada (kgCH ₄ /cabeza)
Llamas*	46.72	9.69
Aves de corral	NE	NE
Cuyes	0.40	0.40

Fuente: Elaboración propia

Para la actualización del INGEI 2010, los factores de emisión han sido actualizados. Adicionalmente se han modificado los factores de emisión para las alpacas y llamas, los que a pesar de haberse estimado con el mismo peso, en la versión original se trabajó con números enteros (sin decimales) motivo por el cual ya se genera una ligera modificación en los resultados.

Tabla 166: Factores de emisión utilizados - 2010

Tipo de ganado	Versión inicial (kgCH ₄ /cabeza)	Versión ajustada (kgCH ₄ /cabeza)
Vacuno lechero	74.00	77.23
Vacuno no lechero	66.00	63.69
Ovejas	5.00	5.00
Cabras	5.00	5.00
Caballos	18.00	18.00
Mulas y asnos	10.00	10.00
Cerdos	1.00	1.00
Alpacas	8.00	8.19
Llamas	40.00	9.69
Aves de corral	NE	NE
Cuyes	0.40	0.40

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Manejo de estiércol

En esta fuente se consideran las emisiones de metano y óxido nítrico generadas por la descomposición del estiércol en condiciones anaeróbicas.

4.4.2.1. Elección del nivel de cálculo

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

Nivel 1.- En este nivel se requiere, para calcular las emisiones de metano, información de la población anual del ganado (ya obtenida en fermentación entérica) y además se requieren factores de emisión por defecto por región climática (según IPCC) para cada tipo de ganado.

Para estimar las emisiones de óxido nítrico, se requieren nuevamente los datos de población anual del ganado, su tasa anual de excreción de nitrógeno (por defecto) por cabeza según tipo de ganado, conocer la fracción de la excreción anual total correspondiente a cada especie o categoría de ganado que se maneja en cada sistema de manejo de estiércol y usar los factores de emisión por defecto de cada sistema de manejo de estiércol.

Nivel 2.- Para calcular las emisiones de metano, se recomienda este método cuando una determinada especie o categoría de ganado representa una proporción importante de las emisiones. De ser el caso, el país deberá elaborar sus propios factores de emisión en base a información detallada sobre las características de los animales y la forma de manejo del estiércol.

Las estimaciones de óxido nítrico en este nivel requieren que las tasas anuales de excreción de nitrógeno deban ser estimadas en base a datos de la ingesta propios de cada tipo de ganado y los datos sobre los sistemas de manejo de estiércol deben ser nacionales.

Los árboles de decisión, para la estimación de emisiones de metano y óxido nitroso, que se presentan a continuación ayudan a seleccionar que nivel debe utilizarse en todos los INGEI:

Diagrama 26: Árbol de decisión para estimar las emisiones de metano procedentes del manejo de estiércol

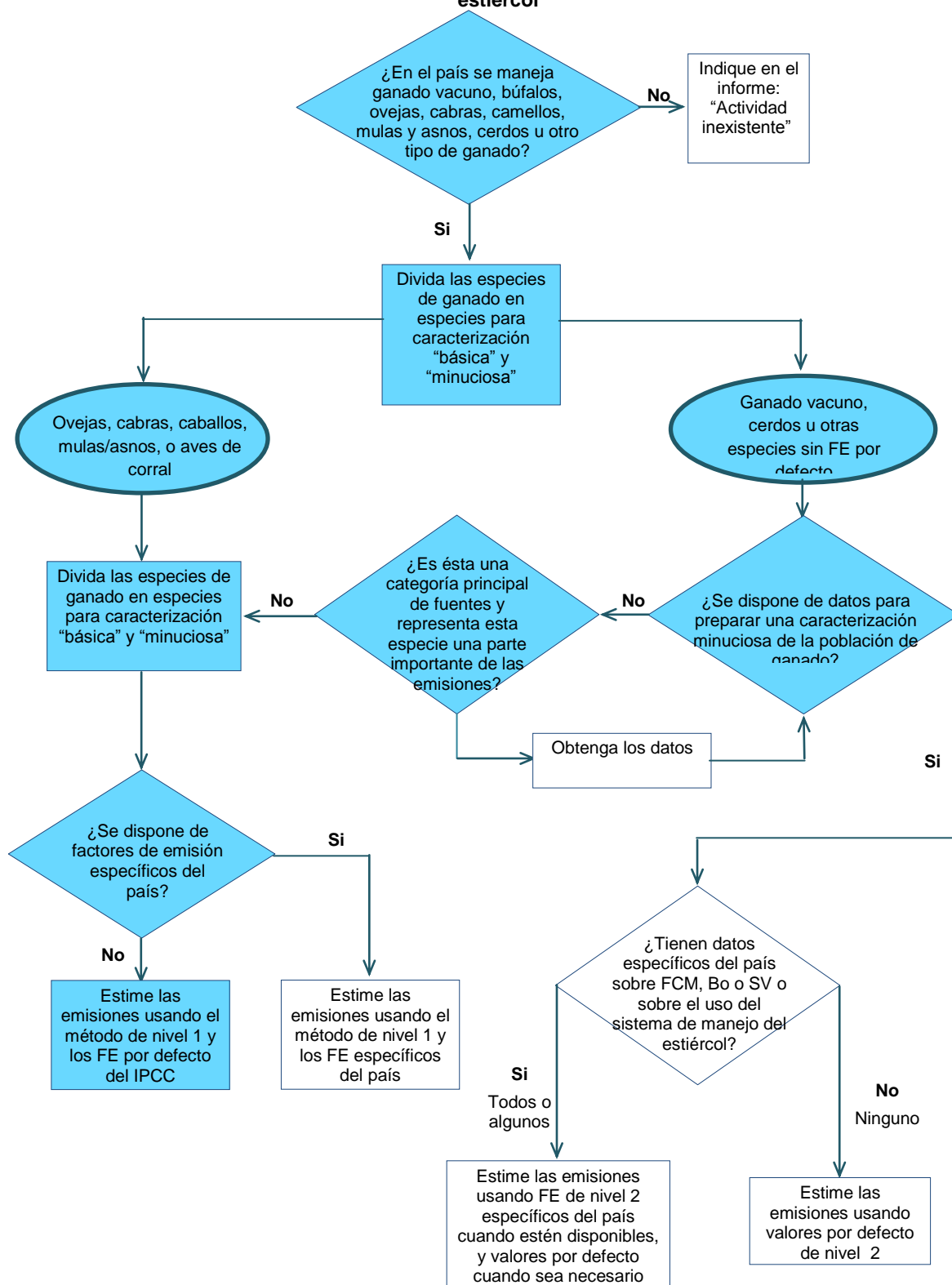
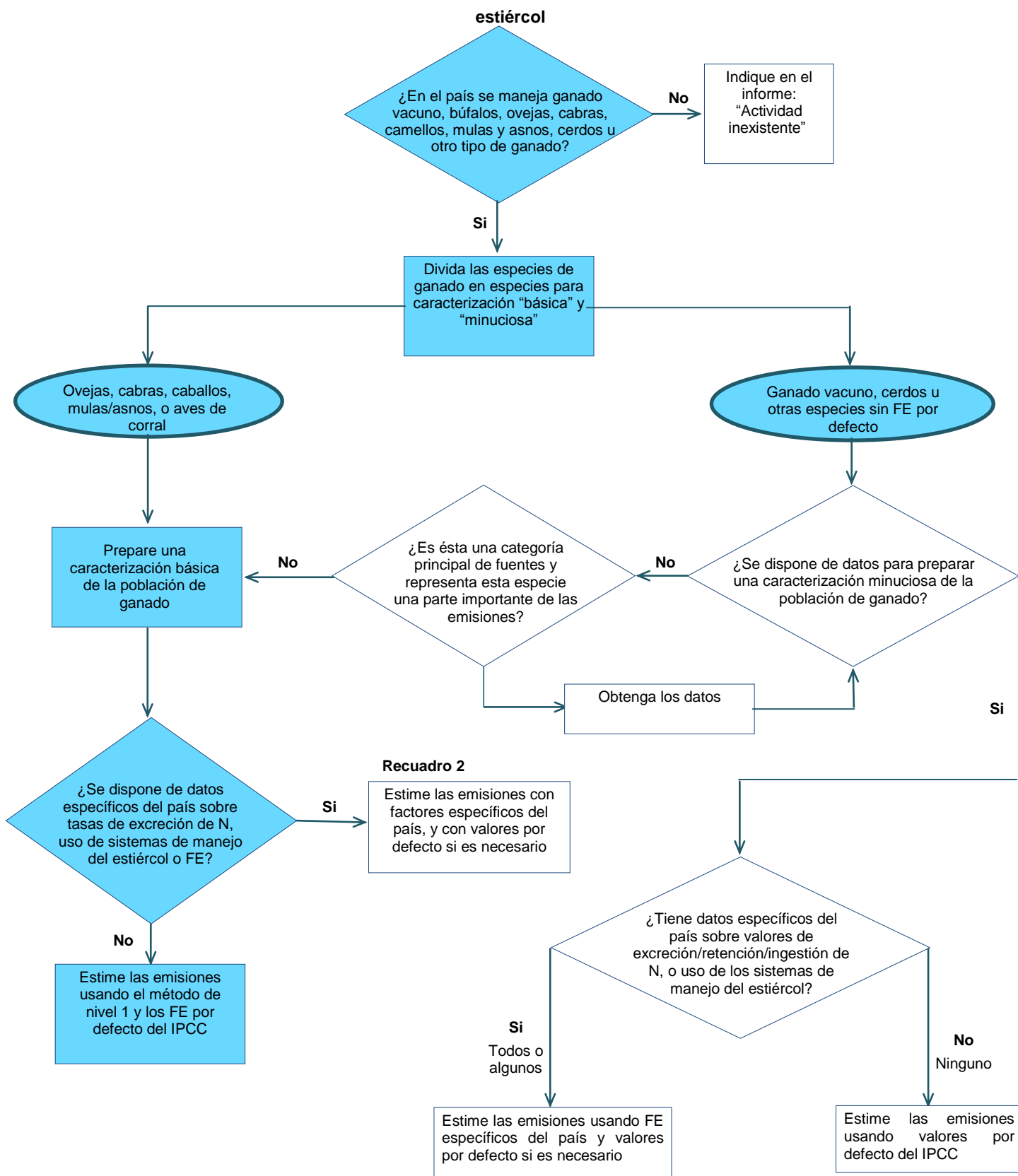


Diagrama 27: Árbol de decisión para estimar las emisiones de óxido nitroso procedentes del manejo de



Fuente: OBP 2000 - Figura 4.4

Dado que la información disponible para los INGEI no es muy amplia y detallada, las emisiones del metano y óxido nitroso generados por el manejo de estiércol, se desarrollan siguiendo el nivel 1 para lo cual se deben utilizar las siguientes formulas:

Ecuación 27: emisiones de metano por manejo de estiércol

$$Emisiones_{(CH_4)} = \sum (Cabezas\ de\ ganado\ (tipo) \cdot Factor\ de\ emisión\ (tipo))$$

Donde:

$Emisiones_{(CH_4)}$	= emisiones de metano por manejo de estiércol
$Cabezas\ de\ ganado\ (tipo)$	= Población del ganado según tipo (vacuno, ovino, porcino, etc.)
$Factor\ de\ emisión\ (tipo)$	= factor de emisión por defecto para cada tipo de ganado

Fuente: OBP2000, Capítulo 4 agricultura, ecuación 4.15, página 4.33

El IPCC contiene los factores de emisión para casi todo el tipo de ganado considerado según tres regiones climáticas caracterizadas según sus temperaturas promedio anuales: fría (< 15°C), templada (15 a 25°C) y cálida (> 25°C). Las alpacas, llamas y cuyes son la excepción, para estos últimos, por no disponerse de una ecuación para la determinación de su factor de emisión, se ha utilizado y por un tema de consistencia el factor de emisión usado en los anteriores inventarios oficiales del país. En el caso de las alpacas y las llamas el factor de emisión se estima tal como se hizo en el caso de la fermentación entérica en el cual se hizo uso de la ecuación 25.

Al existir un factor de emisión para cada una de las regiones climáticas definidas por el IPCC, para cada tipo de ganado se debe considerar un único factor de emisión que se calcula en base a la distribución del ganado en cada una de estas regiones climáticas a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 28: factor de emisión para determinar emisiones de metano por manejo de estiércol

$$FE_{(CH_4)} = \sum (FE_{RG} \cdot \%PG_{RG})$$

Donde:

$FE_{(CH_4)}$	= factor de emisión de metano por manejo de estiércol
FE_{RG}	= <i>factor de emisión según región climática</i>
$\%PG_{RG}$	= <i>fracción de la población del ganado según región climática</i>

Fuente: Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996, Módulo 4 agricultura, página 4.7

Para realizar las estimaciones de óxido nitroso procedentes del manejo del estiércol es necesario contar con una serie de variables y factores de emisión que son proveídos por el IPCC en su mayoría y en algunos casos ajustados según el dictamen de expertos nacionales. Las ecuaciones a utilizar para esta fuente son las siguientes:

Ecuación 29: nitrógeno excretado según sistema de manejo de estiércol

$$Nex_{(SME)} = \sum_{(T)} [N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot SME_{(T)}]$$

Donde:

$Nex_{(SME)}$	= <i>excreción de nitrógeno por Sistema de Manejo de Estiércol (kg/año).</i>
$N_{(T)}$	= <i>número de animales de tipo T en el país</i>
$Nex_{(T)}$	= <i>excreción de nitrógeno de los animales de tipo T en el país (kgN/animales/año)</i>

$SME_{(T)}$ = fracción de los $Nex_{(T)}$ en uno de los varios sistemas de manejo de estiércol diferenciados para los animales de tipo T en el país

T = tipo de categoría de animal

Fuente: GL1996, Modulo 4 agricultura, ecuación 1 página 4.10

A través del uso de la ecuación anterior, se determina la cantidad de nitrógeno que es excretado según cada sistema de manejo de estiércol existente en el país. Una vez determinado esto se deberá multiplicar este resultado por su respectivo factor de emisión tal como se presenta en la siguiente ecuación.

Ecuación 30: emisiones de óxido nitroso por manejo de estiércol

$$N_2O_{(SME)} = \sum [Nex_{(SME)} \cdot FE_{(SME)}]$$

Dónde:

$N_2O_{(SME)}$ = emisiones de óxido nitroso de todos los sistemas de manejo de estiércol

$Nex_{(SME)}$ = excreción de nitrógeno por Sistema de Manejo de Estiércol (kg/año)

$FE_{(SME)}$ = factor de emisión de óxido nitroso para un sistema de manejo de estiércol (kg de N_2O -N/kg de Nx en SME)

Fuente: GL1996, Modulo 4 agricultura, ecuación 2, página 4.11

4.4.2.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para el INGEI en la categoría manejo de estiércol:

Tabla 167: Nivel de actividad para el manejo de estiércol

Código OBP2000	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Nivel de estimación	Fuente de información	Calidad
4B	Manejo de estiércol	Población anual del ganado (aves, alpacas, llamas, cabras, chanchos, ovejas y vacas) según región	1	MINAGRI - DGESEP – DEA (2000, 2005, 2010 y 2012)	
		Población anual del ganado (caballos, mulas, asnos y cuyes) según región	1	INEI 2014 ³¹	
		Temperatura promedio anual de las regiones del Perú	1	INEI 2014	

Leyenda de Calidad:

	No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.
	Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.
	La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

³¹ Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#> (estructura de la actividad pecuaria / población pecuaria / otras especies)

- a) Población del ganado según tipo y región.- se requiere contar con esta información debido a que las emisiones de metano que se generan por esta fuente están condicionados por el clima, en ese sentido y como se verá posteriormente es necesario además contar con las temperaturas promedio de cada región.

Las regiones que presentaron datos diferentes en la actualización del INGEI 2000 fueron para aves: La Libertad, Lambayeque, Piura, San Martín y Ucayali; para alpacas: Apurímac, Cusco, La Libertad, Lambayeque y Moquegua; para llamas: Apurímac, Cusco y Moquegua; para cabras: Ancash, Cusco, Ica, La Libertad, Lambayeque, Loreto y Tumbes; para ovejas: Cusco, La Libertad, Lambayeque y San Martín; para cerdos: Cusco, La Libertad, Lambayeque y Loreto; para vacuno (lechero y no lechero) los datos cambian en todas las regiones. A continuación se presentan los datos utilizados en el INGEI 2000 en su versión inicial y en la versión ajustada, los datos que ya no serán utilizados en la versión ajustada son los que figuran tachados.

Tabla 168: Población del ganado según región - 2000

Región	Aves		Alpacas		Llamas		Cabras	
	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)
Amazonas	575,080	575,080	-	-	-	-	7,540	7,540
Ancash	1,848,890	1,848,890	12,489	12,489	1,566	1,566	197,350	207,350
Apurímac	869,645	869,645	97,757	87,757	50,115	30,115	100,401	100,401
Arequipa	11,300,000	11,300,000	284,000	284,000	110,000	110,000	44,000	44,000
Ayacucho	751,138	751,138	160,387	160,387	122,952	122,952	257,123	257,123
Cajamarca	1,048,750	1,048,750	5,365	5,365	-	-	99,507	99,507
Cusco	712,271	712,271	412,905	400,877	212,541	206,351	77,690	60,005
Huancavelica	453,500	453,500	205,000	205,000	123,000	123,000	190,800	190,800
Huánuco	1,151,621	1,151,621	3,235	3,235	6,459	6,459	77,695	77,695
Ica	4,526,161	4,526,161	-	-	-	-	51,997	45,023
Junín	1,140,000	1,140,000	27,800	27,800	45,900	45,900	10,358	10,358
La Libertad	9,685,415	2,175,647	5,309	-	-	-	132,124	82,752
Lambayeque	2,175,647	9,685,415	-	5,309	-	-	82,752	132,124
Lima	39,100,000	39,100,000	28,510	28,510	23,600	23,600	190,700	190,700
Loreto	964,549	964,549	-	-	-	-	285	2,585
Madre de Dios	240,200	240,200	-	-	-	-	-	-
Moquegua	124,050	124,050	52,500	42,500	30,500	27,500	9,600	9,600
Pasco	105,000	105,000	28,472	28,472	42,705	42,705	25,997	25,997
Piura	4,500,000	5,500,000	-	-	-	-	384,000	384,000
Puno	1,535,990	1,535,990	1,712,110	1,712,110	397,700	397,700	469	469
San Martín	2,776,146	5,776,146	-	-	-	-	4,742	4,742
Tacna	620,980	620,980	32,370	32,370	17,000	17,000	17,800	17,800
Tumbes	94,800	94,800	-	-	-	-	81,200	71,200
Ucayali	1,710,525	2,310,525	-	-	-	-	985	985
Total	88,010,358	92,610,358	3,068,209	3,036,181	1,184,038	1,154,848	2,045,115	2,022,756

Tabla 168 (continuación): Población del ganado según región - 2000

Región	Ovejas		Cerdos		Vacuno lechero		Vacuno no lechero	
	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)
Amazonas	30,410	30,410	39,617	39,617	34,151	17,155	161,168	178,164
Ancash	925,770	925,770	189,333	189,333	14,287	15,853	338,695	337,129
Apurímac	476,510	476,510	141,382	141,382	19,227	15,980	277,990	281,237
Arequipa	260,000	260,000	62,000	62,000	82,618	78,425	165,383	139,575
Ayacucho	956,888	956,888	150,475	150,475	21,731	37,965	352,936	336,702
Cajamarca	358,284	358,284	199,569	199,569	72,314	84,586	496,467	484,195
Cusco	2,083,447	1,961,766	204,889	187,969	10,511	19,545	459,725	423,116
Huancavelica	964,800	964,800	113,400	113,400	20,280	20,480	175,420	175,220
Huánuco	1,461,282	1,461,282	311,263	311,263	19,069	18,796	195,429	195,702
Ica	16,772	16,772	24,129	24,129	6,529	6,651	24,885	18,599
Junín	1,218,271	1,218,271	104,000	104,000	23,500	23,490	198,190	198,200
La Libertad	540,035	67,680	155,840	53,746	24,536	10,327	223,257	80,965
Lambayeque	67,680	540,035	53,746	155,840	10,833	23,864	80,459	223,929
Lima	345,200	345,200	395,400	395,400	53,719	49,868	201,281	205,132
Loreto	4,439	4,439	85,521	75,521	446	562	36,951	36,835
Madre de Dios	4,931	4,931	18,971	18,971	1,508	1,168	35,252	35,592
Moquegua	39,500	39,500	16,500	16,500	6,468	6,520	20,232	20,180
Pasco	906,960	906,960	113,628	113,628	16,557	13,076	79,595	83,076
Piura	218,762	218,762	167,000	167,000	26,052	30,138	221,798	217,712
Puno	3,850,340	3,850,340	87,100	87,100	76,120	25,000	506,420	557,540
San Martín	18,000	25,000	128,000	128,000	3,854	3,758	108,546	108,642
Tacna	36,450	36,450	23,560	23,560	7,495	7,494	24,025	24,026
Tumbes	7,160	7,160	13,800	13,800	473	580	14,827	14,720
Ucayali	9,100	9,100	46,450	46,450	1,594	1,276	37,706	38,024
Total	14,800,991	14,686,310	2,845,573	2,818,653	553,872	512,557	4,436,636	4,414,212

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los equinos y cuyes hubo datos diferenciados a nivel regional lógicamente por las metodologías de estimación realizadas que como ya se mencionó anteriormente, fueron distintas.

Tabla 169: Población del ganado (equinos y cuyes) según región - 2000

Región	Caballos		Asnos y mulas		Cuyes	
	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)
Amazonas	33,334	22,474	63,633	59,827	249,089	487,408
Ancash	42,275	27,278	108,205	81,916	1,067,298	1,811,489
Apurímac	98,120	65,676	14,371	10,893	634,454	1,035,858
Arequipa	10,631	7,428	23,185	17,375	306,241	559,611
Ayacucho	42,931	29,287	39,915	28,392	226,984	268,578
Cajamarca	253,366	218,965	142,708	115,315	1,560,738	2,643,311

Región	Caballos		Asnos y mulas		Cuyes	
	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)
Cusco	96,369	68,814	42,392	29,495	1,125,474	1,930,710
Huancavelica	39,604	29,789	109,051	103,192	286,890	595,657
Huánuco	46,908	31,218	39,770	28,492	597,257	1,283,763
Ica	4,832	3,576	7,515	6,359	27,414	40,345
Junín	18,821	14,038	42,847	33,157	768,865	1,566,606
La Libertad	42,554	27,263	67,197	50,164	557,044	1,104,355
Lambayeque	10,115	7,193	22,976	18,861	165,981	299,048
Lima	17,262	12,099	48,942	40,631	467,362	757,082
Loreto	2,363	1,165	149	40	12,866	25,904
Madre de Dios	326	171	27	19	3,818	9,847
Moquegua	1,206	902	8,537	6,624	92,385	161,317
Pasco	14,786	10,526	10,903	8,002	71,059	240,817
Piura	65,944	50,473	75,023	60,463	117,950	276,308
Puno	27,969	22,619	81,733	62,651	103,400	228,192
San Martín	31,906	21,906	6,174	2,974	251,192	479,700
Tacna	1,053	758	2,917	2,429	82,820	161,845
Tumbes	3,070	2,116	4,796	3,950	2,188	4,787
Ucayali	1,466	934	169	111	12,125	27,462
Total	907,211	676,667	963,134	771,333	8,790,893	16,000,000

Fuente: Elaboración propia

La población de ganado por departamento, usada en el INGEI 2005 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 170: Población del ganado según región -2005

Región	Aves	Alpaca	Llamas	Caprino	Ovino
Amazonas	702,489	-	-	7,205	37,993
Ancash	1,693,441	12,142	1,500	190,443	847,298
Apurímac	496,510	152,290	51,610	90,170	467,210
Arequipa	17,113,325	346,625	115,265	34,280	286,680
Ayacucho	590,991	193,467	128,288	245,589	905,080
Cajamarca	1,155,903	1,333	-	96,690	375,069
Cusco	712,271	453,190	233,219	96,380	2,388,882
Huancavelica	439,985	223,704	133,333	178,863	993,165
Huánuco	1,509,479	2,637	6,405	72,984	1,147,657
Ica	6,110,301	-	-	65,037	20,606
Junín	1,627,840	36,687	38,340	8,980	1,214,210
La Libertad	13,439,366	7,505	-	130,433	402,413
Lambayeque	2,200,350	-	-	60,000	72,000
Lima	36,489,500	34,173	21,456	183,469	352,067
Loreto	965,448	-	-	-	3,881
Madre de Dios	199,121	-	-	-	6,112
Moquegua	101,405	75,189	40,508	11,297	48,614
Pasco	103,480	31,823	44,590	25,049	947,800

Región	Aves	Alpaca	Llamas	Caprino	Ovino
Piura	5,555,556	-	-	335,100	278,876
Puno	1,789,160	1,986,790	436,910	-	3,932,070
San Martín	3,338,200	-	-	5,202	19,468
Tacna	443,400	40,000	18,555	13,795	42,345
Tumbes	84,000	-	-	101,220	10,010
Ucayali	2,417,297	-	-	770	14,280
Total	99,278,818	3,597,555	1,269,979	1,952,956	14,813,786
Región	Porcino	Vacuno	Caballos*	Mulas y asnos*	Cuyes*
Amazonas	45,553	201,868	31,715	44,684	420,962
Ancash	171,696	342,051	41,822	99,824	1,741,458
Apurímac	130,410	323,150	93,978	13,242	1,025,993
Arequipa	84,471	268,845	9,774	21,602	508,637
Ayacucho	158,020	445,510	40,397	39,020	344,124
Cajamarca	202,298	567,252	178,082	122,897	2,545,304
Cusco	265,338	511,848	86,663	42,234	1,840,987
Huancavelica	109,121	190,580	33,641	75,779	492,560
Huánuco	352,051	269,149	45,164	38,633	1,035,241
Ica	22,684	36,448	4,181	6,128	43,340
Junín	107,640	222,660	16,143	38,662	1,313,352
La Libertad	160,798	253,482	42,353	62,843	944,633
Lambayeque	62,000	86,000	9,136	19,430	274,721
Lima	417,780	263,480	15,821	40,844	752,520
Loreto	99,263	31,586	2,809	224	21,907
Madre de Dios	16,968	44,200	374	26	6,987
Moquegua	11,191	31,022	1,031	7,683	151,755
Pasco	119,154	101,588	13,338	10,361	142,974
Piura	173,054	234,260	54,876	64,800	209,569
Puno	99,570	608,200	21,689	74,469	180,562
San Martín	117,692	128,598	29,840	7,741	421,856
Tacna	25,294	29,706	938	2,426	139,918
Tumbes	15,890	13,800	2,860	4,040	3,811
Ucayali	42,788	44,500	1,859	176	21,331
Total	3,010,724	5,249,783	778,485	837,766	14,584,501

Fuente (aves, alpacas, llamas, caprino, ovino, porcino y vacuno): Producción Pecuaria e Industria avícola 2012, MINAGRI

Fuente (caballos, mulas, asnos y cuyes): CENAGRO-INEI (<http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#>)

Para esta fuente, la versión original del INGEI tuvo el error de contabilizar al ganado vacuno lechero dentro del vacuno no lechero, en ese sentido, al utilizarse estos datos para estimar los factores de emisión de metano, se han generado ligeras sobreestimaciones. Adicionalmente hubo una modificación respecto a la población de cuyes en la región Pasco.

Tabla 171: Población del ganado según región - 2010

Región	Vacuno lechero		Vacuno no lechero		Cuyes	
	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)	Ver. ajustada (miles)	Ver. inicial (miles)
Ancash	14,449	14,449	293,175	307,624	1,547,395	1,547,395
Cajamarca	131,082	131,082	530,360	661,442	2,266,868	2,266,868
Cusco	40,723	40,723	462,588	503,311	1,617,057	1,617,057
Huancavelica	13,750	13,750	179,302	193,053	338,001	338,001
Junín	22,013	22,013	203,410	225,423	927,141	927,141
Pasco	25,471	25,471	96,035	121,506	16,838	98,819
Puno	101,723	101,723	567,477	669,200	112,134	112,134
Amazonas	60,701	60,701	170,979	231,680	314,795	314,795
Apurímac	42,573	42,573	290,472	333,045	949,226	949,226
Arequipa	69,701	69,701	134,463	204,164	415,435	415,435
Ayacucho	31,807	31,807	425,821	457,628	412,737	412,737
Huánuco	33,823	33,823	286,006	319,829	672,302	672,302
Ica	7,724	7,724	29,339	37,063	44,179	44,179
La Libertad	35,989	35,989	218,710	254,699	693,691	693,691
Lambayeque	13,419	13,419	97,164	110,583	228,217	228,217
Lima	75,086	75,086	155,336	230,422	699,671	699,671
Moquegua	5,608	5,608	24,818	30,426	130,704	130,704
Piura	30,208	30,208	271,950	302,158	116,437	116,437
San Martín	17,224	17,224	138,128	155,352	325,928	325,928
Tacna	7,154	7,154	19,627	26,781	104,821	104,821
Loreto	1,465	1,465	34,021	35,486	15,738	15,738
Madre de Dios	2,018	2,018	50,243	52,261	3,121	3,121
Tumbes	503	503	13,227	13,729	2,403	2,403
Ucayali	3,387	3,387	39,947	43,334	12,644	12,644
Total	787,604	787,604	4,732,596	5,520,200	11,967,484	12,049,464

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la población de ganado usada en el INGEI 2012, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 172: Población del ganado según región - 2012

Región	Aves	Alpaca	Llamas	Caprino	Ovino
Amazonas	1,137,415	-	-	11,206	31,131
Ancash	1,863,452	10,120	-	166,175	650,284
Apurímac	546,486	203,967	63,014	104,119	481,850
Arequipa	20,835,846	500,211	106,033	16,759	220,707
Ayacucho	720,100	203,520	127,960	221,616	967,114
Cajamarca	1,105,173	1,120	-	82,835	421,175
Cusco	910,345	608,978	179,650	48,535	1,563,618
Huancavelica	390,220	225,470	131,420	187,431	770,715
Huánuco	1,530,410	4,151	3,750	97,911	702,282
Ica	9,340,610	-	-	67,724	27,078
Junín	2,939,402	84,791	60,081	9,431	1,304,933
La Libertad	20,057,457	7,767	-	131,719	402,621

Región	Aves	Alpaca	Llamas	Caprino	Ovino
Lambayeque	1,865,152	-	-	78,198	77,386
Lima	52,827,220	35,259	23,710	187,765	321,131
Loreto	3,978,068	-	-	-	7,985
Madre de Dios	390,987	-	-	-	8,490
Moquegua	104,228	91,335	37,450	12,130	70,405
Pasco	120,050	89,091	34,591	9,626	726,314
Piura	4,373,610	-	-	417,121	344,798
Puno	1,948,960	1,807,440	405,300	-	3,011,220
San Martín	3,905,117	-	-	-	13,190
Tacna	1,020,340	51,010	19,994	19,950	38,420
Tumbes	190,460	-	-	78,900	8,950
Ucayali	5,568,347	-	-	-	11,980
Total	137,669,455	3,924,230	1,192,953	1,949,151	12,183,777
Región	Porcino	Vacuno	Caballos*	Mulas y asnos*	Cuyes*
Amazonas	71,548	230,190	29,449	18,154	327,936
Ancash	182,009	300,992	41,188	88,090	1,643,415
Apurímac	123,073	346,088	88,178	11,661	1,012,181
Arequipa	79,117	201,589	8,574	19,386	437,274
Ayacucho	187,764	523,715	36,850	37,766	449,887
Cajamarca	251,689	645,466	72,684	95,163	2,408,094
Cusco	141,726	517,772	73,075	42,012	1,715,374
Huancavelica	138,085	181,736	25,293	29,197	348,223
Huánuco	219,320	246,716	42,721	37,042	687,311
Ica	36,673	43,823	3,270	4,185	47,532
Junín	146,182	308,233	12,394	32,803	958,796
La Libertad	162,069	262,771	42,073	56,747	721,021
Lambayeque	56,964	89,795	7,766	14,467	240,664
Lima	455,740	225,265	13,803	29,507	746,133
Loreto	83,145	35,080	3,433	330	16,312
Madre de Dios	12,895	51,665	442	24	2,982
Moquegua	16,382	27,380	786	6,486	138,368
Pasco	110,339	139,412	11,311	9,602	5,994
Piura	140,298	324,960	39,380	50,488	116,134
Puno	128,580	691,610	12,898	64,299	113,881
San Martín	141,075	180,040	26,948	9,935	340,875
Tacna	35,460	26,370	778	1,738	109,221
Tumbes	18,590	18,070	2,566	2,982	2,446
Ucayali	52,289	42,210	2,109	186	12,748
Total	2,991,012	5,660,948	597,969	662,250	12,602,802

Fuente (aves, alpacas, llamas, caprino, ovino, porcino y vacuno): Producción Pecuaria e Industria avícola 2012, MINAGRI

Fuente (caballos, mulas, asnos y cuyes): CENAGRO-INEI (<http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#>)

- b) Temperatura promedio anual según región.- tal como se mencionó anteriormente, es necesario disponer a las poblaciones del ganado según distintas regiones, esto porque el IPCC ha clasificado, en base a rangos de temperatura, tres regiones climáticas (fría, templada y cálida), para las cuales y según el tipo de ganado posee un factor de emisión específico. Las temperaturas promedio por región, usadas en todos los INGEI se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 173: Temperatura promedio según región

Departamento	Temperatura (°C)
Amazonas	14.7
Ancash	12.4
Apurímac	14.0
Arequipa	15.6
Ayacucho	18.0
Cajamarca	14.6
Cusco	12.3
Huancavelica	9.6
Huánuco	20.3
Ica	20.7
Junín	12.1
La Libertad	21.2
Lambayeque	22.0
Lima	19.8
Loreto	26.8
Madre de Dios	26.9
Moquegua	19.7
Pasco	5.0
Piura	25.2
Puno	10.5
San Martín	22.8
Tacna	18.2
Tumbes	25.6
Ucayali	25.5

Fuente: INEI³²

En base a la información indicada en la tabla anterior se debe ubicar a que región climática pertenece cada departamento para así poder realizar ecuaciones necesarias para las estimaciones. La tabla de regiones climáticas, usada en todos los INGEI, se presenta a continuación:

Tabla 174: Departamentos según región climática

Departamento	Temperatura (°C)	Región Climática
Amazonas	14.70	Fría (< 15°C)
Ancash	12.40	
Apurímac	14.00	
Cajamarca	14.60	
Cusco	12.33	
Huancavelica	9.63	
Junín	12.09	
Pasco	4.99	
Puno	10.45	
Arequipa	15.55	Templada (15°C - 25°C)
Ayacucho	18.05	
Huánuco	20.27	

³²Disponible en: http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1140/index.html

Departamento	Temperatura (°C)	Región Climática
Ica	20.72	
La Libertad	21.18	
Lambayeque	21.96	
Lima	19.84	
Moquegua	19.66	
San Martín	22.84	
Tacna	18.22	
Loreto	26.84	
Madre de Dios	26.89	Cálida (>25°C)
Piura	25.16	
Tumbes	25.64	
Ucayali	25.55	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEI

En la actualización del INGEI 2000, respecto a los factores de emisión para la generación de metano, se ha modificado el factor de emisión para la zona climática: templado del ganado vacuno no lechero y todos los factores de emisión de las alpacas y llamas. En el primer caso el factor utilizado no es el que señala el IPCC mientras que para las alpacas y llamas, estos han variado debido a la actualización de sus pesos, los que repercuten en la estimación de sus correspondientes factores de emisión.

Tabla 175: Factores de emisión utilizados para manejo de estiércol - 2000

Ganado	Versión inicial			Versión ajustada		
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)
Vacuno lechero	-	1.00	2.00	-	1.00	2.00
Vacuno no lechero	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ovejas	0.10	0.16	0.21	0.10	0.16	0.21
Cabras	0.11	0.17	0.22	0.11	0.17	0.22
Caballos	1.10	1.60	2.20	1.09	1.64	2.18
Mulas y asnos	0.60	0.90	1.20	0.60	0.90	1.19
Cerdos	-	1.00	2.00	-	1.00	2.00
Alpacas	0.23	0.36	0.48	0.16	0.26	0.34
Llamas	0.33	0.53	0.70	0.19	0.31	0.41
Aves de corral	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Cuyes	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.05

Fuente: Elaboración propia

En la actualización del INGEI 2010, se han modificado todos los factores de emisión de las alpacas y llamas, estos han variado debido a la actualización de sus pesos, los que repercuten en la estimación de sus correspondientes factores de emisión.

Tabla 176: Factores de emisión utilizados para manejo de estiércol - 2010

Ganado	Versión inicial			Versión ajustada		
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)
Alpacas	0.33	0.53	0.7	0.16	0.26	0.34
Llamas	0.23	0.36	0.48	0.19	0.31	0.41

Fuente: Elaboración propia

Tanto en el INGEI 200, como el INGEI 2010, respecto a los factores de emisión de óxido nitroso (kg de N₂O-N/kg de N excretado) para los sistemas de manejo de estiércol, estos han sido los factores de emisión por defecto del IPCC y son iguales en ambas versiones, sin embargo, en la actualización se han incorporado factores de emisión para otros sistemas de manejo de estiércol, estos fueron: parcelas secas y estiércol de aves de corral con cama.

4.4.2.3. Variables y constantes

Para realizar las estimaciones de las emisiones de metano y óxido nítrico procedentes del manejo del estiércol se requiere del uso de distintas variables y factores de emisión, los que se detallan a continuación.

Para la determinación de las emisiones de metano, para todos los INGEI:

Tabla 177: Factores de emisión de metano por manejo de estiércol

Factores de Emisión de Metano por Manejo del Estiércol por Temperatura				
Ganado	Región Climática			Factor de emisión* (kg CH ₄ /cabeza/año)
	Frío (< 15°C) (kg CH ₄ /cabeza/año)	Templado (15 a 25°C) (kg CH ₄ /cabeza/año)	Cálido (> 25°C) (kg CH ₄ /cabeza/año)	
Vacuno lechero	-	1.00	2.00	0.47
Vacuno no lechero	1.00	1.00	1.00	1.00
Ovejas	0.10	0.16	0.21	0.12
Cabras	0.11	0.17	0.22	0.16
Caballos	1.09	1.64	2.18	1.36
Mulas y asnos	0.60	0.90	1.19	0.74
Cerdos	-	1.00	2.00	0.67
Alpacas*	0.16	0.26	0.34	0.19
Llamas*	0.19	0.31	0.41	0.22
Aves de corral	0.01	0.02	0.02	0.02
Cuyes**	0.03	0.04	0.05	0.03

Fuente: Directrices IPCC 1996, tablas 4-4 y 4-5

*Elaboración propia a partir de lo especificado en las ecuaciones anteriores

**Los FE para el cuy fueron tomados del Inventario de GEI 1994.

Los factores de emisión, según región climática (frío, templada y cálida), indicados en la tabla anterior son proveídos por el IPCC mientras que la última columna posee los factores de emisión estimados en base a la participación de las poblaciones de ganado según región climática (ver ecuación 27).

Para la determinación de las emisiones de óxido nítrico se emplean los factores de emisión a continuación, en todos los INGEI:

Tabla 178: Factores de emisión de N₂O por sistema de manejo de estiércol

Sistema de Manejo de Estiércol (SME)	Factor de Emisión (kg de N ₂ O-N/kg de N excretado)
Estanques anaeróbicos	0.00
Estado líquido	0.00
Praderas y pastizales	0.02 ³³
Recolección y depósito	-
Almacenamiento en estado sólido	0.02
Quema como combustible	0.0135
Parcelas secas	0.02
Estiércol de aves de corral con cama	0.02
Estiércol de aves de corral sin cama	0.005

Fuente: OBP 2000, cuadro 4.12

³³ Se considera en la fuente de suelos agrícolas

Tabla 179: Tasas de excreción de nitrógeno

Ganado	Excreción de N (Kg-N/animal/año)
lechero	70.00
no lechero	40.00
ovejas	12.00
cabras	12.00
caballos	40.00
mulas y asnos	40.00
cerdos	16.00
alpacas	12.00
llamas	12.00
aves de corral	0.60
cuy*	1.00

Fuente: Directrices IPCC 1996, tabla 4-6
INGEI 2000*

Tabla 180: Porcentaje del nitrógeno en el estiércol producido según tipo de sistema de manejo de estiércol (SME)

SME Ganado	Lagunas anaeróbicas	Sistemas líquidos	Praderas y pastizales	Recolección y depósito diarios	Almacenamiento en estado sólido
lechero	-	-	0.16	0.20	-
no lechero	-	-	0.14	-	-
ovejas	-	-	1.00	-	-
cabras	-	-	1.00	-	-
caballos	-	-	1.00	-	-
mulas y asnos	-	-	1.00	-	-
cerdos	-	-	0.67	-	0.33
alpacas	-	-	0.90	-	-
llamas	-	-	0.70	-	-
aves de corral	-	-	0.13	-	-
cuy	-	-	-	1.00	-

SME Ganado	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
lechero	0.64	-	-	-
no lechero	0.77	0.09	-	-
ovejas	-	-	-	-
cabras	-	-	-	-
caballos	-	-	-	-
mulas y asnos	-	-	-	-
cerdos	-	-	-	-
alpacas	0.10	-	-	-
llamas	0.30	-	-	-
aves de corral	-	-	0.87	-
cuy	-	-	-	-

Fuente: Dictamen de expertos

Los factores de emisión aquí utilizados provienen en su mayoría del IPCC con excepción del porcentaje de nitrógeno que se produce en cada sistema de manejo de estiércol y por cada tipo de ganado, este último se obtiene a través de la opinión de expertos.

4.4.3. Cultivos de arroz

En esta fuente se consideran las emisiones de metano generadas por la descomposición de la materia orgánica en arrozales anegados.

4.4.3.1. Elección del nivel de cálculo

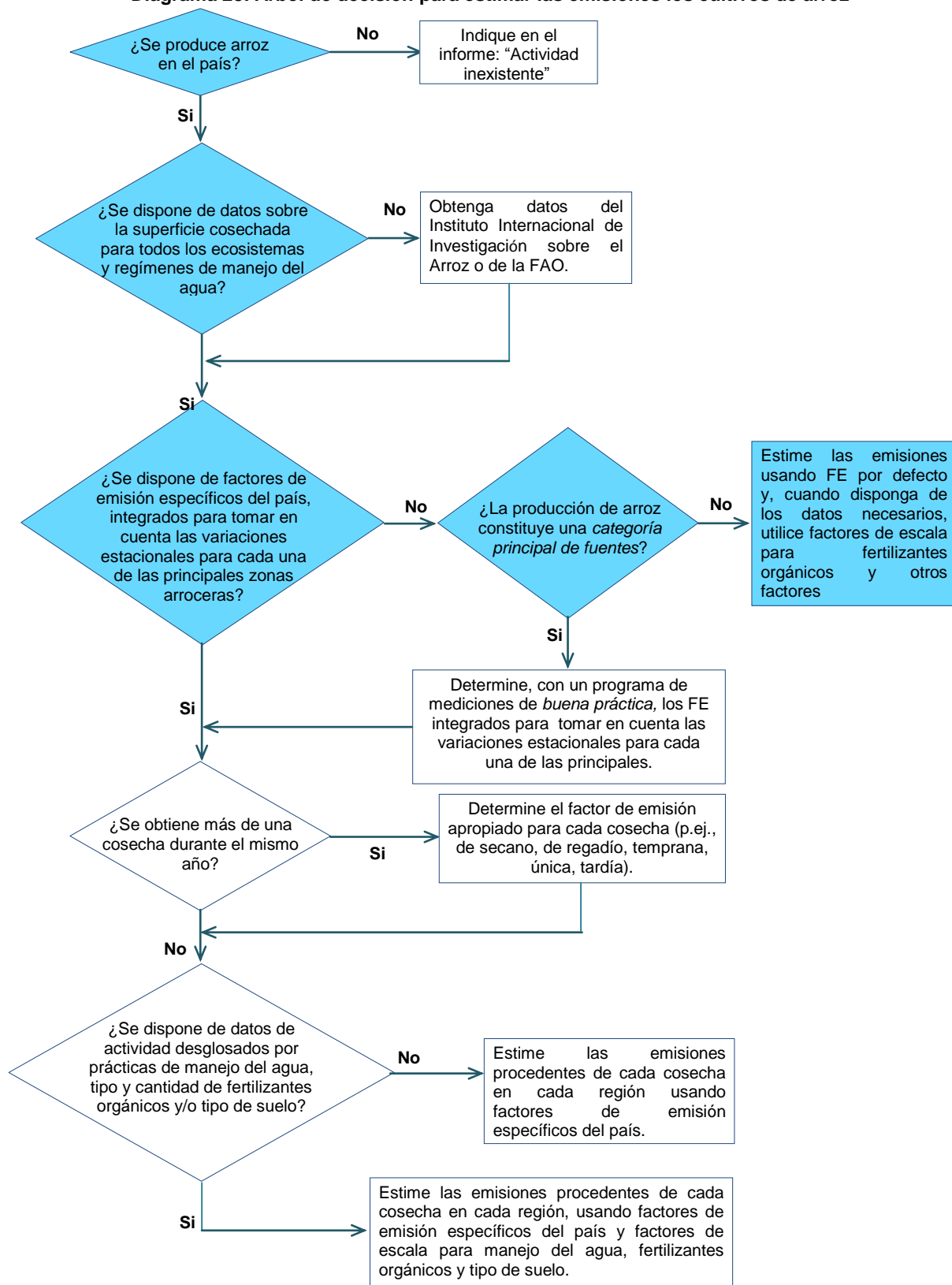
Para determinar el nivel de cálculo se ha hecho uso del árbol de decisión contenido en las OBP2000

El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: requiere los datos de las hectáreas cosechadas de arroz a nivel nacional según su régimen de manejo de agua y el uso de factores de emisión por defecto del IPCC.

Nivel 2: en caso esta sea una categoría principal, se deberá aplicar el método del IPCC con el máximo grado de desglose posible, incorporando el mayor número de características y el uso de factores de emisión específicos del país.

Diagrama 28: Árbol de decisión para estimar las emisiones los cultivos de arroz



Dado que la información disponible para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, no es muy detallada y siendo esta categoría poco representativa se han seguido las indicaciones del árbol de decisión aplicándose el Nivel 1

La ecuación para la estimación de emisiones de metano por el cultivo de arroz, aplicando el Nivel 1, es el siguiente:

Ecuación 31: emisiones de metano por cultivos de arroz

$$Emisiones_{(CH_4)} = \sum (FE_j \cdot S_j \cdot 10^{-12})$$

Dónde:

- $Emisiones_{(CH_4)}$ = emisiones de metano por fermentación entérica
 FE_j = factor de emisión para el sistema de riego j
 S_j = superficie anual cosechada según el sistema de riego j

Fuente: Adecuada en base a los libros de trabajo del IPCC y GL1996, primera parte, ecuación 1, página 4.17

Para hallar el factor de emisión propio de cada sistema de riego, se debe seguir la siguiente ecuación:

Ecuación 32: factor de emisión de metano por cultivos de arroz

$$FE = FS_W \cdot FS_O \cdot FE_{VE}$$

Donde:

- FE = factor de emisión integrado ajustado para una superficie de cosecha dada
 FS_W = factor de escala para reflejar las diferencias en los regímenes de manejo del agua
 FS_O = factor de corrección para fertilizantes orgánicos
 FE_{VE} = factor de emisión para variaciones estacionales




Fuente: Elaborada en base a las instrucciones del libro de trabajo del IPCC

Una vez estimados los factores de emisión según la ecuación 31, estos se deben multiplicar por las respectivas superficies cosechadas según el régimen de riego.

4.4.3.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta las fuentes de información para el nivel de actividad, requerido y recopilado para los INGEI, en la categoría cultivos de arroz:

Tabla 181: Nivel de actividad para cultivos de arroz

Código OBP2000	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
4C	Cultivos de arroz	Superficie cosechada de arroz según región	MINAGRI - DGESEP - DEA (2000, 2005, 2010 y 2012)	
		Tipo de régimen de agua a nivel nacional	Dictamen de experto	No aplica
<u>Leyenda de Calidad:</u> <div> No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.</div> <div> Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.</div> <div> La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector</div>				

- a) Superficie cosechada de arroz según región.- es necesario contar con información de las hectáreas totales de arroz cosechadas según región. En el Perú a través del MINAGRI se genera información solo de las hectáreas de arroz cosechadas pero no de su sistema de riego.

En la actualización del INGEI 2000 se han encontrado diferencias entre los datos utilizados en la primera versión del inventario y los que se utilizaron para la adecuación del inventario. Los datos que se utilizaron en ambos ejercicios se presentan a continuación y muestran diferencias en todas las regiones, habiendo diferencias significativas en las regiones: Ancash, Pasco, Junín, Ayacucho y Cusco.

Tabla 182: Hectáreas cosechadas de arroz según región

Región	Versión inicial (Ha)	Versión ajustada (Ha)
Tumbes	11,994	11,131
Piura	30,952	34,637
Lambayeque	49,654	57,492
La Libertad	26,437	27,725
Cajamarca	19,101	19,864
Amazonas	25,572	26,716
Ancash	2,850	4,118
Lima	--	-
Ica	--	-
Huánuco	5,599	5,466
Pasco	780	1,725
Junín	1,106	662
Huancavelica	--	
Arequipa	14,744	14,724
Moquegua	--	
Tacna	--	
Ayacucho	2,290	795
Apurímac	--	
Cusco	4,333	2,646
Puno	340	320
San Martín	47,727	46,991
Loreto	30,532	32,306
Ucayali	8,691	7,883
Madre de Dios	4,814	4,460
Total	287,511	299,659

Fuente: Elaboración propia

Los datos de superficie de arroz, para los años 2005 y 2012 se presentan en las siguientes tablas (la actualización del INGEI 2010 no identificó ningún cambio):

Tabla 183: Hectáreas de arroz cosechadas - 2005

Región	Arroz cosechado (ha)
Tumbes	15,144
Piura	47,243
Lambayeque	41,905
La Libertad	27,602

Región	Arroz cosechado (ha)
Cajamarca	25,315
Amazonas	2,583
Ancash	3,144
Lima	19,588
Lima metropolitana	32,294
Callao	2,131
Ica	4
Huánuco	-
Pasco	8,108
Junín	1,185
Huancavelica	1,911
Arequipa	-
Moquegua	15,707
Tacna	-
Ayacucho	-
Apurímac	506
Cusco	-
Puno	-
San Martín	-
Loreto	2,985
Ucayali	284
Madre de Dios	77,390
Nacional	357,883

Fuente: MINAGRI

Tabla 184: Hectáreas de arroz cosechadas - 2012

Región	Arroz cosechado (ha)
Tumbes	15,760
Piura	65,374
Lambayeque	46,180
La Libertad	31,769
Cajamarca	27,843
Amazonas	37,891
Ancash	3,626
Lima	--
Lima Metropolitana	--
Callao	--
Ica	--
Huánuco	7,966
Pasco	2,073
Junín	2,094
Huancavelica	--
Arequipa	18,071

Región	Arroz cosechado (ha)
Moquegua	--
Tacna	--
Ayacucho	454
Apurímac	--
Cusco	1,362
Puno	509
San Martín	85,095
Loreto	36,023
Ucayali	9,040
Madre de Dios	2,761
Nacional	393,890

Fuente: MINAGRI

- b) Regímenes del manejo de agua para cultivos de arroz.- el IPCC establece distintas categorías para los regímenes de manejo de agua (regadío, secano y aguas profundas), sin embargo a nivel nacional no se genera esta información y por ende es dictaminada por expertos.

Para la actualización del INGEI 2000, esta información no se dispone, por lo que se tuvo que recurrir a la opinión de expertos. Se solicitó la opinión del Dr. Carlos Bruzzone el cual ha reconocido, luego de 10 años aproximadamente, que los datos para los tipos de riego deben modificarse según como se indican en la tabla a continuación.

Tabla 185: Participación de los tipos de riego

Tipo de riego (clasificación IPCC)	Versión inicial (%)	Versión ajustada (%)
Regadío anegado continuamente	29%	35%
Regadío anegado intermitentemente	64%	46%
Secano anegadizo	4%	10%
Secano expuesto a la sequía	6%	9%

Fuente: Elaboración propia

La participación de los regímenes de manejo de agua para el Perú, para los años de los INGEI 2005 y 2012, se detalla a continuación:

Tabla 186: Regímenes del manejo de agua en el Perú - 2005

Régimen de gestión del agua			Participación (%)
De regadío	Anegados continuamente		0.37
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0.43
		Aeración múltiple	0
De secano	Anegadizos		0.1
	Expuesto a la sequía		0.1
Aguas profundas	Profundidad del agua 50-100 cm		0
	Profundidad del agua > 100 cm		0

Fuente: Ing. Carlos Bruzzone³⁴

Tabla 187: Regímenes del manejo de agua en el Perú - 2012

Régimen de gestión del agua			Participación (%)
De regadío	Anegados continuamente		0.39
	Anegados	Aeración sencilla	0.46

³⁴ Especialista en arroz que ha emitido opinión sobre sistemas de riego a los inventarios de los años 2000 y 2010

Régimen de gestión del agua			Participación (%)
	intermitentemente	Aeración múltiple	0
De secano	Anegadizos		0.06
	Expuesto a la sequía		0.09
Aguas profundas	Profundidad del agua 50-100 cm		0
	Profundidad del agua > 100 cm		0

Fuente: Ing. Carlos Bruzzone³⁵

4.4.3.3. Variables y constantes

Esta fuente genera solo emisiones de metano, las mismas que se estiman en base a los siguientes factores de emisión, considerados para todos los INGEI:

Tabla 188: Factores de emisión para los cultivos de arroz

Régimen de gestión del agua			Factor de escala*	Factor de corrección para el fertilizante orgánico**	FE variaciones estacionales - arroz anegado continuamente sin fertilizantes orgánicos*** (g/m ²)
De regadío	Anegados continuamente		1.00	1.00	20.00
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0.50	1.00	20.00
		Aeración múltiple	0.20	1.00	20.00
De secano	Anegadizos		0.80	1.00	20.00
	Expuesto a la sequía		0.40	1.00	20.00
Aguas profundas	Profundidad del agua 50-100 cm		0.80	1.00	20.00
	Profundidad del agua > 100 cm		0.60	1.00	20.00

Fuente: *Directrices IPCC 1996, tabla 4-10

** Directrices IPCC 1996, página 4.18, numeral 3

*** Directrices IPCC 1996, tabla 4-11

Las Directrices del IPCC señalan que para el factor de corrección del fertilizante orgánico se debe usar el valor de 2, sin embargo por ser esta actividad prácticamente nula en el Perú se considera, según las indicaciones del IPCC, usar el valor de 1.

4.4.4. Suelos agrícolas

Esta fuente genera solo emisiones directas de óxido nitroso derivadas de la aplicación de fertilizantes sintéticos, estiércol animal y la incorporación de residuos de las cosechas en los suelos dedicados a la agricultura y las emisiones indirectas generadas por el nitrógeno atmosférico depositado en los suelos (NO_x y NH₄) y por la lixiviación que se deposita en los suelos.

4.4.4.1. Elección del nivel de cálculo

El IPCC ha diseñado dos árboles de decisión, uno para determinar las estimaciones de emisiones de óxido nitroso de forma directa y otro para emisiones indirectas. Los siguientes diagramas, usados para estimar las emisiones en todos los INGEI, muestran la elección del nivel adecuado de cálculo, de acuerdo a la información disponible.

³⁵ Especialista en arroz que ha emitido opinión sobre sistemas de riego a los inventarios de los años 2000 y 2010

Diagrama 29: Árbol de decisión para estimar emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas

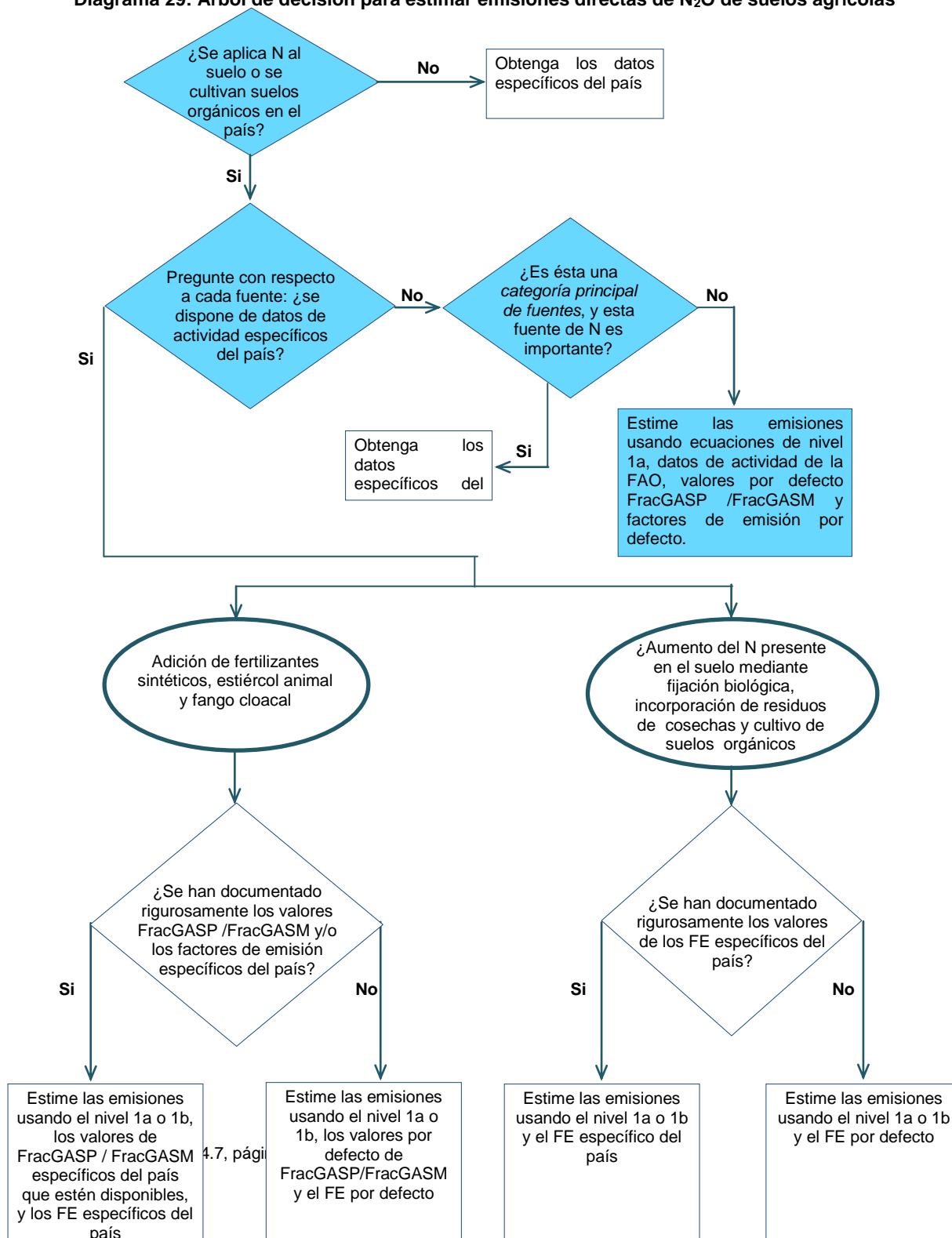
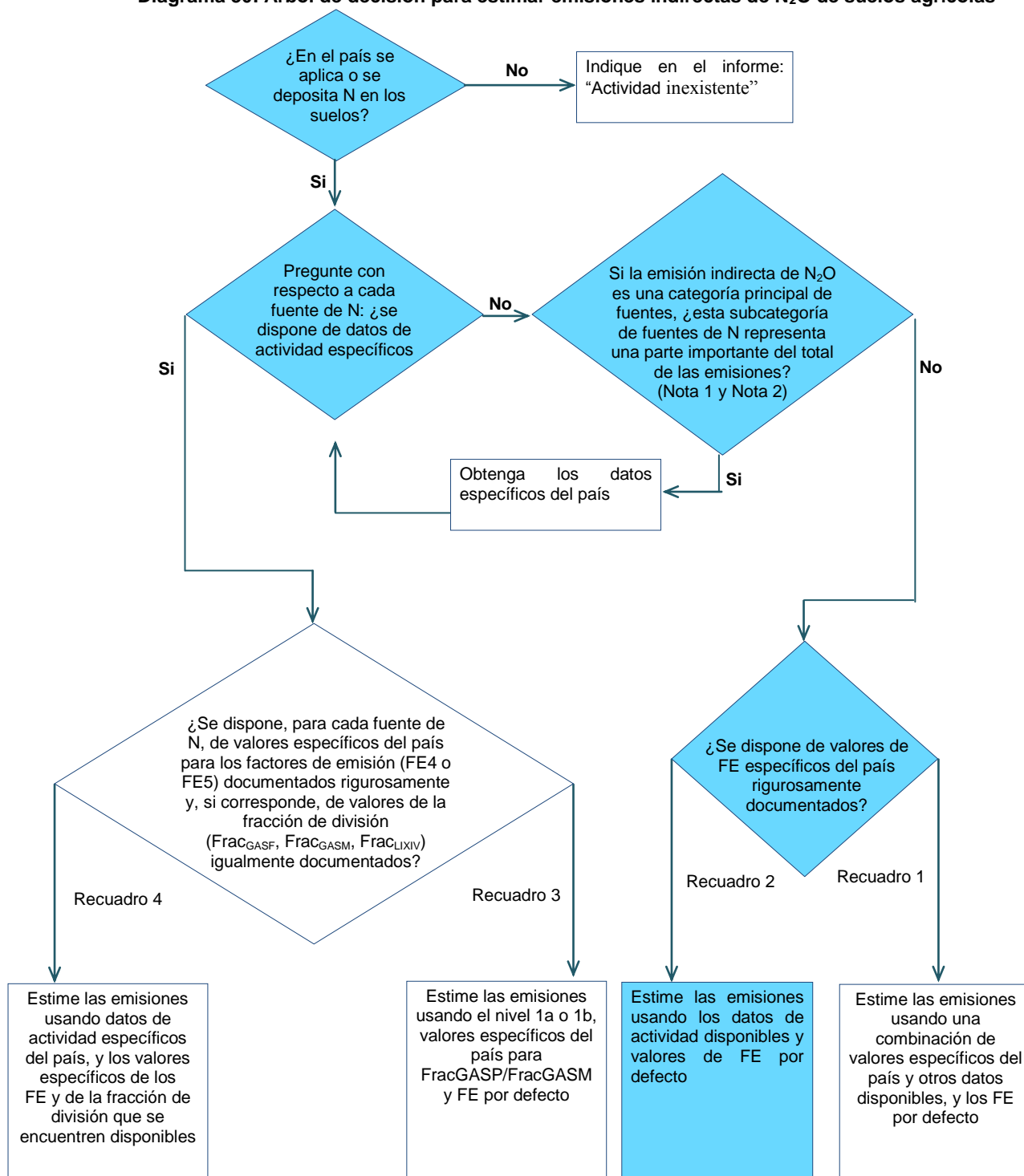


Diagrama 30: Árbol de decisión para estimar emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas



Fuente: OBP2000, figura 4.8, página 4.77

La ecuación básica, para determinar las emisiones directas de óxido nítrico, procedentes de los suelos agrícolas, según lo señalado por el árbol de decisión es la siguiente:

Ecuación 33: emisiones directas de óxido nitroso procedente de los suelos agrícolas (nivel 1)

$$N_2O_{Directo} - N = [(F_{SN} + F_{EA} + F_{NB} + F_{RC}) \cdot FE_1] + (F_{SO} \cdot FE_2)$$

Donde:

$N_2O_{Directo} - N$	= emisión de N_2O en unidades de nitrógeno
F_{SN}	= cantidad anual de nitrógeno en los fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos y que no volatilizan
F_{EA}	= cantidad anual de nitrógeno en el estiércol animal aplicado intencionalmente a los suelos
F_{NB}	= cantidad de nitrógeno fijado por las variedades fijadoras de N que se cultivan anualmente
F_{RC}	= cantidad de nitrógeno en residuos de cosechas que se reintegran anualmente a los suelos
FE_1	= factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes de aportes de N (kg de N_2O -N/kg aporte de N)
F_{SO}	= superficie de suelos orgánicos que se cultiva anualmente
FE_2	= factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes del cultivo de suelos orgánicos (kg de N_2O -N/ha-año)

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, páginas 4.36 y 4.40

Para determinar las emisiones indirectas, es decir las emisiones de óxido nitroso que se generan por la deposición en los suelos, del nitrógeno procedente de la atmósfera y de la lixiviación, se deben utilizar las siguientes ecuaciones:

$$N_2O_{(G)} - N = [(N_{FERT} \cdot Frac_{GASF}) + (\sum_{(T)} (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)}) \cdot Frac_{GASM})] \cdot FE_4$$

Ecuación 34: N_2O procedente de la deposición atmosférica (nivel 1a)

Dónde:

$N_2O_{(G)} - N$	= N_2O producido por la deposición atmosférica de N, en kg de N/año
N_{FERT}	= cantidad total de fertilizantes nitrogenados sintéticos aplicados a los suelos, en kg de N/año
$\sum_{(T)} (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)})$	= cantidad total de nitrógeno existente en el estiércol animal excretado en los campos, en kg de N/año
$Frac_{GASF}$	= fracción de los fertilizantes nitrogenados sintéticos que se volatiliza como NH_3 y NOx , en kg de NH_3 -N y NOx -N/kg de aporte de N
$Frac_{GASM}$	= fracción del nitrógeno del estiércol animal que se volatiliza como NH_3 y NOx , en kg de NH_3 - N y NOx -N/kg de N excretado
FE_4	= factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O procedentes de la deposición atmosférica de N en los suelos y superficies acuáticas, en kg de N_2O -N/kg de NH_3 -N y NOx -N emitido

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de GL1996, segunda parte, página 4.43

Ecuación 35: Depósito de N por lixiviación de la escorrentía (nivel 1a)

$$N_2O_{(L)} - N = [N_{FERT} + (\sum_{(T)} (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)}) \cdot Frac_{LIXIV})] \cdot FE_5$$

Dónde:

$N_2O_{(L)} - N$	= N depositado por lixiviación
N_{FERT}	= cantidad total de fertilizantes nitrogenados sintéticos aplicados a los suelos, en kg de N/año
$\sum_{(T)} (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)})$	= cantidad total de nitrógeno existente en el estiércol animal excretado en los campos, en kg de N/año
$Frac_{LIXIV}$	= fracción de aporte de nitrógeno que se pierde por lixiviación
FE_5	= factor de emisión correspondiente a la lixiviación

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, páginas 4.43 y 4.44




4.4.4.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para el INGEI en la categoría suelos agrícolas:

Tabla 189: Nivel de actividad para suelos agrícolas

Código OBP2000	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información
4D	Suelos Agrícolas	Aporte de fertilizante según tipo	MINAGRI - DGESEP - DEA SUNAT (2000, 2005, 2010 y 2012)
		Concentración de Nitrógeno por cada fertilizante	FAO – Los fertilizantes y su uso, cuadro – 2 (2000, 2005, 2010 y 2012)
		Producción anual de cultivos no fijadores de nitrógeno y de legumbres y sojas	MINAGRI - DGESEP – DEA (2000, 2005, 2010 y 2012)

Leyenda de Calidad:

	No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.
	Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.
	La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

- a) Aporte de nitrógeno (N) procedente de los fertilizantes.- La cantidad de fertilizantes usados según tipo es información proveída por el MINAGRI, quien a su vez la obtiene de la SUNAT. Teniendo este dato y la respectiva participación de nitrógeno por cada fertilizante (FAO) es que se determina la cantidad total de N que se deposita en los suelos agrícolas.

Los datos que se utilizaron en el INGEI 2000 fueron extraídos, según su respectivo reporte, de la corporación Misti y la FAO. En el caso de la adecuación del inventario se han utilizado los datos proveídos por el MINAGRI. Las diferencias, que son notorias, se pueden apreciar en la tabla abajo.

Tabla 190: Consumo de fertilizantes - 2000

Tipo de Fertilizantes Nitrogenado	Versión inicial (t)	Versión ajustada (t)
Urea, uso agrícola	436,850	345,786
Fosfato diamónico	44,450	53,190
Sulfato de amonio	41,050	39,476
Nitrato de amonio, uso agrícola	7,650	13,190

Fuente: Elaboración propia

Para los INGEI 2012 y 2005, el nivel de actividad se resume en las siguientes tablas (la actualización del INGEI 2010 no identificó cambios):

Tabla 191: Importación de principales fertilizantes químicos - 2012

Tipo de Fertilizantes Nitrogenado	Cantidad (t)
Urea, uso agrícola	400,533
Fosfato di-amónico	163,070
Sulfato de amonio	149,005
Nitrato de amonio, uso agrícola	64,108

Fuente: Insumos y servicios agropecuarios 2012, cuadro 2, página 10 – MINAGRI

Tabla 192: Importación de principales fertilizantes químicos - 2005

Tipo de Fertilizantes Nitrogenado	Cantidad (t)
Urea, uso agrícola	114,018,266
Fosfato di-amónico	25,124,040
Sulfato de amonio	22,795,111
Nitrato de amonio, uso agrícola	20,507,457

Fuente: Insumos y servicios agropecuarios 2012, cuadro 2, página 10 – MINAGRI

Finalmente, el porcentaje de nitrógeno usado, para todos los INGEI, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 193: Porcentaje de nitrógeno en fertilizantes

Tipo de Fertilizante	N en el fertilizante
Urea uso agrícola	46%
Fosfato diamónico	18%
Sulfato de Amonio	21%
Nitrato de Amonio	34%

Fuente: Los fertilizantes y su uso, cuadro 2, página 38 -FAO

- b) Producción anual de cultivos fijadores y no fijadores del nitrógeno.- debido al uso de factores de emisión diferenciados es necesario contar con información de los principales cultivos separando aquellos que son fijadores del nitrógeno de los que no lo son.

Para la actualización del INGEI 2000, los cultivos han sido modificados en la versión ajustada según la data actualizada del MINAGRI habiendo mayores diferencias en los cultivos de caña de azúcar, cebada, frijol y papa. Es importante mencionar que en la versión ajustada se han incluido cultivos que anteriormente no eran considerados (alcachofa, arveja, camote, cebolla, habas, maíz choclo, oca, olluco y yuca).

Tabla 194: Producción de cultivos – 2000

Tipo de cultivo	Versión inicial (t)	Versión ajustada (t)
Alcachofa		4,651.42
Alfalfa	5,431,321	5,344,954
Algodón	134,057	155,436
Arroz	2,028,719	1,895,328
Arveja		117,304.10
Camote		245,778.66
Caña de Azúcar	4,063,045	7,135,154
Cebada	270,394	185,577

Tipo de cultivo	Versión inicial (t)	Versión ajustada (t)
Cebolla		383,494.87
Espárrago	484,061	168,357
Frijol	449,804	87,991
Haba		115,846.62
Maíz	1,314,414	1,611,420,207
Oca		123,525.91
Olluco		144,231.98
Papa	2,647,032	3,274,855
Trigo	481,148	187,746
Yuca		882,517.32

Fuente: Elaboración propia

La información de la producción por tipo de cultivo, usada en el INGEI 2005, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 195: Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno - 2005

Cultivos	Producción (kg de cultivo)
Alcachofa*	67,942,430
Algodón	207,315,857
Arroz	2,468,357,407
Camote	184,422,289
Caña de azúcar	6,304,065,471
Cebada	193,085,214
Espárrago	206,026,410
Cebolla	493,258,153
Maíz amarillo duro	206,026,410
Maíz amiláceo	1,592,120,946
Oca	114,056,050
Olluco	23,916,666
Papa	3,289,699,404
Trigo	178,459,511
Yuca	1,004,453,597

Fuente: Producción agrícola 2012, cuadro 3, páginas 16-19 – MINAGRI

* Producción Hortofrutícola 2012, cuadro 21, página 24 - MINAGRI

Tabla 196: Producción de cultivos fijadores del nitrógeno - 2005

Cultivos	Producción (kg de cultivo)
Alfalfa	5,605,880,143
Arveja	264,852,904
Frijol	90,948,189
Habas	105,527,498

Fuente: Producción agrícola 2012, cuadro 3, páginas 16-17 – MINAGRI

Los datos utilizados en la versión original, del INGEI 2010, son los mismos que se han utilizado en la reciente actualización. La única diferencia existente en la versión actualizada está en la incorporación de los cultivos de alcachofa, arveja, camote, cebolla, habas, maíz choclo, oca, olluco y yuca, los cuales no figuran en la versión inicial.

Tabla 197: Producción de cultivos (adicionados) – 2010

Cultivos	Producción (kg de cultivo)
Alcachofa	127,322,624
Arveja	153,533,631
Camote	263,455,830
Cebolla	724,042,361
Habas	128,916,273
Maíz choclo	408,181,361
Oca	93,980,645
Olluco	158,747,045
Yuca	1,240,121,433

Fuente: Elaboración propia

La información de la producción por tipo de cultivo, usada en el INGEI 2012, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 198: Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno - 2012

Cultivos	Producción (kg de cultivo)
Alcachofa*	141,707,500
Algodón	110,954,330
Arroz	3,043,330,450
Camote	304,008,955
Caña de azúcar	10,368,866,438
Cebada	214,488,745
Espárrago	375,977,706
Cebolla	775,536,744
Maíz amarillo duro	1,392,971,685
Maíz amiláceo	280,901,950
Oca	92,876,116
Olluco	180,728,070
Papa	4,474,712,654
Trigo	226,218,461
Yuca	1,118,489,035

Fuente: Producción agrícola 2012, cuadro 3, páginas 16-19 – MINAGRI

* Producción Hortofrutícola 2012, cuadro 21, página 24 - MINAGRI

Tabla 199: Producción de cultivos fijadores del nitrógeno - 2012

Cultivos	Producción (kg de cultivo)
Alfalfa	6,696,376,102
Arveja	170,425,164
Frijol	169,929,896
Habas	139,145,982

Fuente: Producción agrícola 2012, cuadro 3, páginas 16-17 – MINAGRI

A continuación, se presenta de forma resumida los niveles de actividad que se requieren para realizar las estimaciones por los suelos agrícolas, para cada una de estas se presenta además su procedencia o fuente y una calificación de la calidad de los mismos.

4.4.4.3. Variables y constantes

Los factores de emisión utilizados para esta fuente se detallan líneas debajo.

Tabla 200: Factores de emisión usados por suelos agrícolas

Factor de emisión	Valor
FE1: (kg N ₂ O-N/kg)**	0.0125
Frac _{Comb} ****	0.1500
Frac _{Past} ****	0.6000
Frac _{Gasf} : (kg NH ₃ -N + Nox-N/kg N)*	0.2000
Frac _{NCR0} : (kgN/kg de biomasa seca)*	0.0150
Frac _{NCRBF} : (kgN/kg de biomasa seca)*	0.0300
Frac _R ****	0.5000
FE3: Praderas y pastizales***	0.0200
Frac _{Gasf} : (kg NH ₃ -N + Nox-N/kg N)	0.1000
FE4: (kg N ₂ O-N por kg NH ₃ -N y Nox-N)**	0.0100
Frac _{Lix} : (kgN/kg de N del fertilizante o el estiércol)*	0.3000
FE5: (kg N ₂ O-N/kg lixiviación o escorrentía)**	0.0250

Fuente: * Directrices IPCC 1996, tabla 4.17, página 4.38

** Directrices IPCC 1996, tabla 4.18, página 4.41

*** OBP, cuadro 4.12, página 4.48

**** Valores usados en INGEI 2000 dictaminado por expertos

***** OBP, página 4.70

Una vez realizadas todas las ecuaciones establecidas para cada una de las fuentes de emisión del sector, según las metodologías identificadas, se procede al cálculo respectivo.

4.4.5. Quema de sabanas

En esta fuente se consideran las emisiones de metano y óxido nitroso que se generan por la quema de las sabanas o pastizales a nivel nacional.

4.4.5.1. Elección del nivel de cálculo

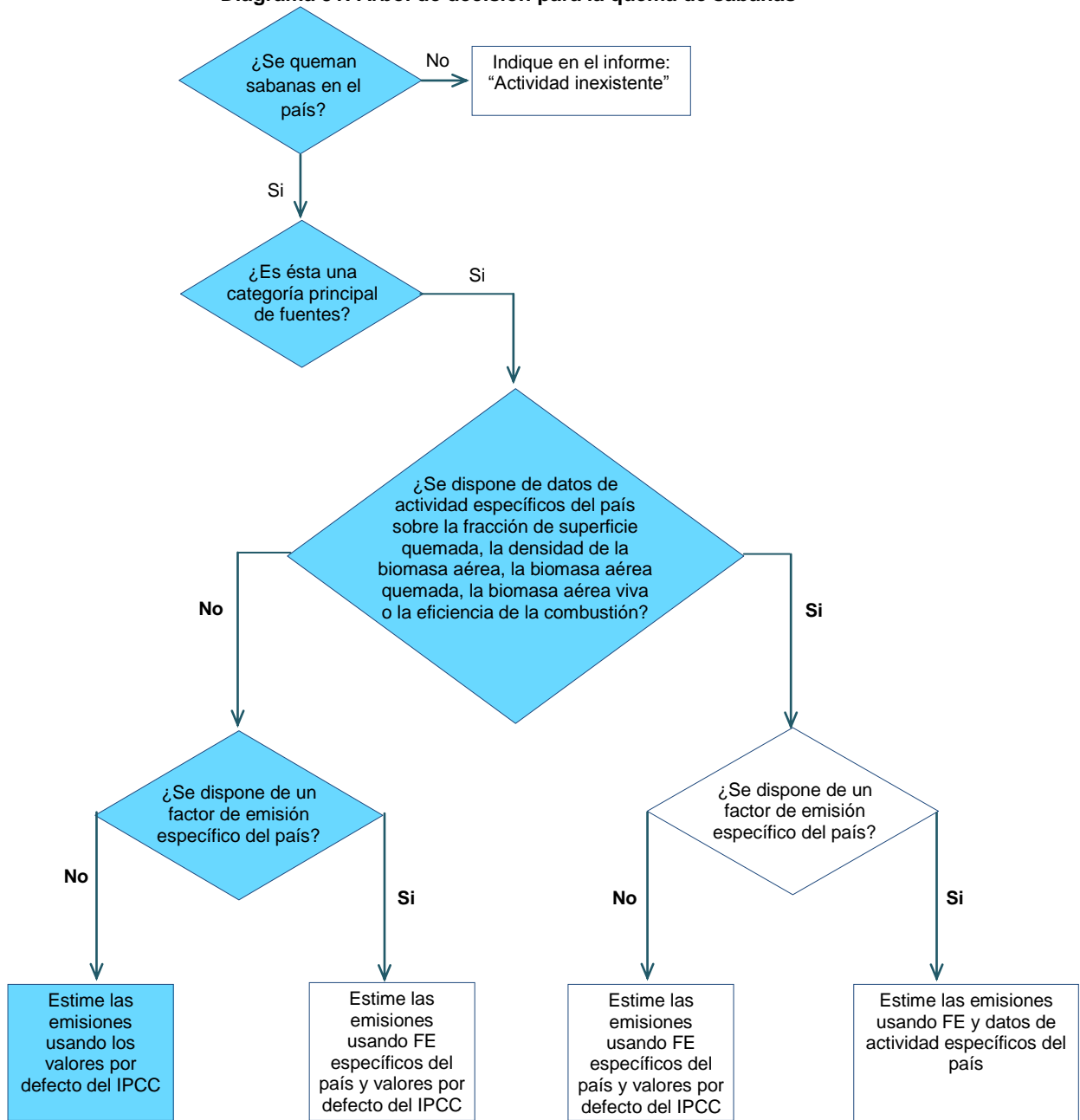
El nivel utilizado para estimar las emisiones depende de la cantidad y calidad de los datos disponibles. A continuación, una breve descripción de los niveles:

Nivel 1: no se poseen datos específicos del país pero si aproximaciones de datos tales como: la fracción de superficie quemada, la densidad de la biomasa aérea, la biomasa aérea quemada, la biomasa aérea viva o la eficiencia de la combustión y además se utilizan factores de emisión por defecto.

Nivel 2: en caso se disponga de data nacional sobre las variables mencionadas anteriormente además de factores de emisión nacionales.

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel debe utilizarse para todos los INGEI:

Diagrama 31: Árbol de decisión para la quema de sabanas



Fuente: OBP2000, figura 4.5

Las emisiones de metano y óxido nítrico se calculan a través de ecuaciones que requieren como información base los pastos (biomasa) quemados multiplicados por distintas variables y factores de conversión para cada gas emitido (metano y óxido nítrico). Las ecuaciones a ejecutar se presentan a continuación.

Ecuación 36: cantidad de biomasa viva que es quemada

$$CBV_q = S_q \cdot DB \cdot F_{rq} \cdot FBV_q$$

Donde:

CBV_q	= Cantidad de biomasa viva quemada
S_q	= Superficie quemada (ha)
DB	= <i>Densidad de la biomasa (t/ha)</i>
F_{rq}	= <i>Fracción realmente quemada</i>
FBV_q	= <i>Fracción de la biomasa viva realmente quemada</i>

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, página 4.28

Ecuación 37: cantidad de biomasa muerta que es quemada

$$CBM_q = S_q \cdot DB \cdot F_{rq} - CBV_q$$

Dónde:

CBM_q	= Cantidad de biomasa muerta quemada
S_q	= Superficie quemada (ha)
DB	= <i>Densidad de la biomasa (t/ha)</i>
F_{rq}	= <i>Fracción realmente quemada</i>
CBV_q	= Cantidad de biomasa viva quemada

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, página 4.29

Ecuación 38: carbono total liberado

$$CTL = \Sigma[(CBV_q \cdot FO_{BV} \cdot FC_{BV}) + (CBM_q \cdot FO_{BM} \cdot FC_{BM})]$$

Dónde:

CTL	= <i>Carbono total liberado</i>
CBV_q	= Cantidad de biomasa viva quemada
CBM_q	= Cantidad de biomasa muerta quemada
$FO_{BV/BM}$	= <i>Fracción oxidada de biomasa viva (BV) o biomasa muerta (BM)</i>
$FC_{BV/BM}$	= <i>Fracción de carbono de biomasa viva (BV) o biomasa muerta (BM)</i>

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, página 4.29

Ecuación 39: emisiones de GEI

$$\text{Emisiones de GEI (CH}_4 \text{ o N}_2\text{O)} = CTL \cdot R_{N/C} \cdot R_{emis \text{ (C o N)}} \cdot R_{conv \text{ (CH}_4 \text{ o N}_2\text{O)}}$$

Dónde:

CTL	= <i>Carbono total liberado</i>
$R_{N/C}$	= <i>Relación nitrógeno/carbono</i>
$R_{emis \text{ (C o N)}}$	= <i>Relación de emisión de carbono o nitrógeno</i>
$R_{conv \text{ (CH}_4 \text{ o N}_2\text{O)}}$	= <i>Relación de conversión a metano u óxido nítrico</i>

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, páginas 4.30 y 4.31

4.4.5.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para el INGEI en la categoría quema de sabanas:

Tabla 201: Nivel de actividad para la quema de sabanas

Código OBP2000	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
4E	Quema de sabanas	Superficie de pastos por región	Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) 2012 - (INEI - MINAGRI)	
		Densidad de biomasa de la sabana	INGEI 1994	No aplica

Leyenda de Calidad:

No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.

Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.

La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

- a) Superficie de pastos por región y fracción quemada.- en el Perú existe información de los pastos naturales según región para los años en que se realizan los censos agropecuarios. No se genera información sobre la superficie de pastos quemados, en anteriores inventarios se ha considerado que la fracción quemada era de 30%, sin embargo y a través del dictamen de expertos³⁶ es que se determina una cifra porcentual de las sabanas que son quemadas la cual es 20%. Para la actualización del INGEI 2000, al no encontrarse mayor evidencia, se mantuvo el 30%, como fracción quemada.

La versión original del INGEI 2010 consideró las superficies de pastos naturales indicadas en el CENAGRO 2012 y por ende correspondían a dicho año. En ese sentido, en la versión actualizada se han realizado estimaciones a través de interpolaciones entre los datos de los CENAGRO 1994 y 2012 respectivamente, al ser los únicos documentos que indican sobre esta información.

Tabla 202: Superficie de pastos naturales - 2010

Departamento	Versión inicial (ha)	Versión ajustada (ha)
Amazonas	195,843	198,598
Ancash	769,451	775,808
Apurímac	839,279	848,231
Arequipa	1,512,063	1,536,098
Ayacucho	1,608,354	1,545,992
Cajamarca	529,466	551,907
Cusco	1,647,509	1,677,376
Huancavelica	978,825	953,713
Huánuco	511,457	508,720
Ica	302,390	261,984
Junín	1,104,300	1,118,696
La Libertad	397,732	344,041
Lambayeque	52,746	109,847

³⁶ Fuente: Actualización del Inventario GEI del Perú al año 2009 - PlanCC

Departamento	Versión inicial (ha)	Versión ajustada (ha)
Lima	1,209,505	1,226,336
Loreto	173,082	147,286
Madre de Dios	30,134	26,562
Moquegua	427,716	425,581
Pasco	454,230	450,347
Piura	1,209,554	1,089,455
Puno	3,501,507	3,498,890
San Martín	87,100	81,276
Tacna	421,916	395,519
Tumbes	220	1,151
Ucayali	54,416	59,991
Total	18,018,795	17,833,407

Fuente: Elaboración propia

La superficie de pastos naturales para los INGEI 2005 y 2012, se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 203: Superficies agropecuarias por departamento - 2005

Departamento	Total de Pastos Naturales (ha)
Amazonas	205,485
Ancash	791,699
Apurímac	870,612
Arequipa	1,596,184
Ayacucho	1,390,088
Cajamarca	608,011
Cusco	1,752,043
Huancavelica	890,932
Huánuco	501,880
Ica	160,969
Junín	1,154,685
La Libertad	209,815
Lambayeque	252,600
Lima	1,268,414
Loreto	82,798
Madre de Dios	17,633
Moquegua	420,242
Pasco	440,639
Piura	789,208
Puno	3,492,350
San Martín	66,718
Tacna	329,527
Tumbes	3,477
Ucayali	73,930
Total	17,369,939

Fuente: Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario, anexo 01, página 41

Tabla 204: Superficies agropecuarias por departamento - 2012

Departamento	Total de Pastos Naturales (ha)
Amazonas	195,843
Ancash	769,451
Apurímac	839,279
Arequipa	1,512,063
Ayacucho	1,608,354
Cajamarca	529,466
Cusco	1,647,509
Huancavelica	978,825
Huánuco	511,457
Ica	302,390
Junín	1,104,300
La Libertad	397,732
Lambayeque	52,746
Lima	1,209,506
Loreto	173,082
Madre de Dios	30,134
Moquegua	427,716
Pasco	454,230
Piura	1,209,554
Puno	3,501,507
San Martín	87,100
Tacna	421,916
Tumbes	220
Ucayali	54,416
Total	18,018,795

Fuente: Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario, anexo 01, página 41

- b) Densidad de la biomasa de la sabana.- esta información no es generada por tal motivo y como ha ocurrido con el resto de inventarios se han utilizado los valores usados en el INGEI del año 1994 los cuales se presentan en la tabla siguiente y es usada en todos los INGE:

Tabla 205: Densidad de la biomasa de sabana por departamento

Departamentos	Densidad de biomasa (t dm/ha)
Amazonas	4.89
Ancash	2.29
Apurímac	2.29
Arequipa	2.29
Ayacucho	2.29
Cajamarca	2.29
Cusco	2.29
Huancavelica	2.29
Huánuco	2.29
Ica	2.29
Junín	2.29
La Libertad	2.29

Departamentos	Densidad de biomasa (t dm/ha)
Lambayeque	2.29
Lima	2.29
Loreto	5.67
Madre de Dios	5.67
Moquegua	2.29
Pasco	2.29
Piura	3.29
Puno	2.29
San Martín	5.67
Tacna	2.29
Tumbes	3.29
Ucayali	5.67

Fuente: INGEI 1994

4.4.5.3. Variables y constantes

Esta fuente genera tanto emisiones de metano como óxido nitroso, los factores de emisión utilizados para hallar las estimaciones se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 206: Factores de emisión usados por quema de sabanas

Factor de emisión	Valor
Fracción de biomasa quemada realmente*	0.850
Fracción de la biomasa viva**	0.800
Fracción de la biomasa muerta**	1.000
Fracción de carbono viva**	0.450
Fracción de carbono muerta**	0.400
Relación nitrógeno-carbono***	0.006
Relación de emisión de CH ₄ ****	0.004
Relación de emisión de N ₂ O****	0.007

Fuente: *OBP, cuadro 4.A1, página 4.96

** Directrices IPCC 1996, tabla 4-13, página 4.29

*** Directrices IPCC 1996, página 4.30, numeral 1

**** Directrices IPCC 1996, tabla 4-13, página 4.30

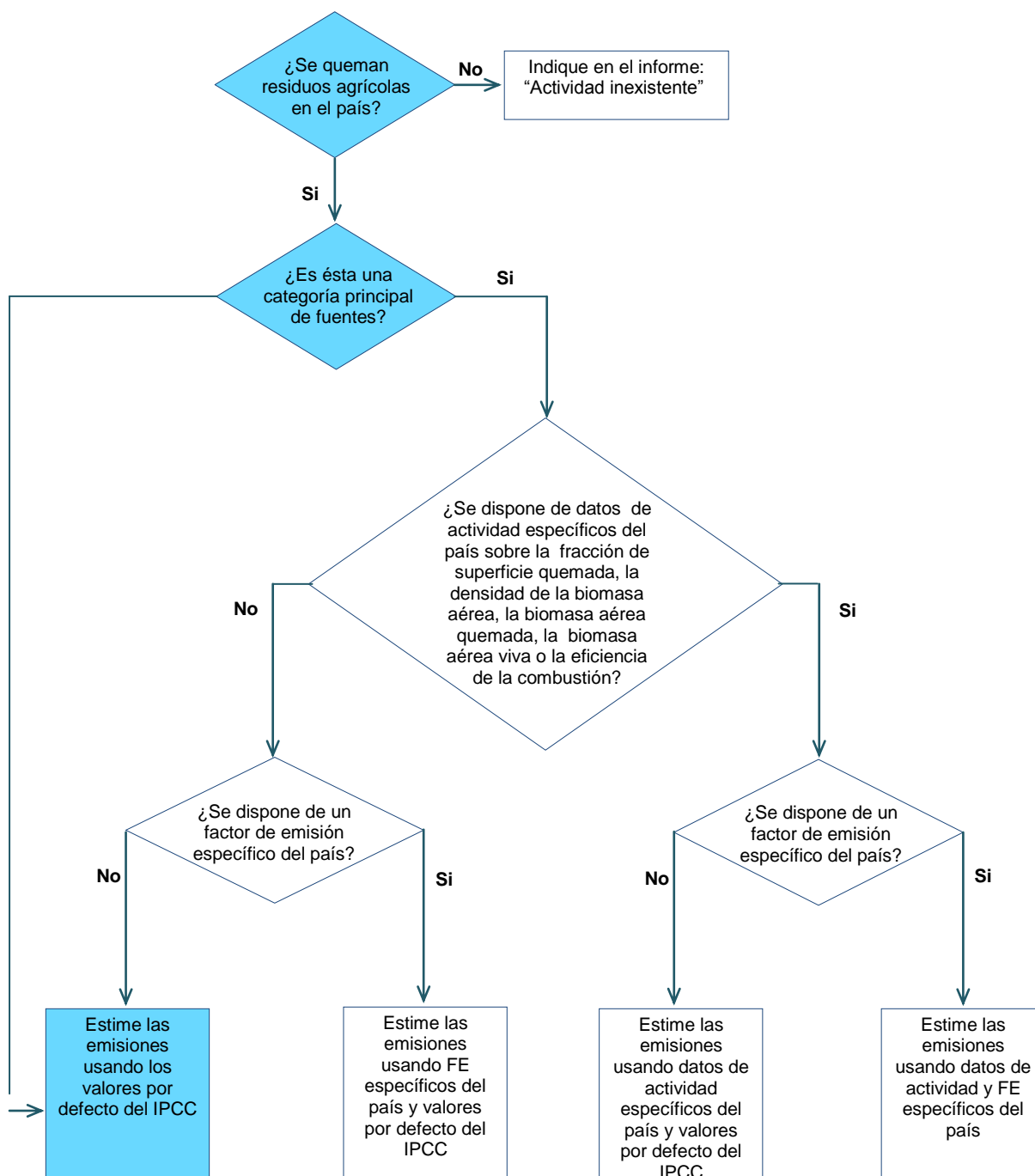
4.4.6. Quema de residuos agrícolas

En esta fuente, tal como la anterior, se consideran las emisiones de metano y óxido nitroso generadas por la práctica agrícola de quema de residuos agrícolas. La quema de residuos agrícolas no se considera una fuente neta de dióxido de carbono porque el carbono liberado en la atmósfera se supone se reabsorbe durante el siguiente período de crecimiento

4.4.6.1. Elección del nivel de cálculo

El árbol de decisión que se presenta a continuación ayuda a seleccionar que nivel adecuado, según la información disponible:

Diagrama 32: Árbol de decisión para la quema de residuos agrícolas



Fuente: OBP2000, figura 4.6, página 4.57

Para estimar las emisiones de esta fuente es necesario conocer la cantidad de residuos agrícolas que se generan según tipo de cultivo, determinar para cada uno su contenido en seco, la biomasa total quemada, y el carbono y nitrógeno liberado. Este último se obtiene a través de la aplicación de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 40: Carbono liberado por la quema de residuos agrícolas

Donde:

$$C_{lib} = R_{Res/Cos} \cdot FMS \cdot FQC \cdot FO \cdot FC_{Res}$$

C_{lib}	= carbono liberado, en Gg de carbono
$R_{Res/Cos}$	= relación de residuos por cosecha
FMS	= fracción de materia seca
FQC	= fracción quemada en campos
FO	= fracción oxidada
FC_{Res}	= fracción de carbono en los residuos

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, páginas 4.32 y 4.33

Una vez obtenido el carbono liberado por cada uno de los cultivos se estima el nitrógeno liberado multiplicando este valor obtenido por su respectivo factor de relación de nitrógeno/carbono.

Ecuación 41: Nitrógeno liberado por la quema de residuos agrícolas

Donde:

$$N_{lib} = C_{lib} \cdot R_{N/C}$$

N_{lib}	= nitrógeno liberado, en Gg de carbono
C_{lib}	= carbono liberado, en Gg de carbono
$R_{N/C}$	= relación nitrógeno – carbono

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, página 4.34

Finalmente, para obtener las emisiones de metano y óxido nitroso, la cantidad de carbono y nitrógeno liberado se debe multiplicar por un factor de relación de emisión distinto para cada gas y además multiplicar por otro factor de relación de conversión también para cada gas.

Ecuación 42: Emisiones de metano y óxido nitroso por la quema de residuos agrícolas

Dónde:

$$Emisiones_{(CH_4/N_2O)} = C \text{ o } N_{lib} \cdot Remi_{(CH_4/N_2O)} \cdot Rconv_{(CH_4/N_2O)}$$




$Emisiones_{(CH_4/N_2O)}$	= emisiones de metano u óxido nitroso
$C \text{ o } N_{lib}$	= carbono o nitrógeno liberado, en Gg de carbono
$Remi_{(CH_4/N_2O)}$	= relación de emisión de metano u óxido nitroso
$Rconv_{(CH_4/N_2O)}$	= relación de conversión de metano u óxido nitroso

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, segunda parte, páginas 4.34 y 4.35

4.4.6.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para los INGEI en la categoría quema de sabanas:

Tabla 207: Nivel de actividad para la quema de residuos agrícolas

Código OBP2000	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
4F	Quema de residuos agrícolas	Producción anual de cultivos según tipo	MINAGRI - DGESEP – DEA (2000, 2005, 2010 y 2012)	
		Fracción quemada en campos	%	No aplica
Leyenda de Calidad:				
 No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.				
 Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.				
 La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector				

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

- a) Producción anual de cultivos según tipo.- esta información se genera por el MINAGRI anualmente y los cultivos considerados para la estimación de emisiones de GEI son los mismos considerados en los inventarios anteriores, es decir: algodón, arroz, caña de azúcar, cebada, espárrago, frijol, maíz (maíz amarillo duro y maíz amiláceo), papa y trigo. Además se han incluido otros cultivos de relevancia nacional (alcachofa, arveja, camote, cebolla, habas, oca, olluco y yuca), los que fueron incluidos debido a las grandes extensiones de superficies cosechadas y alta producción³⁷ y a las recomendaciones recibidas por Marcelo Rocha, especialista brasileiro en inventarios de GEI del sector agricultura.

En la actualización del INGEI 2000, los cultivos han sido modificados en la versión ajustada según la data actualizada del MINAGRI habiendo mayores diferencias en los cultivos de caña de azúcar, cebada, frijol y papa. Es importante mencionar que en la versión ajustada se han incluido cultivos que anteriormente no eran considerados (alcachofa, arveja, camote, cebolla, habas, oca, olluco y yuca).

Tabla 208: Producción de cultivos - 2000

Tipo de cultivo	Versión inicial (t)	Versión ajustada (t)
Alcachofa		4,651.42
Alfalfa	5,431,324	5,344,954
Algodón	134,057	155,436
Arroz	2,028,719	1,895,328
Arveja		117,304.10
Camote		245,778.66
Caña de Azúcar	4,063,045	7,135,154
Cebada	270,394	185,577
Cebolla		383,494.87
Espárrago	184,064	168,357
Frijol	119,804	87,991
Haba		115,846.62
Maíz	1,314,414	1,240,969
Oca		123,525.91
Olluco		144,231.98
Papa	2,647,032	3,274,855
Trigo	181,148	187,746
Yuca		882,517.32

Fuente: Elaboración propia

En la versión original del INGEI 2010 no se consideró la fracción de la materia seca de los cultivos producidos como dato de entrada principal en la fuente suelos agrícolas. Los libros de trabajo (archivo Excel) requieren el dato de la producción de los cultivos pero en términos de materia seca (kg biomasa seca/año), sin embargo en estos se consideró la producción total sin considerar esta variable, en ese sentido la estimación realizada fue sobreestimada y ha sido corregida en la presente actualización. Los datos corregidos se presentan a continuación.

³⁷ Fuente: Actualización del Inventario GEI del Perú al año 2009, PlanCC

Tabla 209: Producción de cultivos en materia seca – 2010

Cultivos	Versión inicial Producción de cultivos (kg biomasa seca/año)	Versión ajustada Producción de cultivos (kg biomasa seca/año)
Alcachofa		89,125,837
Alfalfa	6,240,875,069	5,304,743,809
Algodón	63,757,577	38,254,546
Arroz	2,831,373,562	2,406,667,528
Arveja		130,503,586
Camote		105,382,332
Caña de azúcar	9,660,894,646	3,864,357,858
Cebada	216,192,837	183,763,911
Cebolla		506,829,653
Espárrago	335,209,267	234,646,487
Frijol	130,030,000	110,525,784
Haba		109,578,832
Maíz	1,541,195,018	1,462,032,284
Oca		37,592,258
Olluco		63,498,818
Papa	3,814,373,033	1,525,749,213
Trigo	219,454,007	186,535,906
Yuca		496,048,573

Fuente: Elaboración propia

La producción por tipo de cultivo, para los INGE 2005 y 2012, se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 210: Producción anual de cultivos según tipo - 2005

Cultivos	Producción (Gg de cultivo)
Alcachofa*	67.94
Alfalfa	5,605.88
Algodón	207.32
Arroz	2,468.36
Arveja	119.33
Camote	184.42
Caña de azúcar	6,304.07
Cebada	193.09
Cebolla	493.26
Espárrago	206.03
Frijol	90.95
Habas	105.53
Maíz	1,592.12
Oca	114.06
Olluco	23.92
Papa	3,289.70
Trigo	178.46
Yuca	1,004.45

Fuente: Producción agrícola 2012, MINAGRI

* Producción Hortofrutícola 2012

Tabla 211: Producción anual de cultivos según tipo - 2012

Cultivos	Producción (Gg de cultivo)
Alcachofa*	141.71
Alfalfa	6,696.38
Algodón	110.95
Arroz	3,043.33
Arveja	170.43
Camote	304.01
Caña de azúcar	10,368.87
Cebada	214.49
Cebolla	775.54
Espárrago	375.98
Frijol	132.92
Habas	139.15
Maíz	2,035.45
Oca	92.88
Olluco	180.73
Papa	4,474.71
Trigo	226.22
Yuca	1,118.49

Fuente: Producción agrícola 2012, MINAGRI

* Producción Hortofrutícola 2012

- b) Fracción de residuos que se queman en campo, es necesario conocer el porcentaje de los residuos son quemados según el tipo de cultivo. Esta información no se genera oficialmente por lo que se ha determinado en base a la opinión de expertos en algunos casos y al uso de factores usados en los inventarios 2000 y 2010. Las fracciones quemadas en campo, y usadas para todos los INGEI se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 212: Fracción de residuos quemados en campo

Cultivos	Fracción quemada en campo
Alcachofa	0.7
Alfalfa	0.00
Algodón	1.00
Arroz	0.25
Arveja	0.10
Camote	0.05
Caña de azúcar	1.00
Cebada	0.05
Cebolla	0.7
Espárrago	0.00
Frijol	0.10
Haba	0.10
Maíz	0.12
Oca	0.05
Olluco	0.05
Papa	0.05
Trigo	0.05
Yuca	0.05

Fuente: Dictamen de expertos e inventarios anteriores

4.4.6.3. Variables y constantes

Para esta fuente se consideran factores de emisión propios para cada tipo de cultivo, usados en todos los INGEI, y se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 213: Factores de emisión usados por la quema de residuos agrícolas

Cultivos	Relación residuo/ producto de la cosecha	Fracción de materia seca	Fracción quemada en campo	Fracción oxidada**
Alcachofa	0.8*	0.70	0.70	0.9
Algodón	7.53	0.6	1.00***	0.9
Arroz	1.4*	0.85*	0.25***	0.9
Arveja	2.1	0.85	0.10	0.9
Camote	0.4	0.40	0.05	0.9
Caña de azúcar	0.16	0.4***	1.00***	0.9
Cebada	1.2*	0.85*	0.05***	0.9
Cebolla	2.8	0.70	0.70	0.9
Espárrago	2.8	0.7***	0.00***	0.9
Frijol	2.1*	0.85*	0.10***	0.9
Habas	2.1	0.85	0.10	0.9
Maíz	1*	0.75***	0.12***	0.9
Oca	0.4	0.4	0.05	0.9
Olluco	0.4	0.4	0.05	0.9
Papa	0.4*	0.4***	0.05***	0.9
Trigo	1.3*	0.85*	0.05***	0.9
Yuca	0.4	0.4	0.05	0.9

Fuente: * OBP 2000, cuadro 4.16, página 4.64

** Directrices IPCC 1996, página 4.33 (paso 3)

*** Datos usados en inventarios anteriores en base a dictamen de expertos

Las fracciones de nitrógeno y carbono en los residuos así como la relación entre los mismos, se detallan a continuación:

Tabla 214: Fracción de nitrógeno y carbono en residuos agrícolas

Cultivos	Fracción de N	Fracción de C	Relación N - C
Alcachofa**			0.0150
Algodón			0.0150
Arroz	0.0067	0.4144	0.0162
Arveja			0.0150
Camote**	0.0110	0.4226	0.0260
Caña de azúcar	0.0040	0.4235	0.0094
Cebada	0.0043	0.4567	0.0094
Cebolla**			0.0150
Espárrago			0.0150
Frijol			0.0150
Haba**			0.0150
Maíz	0.0081	0.4709	0.0172
Oca**	0.0110	0.4226	0.0260
Olluco**	0.0110	0.4226	0.0260
Papa	0.0110	0.4226	0.0260
Trigo	0.0028	0.4853	0.0058
Yuca**	0.0110	0.4226	0.0260

Fuente: OBP 2000, cuadro 4.16, página 4.64

Las tasas de emisión para la estimación de emisiones de metano y óxido nítrico son las siguientes:

Tabla 215: Tasas de emisión

Gas	Valor
CH ₄	0.0050

Gas	Valor
N ₂ O	0.0070

Fuente: Directrices IPCC 1996, tabla 4-16

4.5. Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura

De acuerdo a la clasificación de las fuentes de emisión de las Directrices IPCC 1996, en la siguiente tabla se muestra las categorías que forman parte del inventario sectorial.

Tabla 216: Subcategorías de USCUS

Categoría de Fuentes/Sumideros	Subcategorías
Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	A. Cambios de biomasa forestal y otros stocks leñosos
	B. Conversión de bosques y praderas
	C. Abandono de Tierras Manejadas
	D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo
	E. Otros gases diferentes al CO ₂

Fuente: GBP 2003. Elaboración Propia

Las Directrices IPCC de 1996 para este sector se complementan con las recomendaciones metodológicas adicionales provistas en la Orientación Sobre las Buenas Prácticas en el Sector USCUS 2003 (a la cual denominaremos *Guía de Buenas Prácticas* o GBP 2003), que a su vez se sustenta en las directrices. La GBP reacomoda las 5 subcategorías propuestas en las directrices en 6 categorías de uso de la tierra:

1. Tierras Forestales. Incluyen toda la tierra con vegetación boscosa coherente con los umbrales para definir tierras forestales en el inventario de GEI. También incluyen los sistemas con una estructura de vegetación que actualmente está por debajo, pero que potencialmente podría alcanzar in-situ los valores umbrales mencionados.

2. Tierras de Cultivo. Compuestas por todas las tierras cultivadas, incluidos los arrozales y los sistemas agroforestales, donde la estructura de la vegetación está por debajo de los valores umbrales que definen las tierras forestales.

3. Pastizales. Incluyen las tierras de pastoreo y los pastizales que no se consideran tierras de cultivo. Incluyen también los sistemas con vegetación boscosa y otra vegetación no arbórea, como las hierbas y la maleza, que están por debajo de los valores umbrales que definen las tierras forestales; todos los pastizales desde las tierras sin cultivar hasta las zonas de recreo y los sistemas silvopastoriles.

4. Humedales. Incluye las zonas de extracción de turba y la tierra que está cubierta o saturada de agua durante todo el año o parte de este, y que no está dentro de las otras cinco categorías. Incluye los reservorios como subdivisión gestionada y los lagos y ríos naturales como subdivisiones no gestionadas.

5. Asentamientos. Incluye toda la tierra desarrollada, como infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que ya estén incluidos en otras categorías.

6. Otras Tierras. Incluyen el suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías. Permite que el total de tierras identificadas coincida con la superficie nacional de la que se tienen datos.

Cada una de las categorías se subdivide en tierras cuyo uso permanece igual (p. ej. Tierra Forestal que permanece como Tierra Forestal) y en tierras donde ha ocurrido cambio de uso (p. ej. Tierra Forestal que se convierte en Tierra Agrícola). En el caso de las tierras forestales, el periodo por defecto para considerar una tierra dentro de la categoría de conversión es de veinte años, pasados los cuales, dicha área debe ser transferida a la categoría de permanencia.

El país puede estratificar aún más cada categoría (y subcategoría) de uso de la tierra, de acuerdo a aspectos biofísicos (zona climática, tipo de suelo, ecotipo, etc.) y/o de gestión de la tierra. Estas estratificaciones dependerán del método elegido y sus requisitos.

Se presenta en la siguiente tabla las subcategorías del IPCC y sus equivalentes de la GBP, las que se han usado en los inventarios.

Tabla 217: Subcategorías USCUS según GBP 2003 y correspondencia con IPCC 1996

IPCC 1996	GBP 2003	
	Categoría	Subcategoría
5A	TF	TFTF
		TTF (incremento de Plantaciones)
	TA	TATA
5B	TA	TFTA
	P	TFP
	A	TFA
	OT	TFOT
5C	TF	TTF (incremento de Bosque Secundario)
5D	TA	TFTA
	P	TFP
5E	TF	TFTF
	TA	TFTA
	P	TFP

Fuente: GBP para USCUS 2003, Cap. 3. Elaboración Propia

Las siglas corresponden a:

TFTF = Tierras forestales que siguen siendo Tierras Forestales

TTF = Tierras convertidas en Tierras Forestales

TATA = Tierras Agrícolas que siguen siendo Tierras Agrícolas

TFTA = Tierras Forestales convertidas en Tierras Agrícolas

TFP = Tierras Forestales convertidas en Praderas (pastos)

TFA = Tierras Forestales convertidas en Asentamientos

TFOT = Tierras Forestales convertidas en Otras Tierras

Los principales gases de efecto invernadero del Sector USCUS son el Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O). El flujo de CO₂ entre la atmósfera y los ecosistemas depende del proceso de captación, mediante la fotosíntesis, y de los procesos de liberación, a través de la respiración, descomposición y combustión de materia orgánica. El N₂O es un subproducto de la nitrificación y desnitrificación de suelos gestionados, mientras que el CH₄ es emitido mediante metanogénesis en condiciones anaeróbicas en suelos y depósitos de estiércol, a través de la fermentación entérica y durante la combustión incompleta de materia orgánica.

En general, para las 6 categorías de uso de la tierra, incluyendo las subcategorías de permanencia o cambio de uso, se debe estimar los cambios en las existencias de carbono, considerando los procesos del ciclo del carbono entre los 5 depósitos. Los depósitos pertinentes para cada categoría se muestran en la tabla inferior. Asimismo, el cálculo de existencias de carbono debe estar referido a

todos los estratos (por zona climática, ecotipo, tipo de suelo, régimen de gestión, etc.), definidos dentro de cada categoría.

De acuerdo a la OBP (2003), las fuentes que deben considerarse en cada subcategorías son Biomasa aérea y subterránea, materia orgánica y carbono del suelo, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 218: Depósitos de CO₂ por categorías de uso de la tierra relevantes para el sector USCUS

Fuentes Subcategorías	Biomasa Aérea	Biomasa Subterránea	Materia Orgánica Muerta	Carbono del Suelo
Tierras Forestales	X	X	X	X
Tierras de Cultivo	X			X
Pastizales	X			X
Asentamientos	X			X
Otras Tierras	X			X

Fuente: GBP para USCUS 2003, Cap. 3. Elaboración Propia

Para los inventarios 2000, 2005, 2010 y 2012, motivo del presente informe, se han considerado todas las siguientes fuentes de CO₂ en las siguientes, según la subcategorías:

Tierras Forestales:

TFTF: Sólo Biomasa aérea y subterránea. Materia orgánica y suelo de acuerdo a lo indicado, en el Nivel 1, no hay variaciones.

TTF: Sólo Biomasa aérea y subterránea. Materia orgánica de acuerdo a lo indicado, en el Nivel 1, no hay variaciones. Suelo es opcional.

Tierras Agrícolas:

TATA: Sólo Biomasa aérea. Biomasa subterránea, no hay factores por defectos considerados por IPCC. Suelo, se asume que no hay cambios en la gestión agrícola.

TFTA: Biomasa aérea y subterránea y Suelo.

Praderas (pastos):

PP: En Nivel 1 no hay variación en ningún depósito.

TFP: Biomasa aérea y subterránea y Suelo

Asentamientos:

AA: No hay información, no se consideró.

TFP: Biomasa aérea y subterránea.

Otras Tierras:

OtOt: No se considera.

TFOt: Biomasa aérea y subterránea. Suelo, no hay factores de emisión.

Asimismo, los gases de efecto invernadero distintos al CO₂, específicamente el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), han sido incluidos en las categorías TF, TA y P, en las subcategorías TFTF como incendios forestales, TFTA y TFP, por quema al producirse el CUS.

4.5.1. Perú: representación de áreas de tierra

La Guía de Buenas Prácticas propone tres procedimientos para representar el área de tierra que serán usados en las estimaciones de cada categoría, utilizando óptimamente los datos disponibles y evitando al mismo tiempo la duplicidad u omisión de tierras.

Los procedimientos de buenas prácticas son: 1) *adecuados*, porque representan las variaciones del stock almacenado, las emisiones/absorciones de GEIs y su relación con el uso de la tierra y cambio de uso de la tierra; 2) *coherentes*, porque usa los mismos criterios a través del tiempo, sin verse afectado por discontinuidades artificiales o interferencia de datos de muestreo rotacionales; 3) *completos*, porque incluyen todas las áreas del país; y 4) *transparentes*, porque describen claramente las definiciones, los supuestos, las fuentes de datos y las metodologías.

Durante el desarrollo de los inventarios, se han trabajado las categorías de Tierra Forestal, Tierra Agrícola y Praderas, la información de Humedales se encuentra dentro de las unidades forestales estratificadas a nivel nacional, Asentamientos y Otras Tierras, son categorías que también se han desarrollado.

1. Tierras Forestales

Se ha definido como tierras forestales a los bosques a nivel nacional. Como se sabe los bosques que entran a la contabilidad deben ser bosques gestionados. Para los inventarios se han considerado que todas las tierras forestales son tierras gestionadas³⁸.

Las definiciones de bosques a nivel nacional, aún están siendo discutidas, sin embargo la definición que se dio bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio es la que fue presentada a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC), y es la que se presenta como Definición 1. Hay otras definiciones que actualmente están siendo discutidas y se espera tener una definición nacional consensuada a la brevedad.

Definición 1³⁹

La propuesta final para una definición peruana de bosques para su utilización en proyectos de Uso de la Tierra, Cambio de Uso y Forestaría que apliquen al Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto durante el primer periodo de compromiso es:

“Tierras con una cubierta de copa arbórea de más del 30 por ciento del área y un área mínima de 0,5 ha (ha). Los árboles deben poder alcanzar una altura mínima de 5 metros (m) a su madurez in situ.”

Definición 2

El Inventario Nacional Forestal, define bosque como un “ecosistema predominantemente arbóreo que debe tener una superficie mayor de 0,5 ha, con un ancho mínimo de 20 metros y presentar una cobertura de copas mínima del 10%. La vegetación predominante está representada por árboles de consistencia leñosa que tienen una altura mínima de 2 metros en su estado adulto para Costa y Sierra, y 5 metros para la Selva amazónica. En su concepción integral comprende el relieve, suelo, agua, plantas, fauna silvestre y los microorganismos que condicionan asociaciones florísticas, edáficas, topográficas y climáticas con capacidad funcional auto-sostenible para brindar bienes y servicios”.

Definición 3

“Los bosques son complejos ecosistemas de seres vivos que incluyen microorganismos, vegetales y animales que se influyen mutuamente y se subordinan al ambiente dominante de unos árboles que

³⁸ Se define: la gestión forestal es el proceso de planificación y aplicación de prácticas de cuidado y uso de los bosques para la realización de funciones ecológicas, económicas y sociales de orden forestal. Un bosque gestionado es un bosque sometido a gestión forestal. Pag. 3.13 Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para USCUS.

³⁹ http://www.fonamperu.org/general/bosques/documentos/propuesta_final.pdf, revisado el 01 de octubre del 2014.

se extienden en áreas mayores a media hectárea, superan (o pueden superar) los dos metros de altura y tienen una cubierta de más del 10% del área que ocupan”⁴⁰ (MINAM, 2011)

La definición de “bosques” aún en discusión, deberá integrar los ecosistemas boscosos del país: Bosques secos, andinos y los de la Amazonía. Todos ellos y diferenciando si realmente todos son gestionados, deben entrar en la contabilidad del flujo de carbono en USCUS.

En esta categoría se han tomado en cuenta los cinco depósitos de carbono de la GBP2003, no obstante, la materia orgánica muerta se mantiene en equilibrio (cero absorciones y emisiones) en el nivel metodológico más sencillo.

2. Tierras de Cultivo

A nivel nacional no se tiene una caracterización o inventario de superficies agroforestales o cultivos perennes, que estén por debajo de los umbrales que definen tierras forestales. La GBP 2003 indica que las tierras agrícolas incluyen todos los cultivos anuales y perenes, así como las tierras en barbecho. Los cultivos anuales pueden consistir en cereales, semillas oleaginosas, legumbres, raíces o forrajes y cultivos perennes pueden consistir en árboles y matorrales combinados como cultivos herbáceos.

Las superficies de tierras cultivadas han sido tomadas de las estadísticas nacionales agrarias y del análisis de cambio de uso, en el caso de apertura de nuevas áreas agrícolas a partir del bosque. Cabe resaltar que las áreas bajo cultivos anuales no son incluidas en los cálculos, al considerarse que las emisiones y absorciones de esta vegetación están en equilibrio. Asimismo, los depósitos de carbono analizados fueron la biomasa viva (aérea y radicular) y la materia orgánica del suelo.

Los cultivos perennes utilizados y analizados para los cuatro inventarios fueron: Achiote, cacao, café, olivo, palma aceitera, cocotero, limón dulce, Limón, mandarina, mango, manzano, naranjo, palto, pecano, té, vid, papaya, piña y plátano.

3. Pastizales

A nivel nacional se tiene un registro de pastos naturales determinado en el Anuario Estadístico Agropecuario, sin embargo, no es un registro georreferenciado. Existe el Mapa de Vegetación 2009, realizado por el Ministerio del Ambiente, de donde se puede obtener una superficie; y existe además un Mapa Agrostológico Altoandino del Perú (INRENA, 1999), pero es muy antiguo para efectos de inventario y no considera datos de las gestiones en los pastizales o praderas (tasas de reproducción animal y los regímenes de incendio).

Cabe mencionar que de acuerdo a la GBP 2003, en el nivel 1, para biomasa viva en praderas o pastizales, se supone que no hay variación de reservas de carbono. Para el caso de suelos, se deben utilizar variaciones de carbono en suelos minerales, coeficientes por defecto, para lo cual se deberá estratificar las superficies por regiones climáticas.

Para estos inventarios se ha contabilizado las emisiones generadas a partir del cambio de uso del suelo de bosque a pastizales, en base al análisis de imágenes satelitales.

4. Humedales

Los humedales si bien existen a nivel nacional, no se han caracterizado individualmente. Los humedales se han contabilizado solo para “selva” como parte del área de “tierras forestales” en el ámbito amazónico, determinado por la Ecozona Ucumará, como es el caso de los “aguajales”.

5. Asentamientos y Otras Tierras

⁴⁰ Tomado del libro “El Perú de los bosques”, Ministerio del Ambiente, julio 2011.

Son espacios que forman parte de las unidades de los mapas que se desarrollan a nivel nacional y que han servido de base para la caracterización de las tierras. No se lleva una contabilidad de las áreas que van incrementándose como asentamientos u otras tierras. Sin embargo en “Selva”, se ha podido determinar la variación o CUS de bosque a estas categorías.

Cada una de las unidades requeridas para la determinación de las tierras según la GBP, 2003; se han obtenido de fuentes oficiales, como veremos más adelante. Pero no hay una única fuente que integre todos los tipos de tierras que se requiere en el inventario y tal como lo determina la GBP 2003.

4.5.1.1. Arreglos y Estratificación del Perú para los Inventarios

Las *Directrices IPCC 1996* han establecido categorías de bosque tropical compatibles con los valores por defecto disponibles. Si bien todos los países son alentados a usar estratificaciones más detalladas, es necesario agruparlas al final de los cálculos para mantener consistencia y comparabilidad en el país y a nivel global. Estas categorías son (Cuadro 5-1, *Directrices IPCC1996 – Manual de Referencia*):

- Bosque Muy Húmedo: bosque ombrófilo con precipitación mayor a los 2000 mm distribuidos uniformemente durante el año.
- Bosque Húmedo con período seco corto: bosque estacional siempre verde (para América), con precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm y periodo seco entre menos de 4 a 5 meses.
- Bosque Húmedo con período seco largo: bosques secos deciduos con precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm y periodo seco mayor a 5 meses.
- Bosque Seco: bosques deciduos abiertos con precipitaciones menores a los 1000 mm, distribuidos durante una temporada fija.
- Bosques Húmedos de Montaña: bosques estacionales y/o siempre verdes con precipitaciones mayores a 1000 mm y ubicados sobre los 1000 msnm.
- Bosques Secos de Montaña: bosques deciduos secos o sabana arbustiva y matorrales áridos sub-desérticos, con precipitaciones menores a 1000 mm y ubicados sobre los 1000 msnm.

Hasta el segundo inventario nacional, el INGEI 2000 hecho el año 2005 (y su actualización al año 2009), se ha utilizado una delimitación de tipos de bosque IPCC hecha en base al Mapa Forestal del Perú (INRENA, 1995). No obstante, se consideró necesario revisar y actualizar dichos límites visto que hay nueva información disponible.

Se ha elaborado una nueva categorización usando las mismas definiciones IPCC, en base al Mapa de Cobertura Vegetal (MINAM, 2012) que define 33 unidades de vegetación a nivel nacional, de las cuales 19 son bosque. Este mapa muestra las superficies al año 2009 de cada unidad, incluida la pérdida de bosque en Amazonía, la cual fue cuantificada para el período 2000-2009 (MINAM, 2014). Asimismo, incorpora el límite geográfico más actualizado de la Amazonía, que viene siendo usado por todas las instituciones y sus direcciones como el límite oficial.

Se presenta en la siguiente tabla la homologación de la Estratificación de bosques según IPCC con el Mapa Forestal 1995 y el Mapa de Cobertura Vegetal 2009.

Tabla 219: Homologación de unidades forestales del IPCC con unidades del Mapa de Vegetación 2009

Categoría de Bosques IPCC	Descripción según IPCC	Unidades de Vegetación 1995 (INRENA)	Unidades de Vegetación 2009 (MINAM)
Bosque húmedo muy	Bosque ombrófilo con precipitación mayor a los 2000 mm distribuidos uniformemente durante el año	Bosque húmedo de llanura meándrica	Bosque húmedo de superficie plana inclinada
		Bosque húmedo de terraza baja	Bosque húmedo de terraza baja y media
		Bosque húmedo de terraza media	Bosque húmedo de terraza alta
		Bosque húmedo de terraza alta	Bosque húmedo de colina alta
		Bosque húmedo de colina baja	Bosque húmedo de colina baja y lomada
		Bosque húmedo de colina alta	-
		Pantano	-
		Aguajal	Aguajal
		Pacal	-
Bosque húmedo con corto período seco	Bosque estacional siempre verde (para América), con precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm y periodo seco entre menos de 4 a 5 meses	Bosque sub húmedo de valles interandinos	
Bosque húmedo con largo período seco	Bosques secos deciduos con precipitaciones entre los 1000 y 2000 mm y periodo seco mayor a 5 meses	No existe en el Perú	-
Bosque seco	Bosques deciduos abiertos con precipitaciones menores a los 1000 mm, distribuidos durante una temporada fija	Bosque seco tipo sabana	Manglar
		Bosque seco de colina	Bosque seco tipo sabana
		Bosque seco de montaña	Algarrobal ribereño
		Manglares	Bosque seco de pie de monte
		Lomas	Bosque seco de lomada
		Matorral de dunas	Bosque seco de colina baja
		Bosque sub húmedo de montaña	Bosque seco de colina alta
			Bosque seco de montaña (< 1000 msnm)
Bosques húmedos de montaña	Bosques estacionales y/o siempre verdes con precipitaciones mayores a 1000 mm y ubicados sobre los 1000 msnm	Bosque húmedo de montaña	Bosque húmedo de montaña
		-	Bosque relicto mesoandino de coníferas
		-	Bosque relicto altoandino
		Matorral húmedo	Bosque relicto mesoandino
Bosques secos de montaña	Bosques deciduos secos o sabana arbustiva y matorrales áridos sub-desérticos, con precipitaciones menores a 1000 mm y ubicados sobre los 1000 msnm	Bosque seco de valles interandinos	Bosque seco de valle interandino
		Matorral seco	Matorral arbustivo (> 2000 msnm)
		Matorral sub húmedo	Matorral esclerófilo
		Queñuales	Bosque seco de montaña (> 1000msnm)

Fuente. Elaboración propia - Ver shape *Cobertura Vegetal 2009 con IPCC v4*

Arreglos

El trazo de los "nuevos límites" se realizó comparando la descripción de las unidades del mapa con los criterios de precipitación y elevación dispuestos por el IPCC, para determinar el tipo de bosque al que pertenecerían. A partir de esta revisión, se vio conveniente:

- Dividir la unidad "Bosque Seco de Montaña" del mapa de cobertura vegetal, que abarca desde 200-2000 msnm, de acuerdo al límite de altitud de 1000 msnm usado por el IPCC. Así, se etiquetó como "Bosque Seco" al área de bosque cuya altitud fuera menor o igual a 1000 msnm, y como "Bosque Seco de Montaña" al área por encima de los 1000 msnm.

- Dividir la unidad “Matorral Arbustivo” de acuerdo a un límite altitudinal de 2000 msnm. Toda el área por debajo de este límite fue considerada como No-Bosque porque, según la descripción del mapa de cobertura vegetal para esta unidad, recién encima de dicha altitud hay presencia de árboles.
- Para dividir las unidades ya mencionadas por criterios de altitud, se usó el DEM de Perú usado por los especialistas del Proyecto REDD+ MINAM.
- Los bosques relictos fueron incluidos en la categoría “Bosques húmedos de Montaña” al estar dentro de las macro-provincias húmeda y pluvial, descritas también en el mapa de cobertura vegetal.
- Las unidades que no cumplen con la definición de bosque usada en este inventario, han sido etiquetadas como No Bosque.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 220: Re-categorización de tipos de bosque IPCC en base a unidades de vegetación del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú

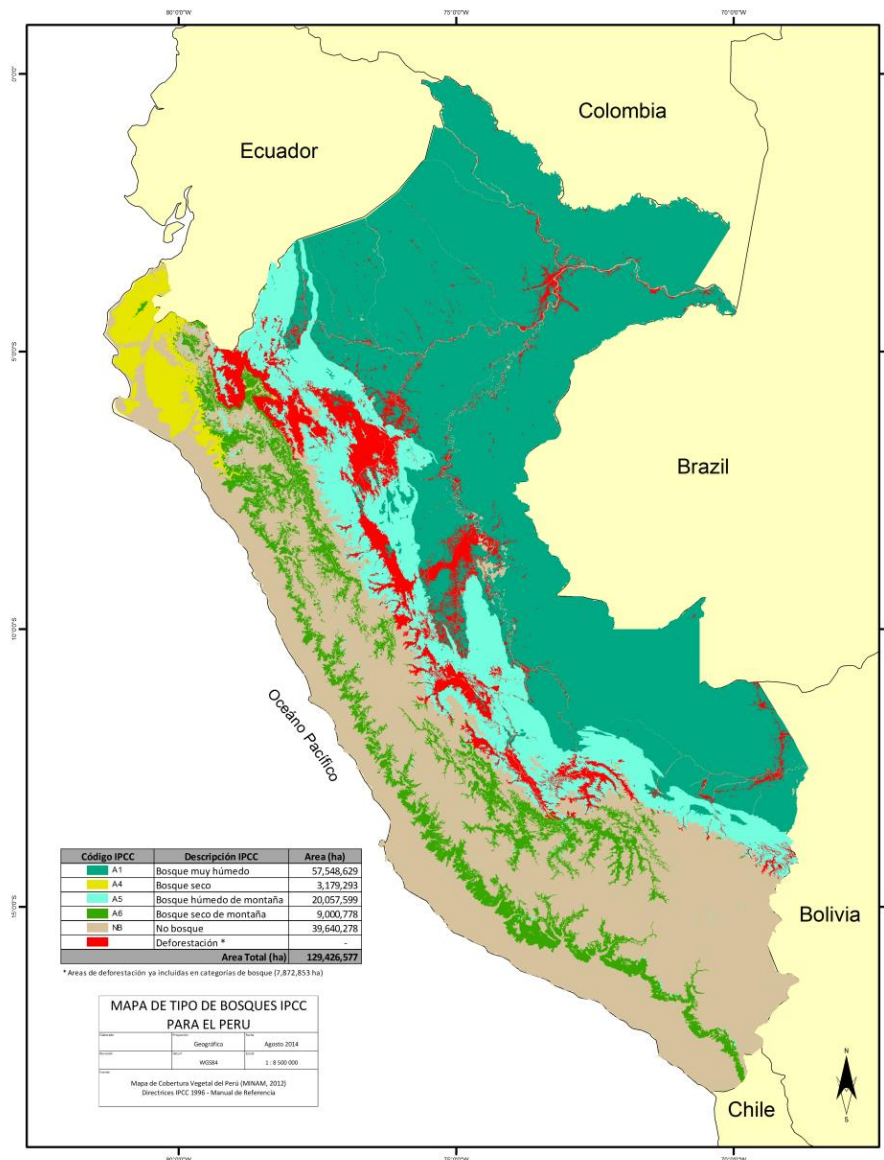
Cód. IPCC	Categoría IPCC	Unid. Vegetación Mapa Cobertura Vegetal 2009
A1	Bosque húmedo muy	Aguajal
		Bosque húmedo de colina alta
		Bosque húmedo de colina baja y lomada
		Bosque húmedo de superficie plana inclinada
		Bosque húmedo de terraza alta
		Bosque húmedo de terraza baja y media
		Bosque muy húmedo con deforestación al 2009
A2	Bosque húmedo con corto período seco	No existe
A3	Bosque húmedo con largo período seco	No existe
A4	Bosque seco	Algarrobal ribereño
		Bosque seco de colina alta
		Bosque seco de colina baja
		Bosque seco de lomada
		Bosque Seco de Montaña
		Bosque seco de pie de monte
		Bosque seco tipo sabana
		Manglar
A5	Bosques húmedos de montaña	Bosque relictos meso andino de conífera
		Bosque húmedo de montaña
		Bosque relictos alto andino
		Bosque relictos meso andino
		Bosque húmedo de montaña con deforestación al 2009
A6	Bosques secos de montaña	Bosque Seco de Montaña
		Bosque seco valle interandino
		Matorral Arbustivo
		Matorral esclerófilo

Elaboración Propia

Las dos categorías IPCC que no existen en nuestra delimitación se deben a que ninguna unidad vegetal del mapa de cobertura calza con su descripción. Además, las superficies deforestadas en A1 y A5 fueron las áreas reportadas en el análisis de cuantificación de cobertura y pérdida de bosque entre los años 2000-2009 (MINAM, 2014). Se ha preferido dejarlas dentro de las categorías de bosque para tener la referencia de adónde pertenecieron.

Los nuevos límites IPCC – Cobertura Vegetal 2009 se pueden ver en el siguiente mapa:

Gráfico 9: Mapa de estratos IPCC para Bosque Tropical en base a Mapa de Cobertura Vegetal 2009 (con áreas deforestadas)



Elaboración Propia

Estratificación a Nivel País

En todos los pasos de cálculo, las guías recomiendan que cada país construya datos de actividad y factores de emisión apropiados para sus condiciones que con el tiempo puedan llegar a ser más completos y recojan la mayor cantidad de factores que los influyen, especialmente en las categorías determinadas como principales; ello con el fin de reducir las incertidumbres de las emisiones estimadas. Las actividades en bosques califican desde el primer inventario nacional como una de las principales fuentes de emisión, por tanto más esfuerzos deben ser destinados a mejorar la calidad de la información requerida.

Como parte de la planificación y diseño del inventario de GEI 2010 (2014), se tomó el trabajo desarrollado a la fecha por el Inventario Nacional Forestal INF, que ha definido 6 sub-poblaciones o

Ecozonas “... debido a la complejidad eco sistémica de los bosques del Perú y a las diversas condiciones de accesibilidad...”⁴¹, descritas a continuación y representadas en la gráfica.

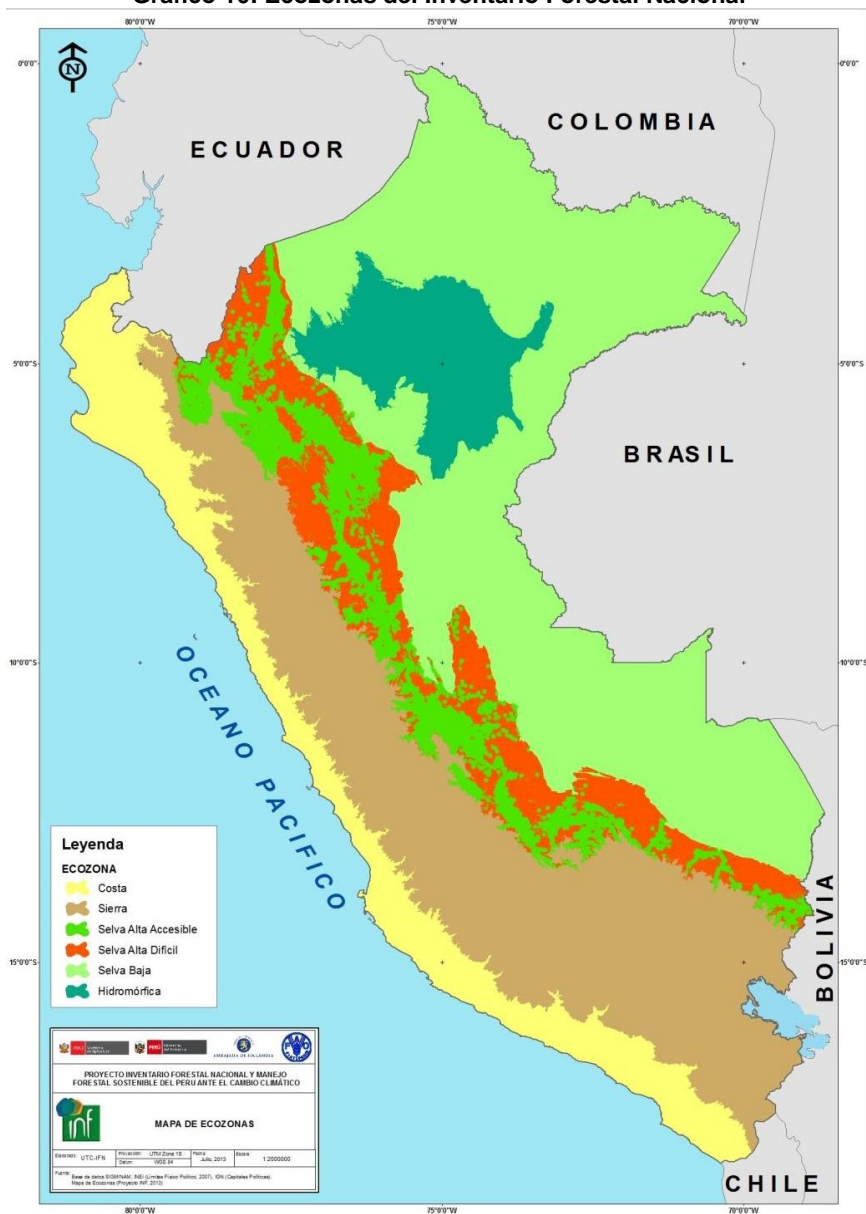
- 1) **Selva Baja.** Ubicada en la zona oriental, desde los 100 a 500 msnm, con vegetación predominantemente arbórea. Es la más extensa del país.
- 2) **Zona Hidromórfica** o formación geológica Ucamará, que contiene los grandes humedales del departamento de Loreto. Se mantiene generalmente inundada, por tanto su vegetación es típica de estas condiciones.
- 3) **Selva Alta Accesible.** Desde los departamentos de Amazonas y Cajamarca por el norte, hasta Puno en el sur, y desde los 500 a 3800 msnm. Son zonas con buena accesibilidad.
- 4) **Selva Alta Difícil.** Parecida a la anterior, pero con accesibilidad limitada debido a su relieve montañoso de fuertes pendientes.
- 5) **Sierra.** Ubicada longitudinalmente entre los 2000 msnm en la vertiente occidental hasta los 3800 msnm en la vertiente oriental. Los bosques son de tipo relictos y de valles interandinos.
- 6) **Costa.** A lo largo del litoral peruano, de 0 a 2000 msnm, predominantemente desértica y con unidades de bosque tipo seco en la zona norte.

Una ventaja de contar con esta estratificación es que podrá ser usada como base en futuros mapas de gestión forestal y así poder tener más homogeneidad y coherencia en el tratamiento de la información en el tiempo.

Con relación a los stocks de carbono en cada una de estas Ecozonas, se ha utilizado lo determinado por el Programa Nacional de Conservación de Bosques PNCB (MINAM), mediante análisis de las existencias de carbono, con información de campo disponible de parcelas forestales de proyectos REDD a nivel nacional en diferentes Ecozonas.

⁴¹ Metodología del Inventario Nacional Forestal – Perú. Diseño y Planificación. INF, 2013.

Gráfico 10: Ecozonas del Inventario Forestal Nacional



Fuente: INF, 2013

En el trabajo de los presentes inventarios, se han considerado a las Ecozonas como la estratificación nacional, por tanto fue incluida en todos los análisis de uso del suelo y pérdida de bosque (hechos en Amazonía). Asimismo, el factor de emisión de stock de carbono aéreo previo a un cambio de uso fue tomado de estas categorías, que representan valores nacionales más apropiados que los proporcionados por la GBP 2003. Esto se detallará en las secciones correspondientes.

4.5.1.2. Superficies de Bosque y No Bosque y Áreas de Pérdida Anuales

El Programa Nacional de Conservación de Bosques PNCB ha determinado superficies de Bosque, No-Bosque y Pérdidas Anuales entre los años 2000 y 2013 para el ámbito Amazónico⁴², sobre las cuales se ha trabajado la interpretación de cambio de uso y por consiguiente, los cálculos.

⁴² Datos otorgados mediante correo electrónico al equipo de trabajo. Datos del mes de mayo del 2015

Los mosaicos de imágenes de los años 2005, 2010 y 2012 fueron otorgados por el PNCB, mientras que el mosaico de imágenes del año 2001⁴³ tuvo que ser compuesto por el equipo de interpretación con 51 escenas Landsat, de muchas más disponibles; con lo cual se realizó la interpretación visual. Se presenta a continuación las superficies del ámbito amazónico del PNCB.

Tabla 221: Superficie de Bosque, No-Bosque y Pérdidas Anuales en los años de inventario

	2000	2005	2010	2012
Bosque Remanente	71,093,013.5	70,615,570.4	70,041,125.5	69,767,534.5
No-Bosque Acumulado	5,697,439.9	6,174,882.9	6,749,327.9	7,022,918.8
Pérdida anual	83,597.5*	147,133.6	135,915.7	150,036.3

Fuente: PNCB – MINAM. Elaboración Propia

* Corresponde a la pérdida anual del periodo 2000-2001, fue usada como la pérdida del año 2000 porque no se tiene la tasa correspondiente a dicho año.

4.5.1.3. Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra

A nivel país, no se cuenta con bases de datos (mapas, información georreferenciada, etc.) que permitan dividir el territorio nacional en las categorías de uso de la tierra del IPCC, como tampoco con análisis de cambio de uso de la tierra. Si bien el PNCB está trabajando en el cambio de uso del suelo, sus resultados aún no están disponibles ni abarcan los años INGEI. Asimismo, recién vienen estableciendo áreas totales de bosques andinos y secos oficiales.

Se ha trabajado con información disponible, que consiste en el mapa de pérdidas de bosque amazónico entre los años 2000-2011, y recientemente actualizado al 2013, también del PNCB.

Sobre este mapa, que muestra las áreas de bosque remanente y pérdidas anuales entre el periodo 2000-2013, es que se buscó contar con un procedimiento que nos permita estimar las **superficie de bosque que cambian a otras categorías de uso**. Asimismo, se determinó una metodología para determinar **superficie de Bosque Secundario**, en el área de No-Bosque acumulada para cada año inventario.

Método para obtener superficies de bosques secundarios⁴⁴

Para el INGEI 2010 (realizado el 2014), se hizo un análisis del uso del suelo a través de la interpretación visual de 2000 puntos (de 4.43 ha cada uno) distribuidos al azar en el mosaico de imágenes Landsat 7, correspondiente a la superficie acumulada de pérdida de bosque al año 2010 en la Amazonía.

Con el fin de actualizar dicho inventario, así como el INGEI 2000, y la realización de los INGEI 2005 y 2012, se ha retomado el análisis descrito, haciendo los siguientes ajustes:

- Adición de 240 puntos para tener una muestra mínima por Ecozona.
- El total de los puntos fueron determinados en el área de no bosque acumulado 2012 de acuerdo a la superficie por Ecozona.
- Análisis por separado de las categorías Agricultura y Bosque Secundario
- Análisis de los mismos puntos en los años 2000, 2005 y 2012, lo que permite tener un muestreo multianual

El número de puntos de muestreo resultantes para cada Ecozona fue:

- 120 en Selva Alta Difícil

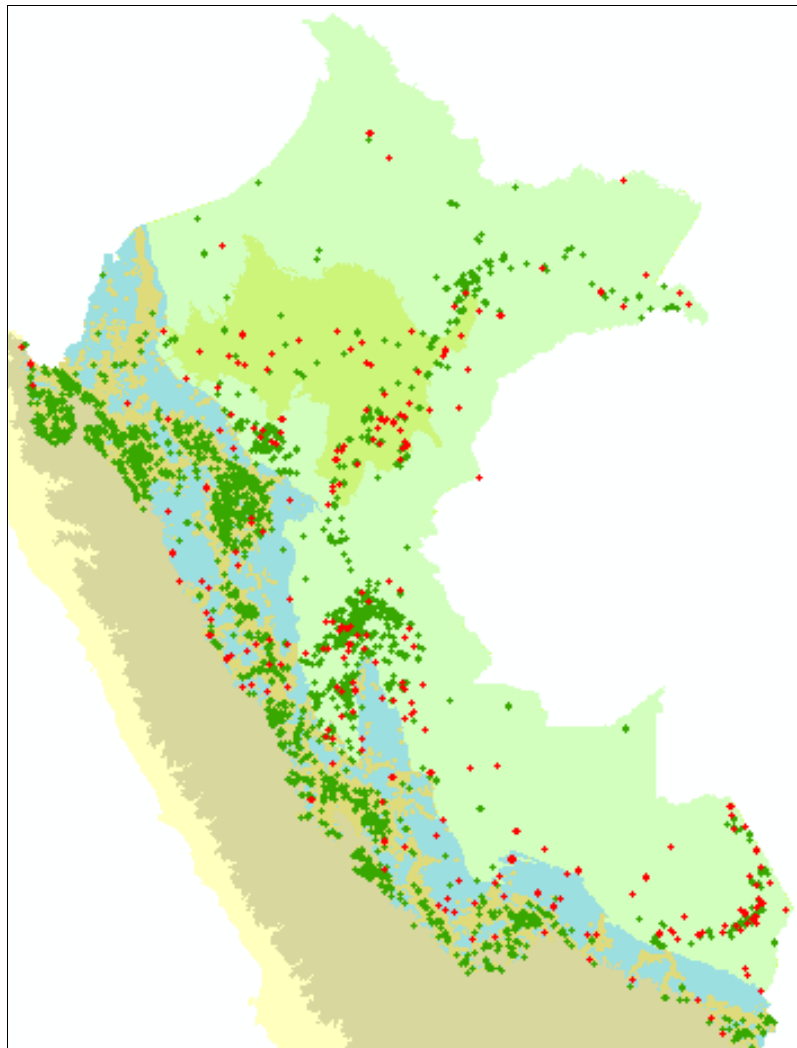
⁴³ No se tenía información del año 2000, se utilizó imágenes del año más cercano al año del inventario.

⁴⁴ Revisar archivo: Memoria del proceso metodológico (1) por Lizardo Fachín.

- 1282 en Selva Alta Transitable
- 707 en Selva Baja
- 131 en Ucamará

Se puede observar en la siguiente figura la distribución de puntos al azar en el área de no bosque, de acuerdo a la Ecozona. Los puntos rojos corresponden a los 240 adicionales.

Gráfico 11: Distribución de puntos de muestreo originales y adicionales en superficie de no bosque del ámbito Amazónico, por Ecozona



Fuente: Elaboración Propia

Las categorías encontradas fueron: Agricultura, Pastos, Bosque Secundario, Bosque Primario, Otras Tierras, Asentamientos y Cuerpos de Agua. Si bien el análisis consideró diversos usos de la tierra, el objetivo principal fue poder estimar el área de Bosque Secundario acumulado en cada año inventariado. Además, la información multianual de estos puntos determinados como bosque secundario, nos permitió estimar la proporción promedio de Bosque Secundario que se estaría perdiendo cada año por reconversión a agricultura. En la siguiente tabla se muestra el uso de la tierra encontrado en los puntos de muestreo por Ecozona, por año inventario, todos ellos ubicados en áreas de no bosque al 2012.

Tabla 222: Distribución de puntos de muestreo por Ecozona y resultados de su interpretación para todos los años de los inventarios

N° Puntos/año					
Ecozonas	Categorías de CUS	2000	2005	2010	2012
Selva Alta de Difícil Acceso	Agricultura	11	14	22	22
	Área sin vegetación	9	9	10	10
	Áreas pantanosas	0	0	0	0
	Bosques primarios	89	87	77	75
	Bosques secundarios	4	3	4	6
	Centros poblados	0	0	0	0
	Herbazal	0	0	0	0
	Pastos	7	7	7	7
	SUBTOTAL	120	120	120	120
Selva Alta Transitable	Agricultura	335	675	683	684
	Área sin vegetación	152	152	161	161
	Áreas pantanosas	0	0	0	0
	Bosques primarios	130	126	91	90
	Bosques secundarios	384	47	54	53
	Centros poblados	8	10	10	10
	Herbazal	0	0	0	0
	Pastos	273	272	283	284
	SUBTOTAL	1282	1282	1282	1282
Selva Baja	Agricultura	203	233	339	340
	Área sin vegetación	16	17	19	21
	Áreas pantanosas	0	0	0	0
	Bosques primarios	207	181	111	101
	Bosques secundarios	120	113	92	98
	Centros poblados	9	11	15	16
	Herbazal	0	0	0	0
	Pastos	152	152	131	131
	SUBTOTAL	707	707	707	707
Ucamará	Agricultura	20	25	30	29
	Área sin vegetación	1	1	2	2
	Áreas pantanosas	0	0	0	0
	Bosques primarios	97	96	91	91
	Bosques secundarios	12	8	7	8
	Centros poblados	1	1	1	1
	Herbazal	0	0	0	0
	Pastos	0	0	0	0
	SUBTOTAL	131	131	131	131
TOTAL		2240	2240	2240	2240

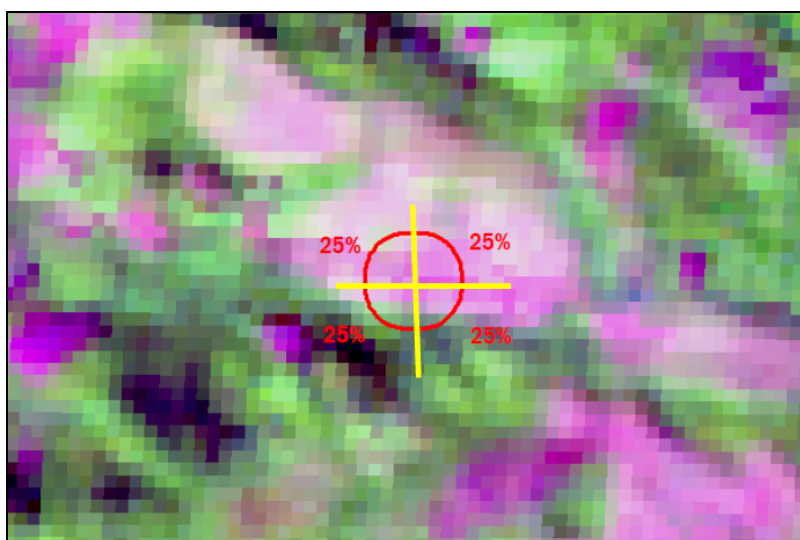
Elaboración Propia

Los puntos determinados como bosque primario no fueron considerados en la contabilidad, considerándose como un ajuste a los resultados, debido a que estos se encontraron en el área de pérdida. Esto puede deberse a la incertidumbre del mapa de PNCB, a las diferencias metodológicas en el análisis del mapa base (Metodología de la universidad de Maryland, semiautomatizado) y el análisis del muestreo (interpretación es visual).

Método para diferenciar bosque secundario de Agricultura⁴⁵

Como se indicó anteriormente, la clasificación se hizo de manera visual, y dado que cada punto de muestreo representa un área de 4.43 ha, dentro de las cuales se podría encontrar más de un uso, fue necesario dividir el área imaginariamente en cuatro cuadrantes y atribuir un uso dado si este estaba presente en más del 50% (2 cuadrantes) del área de muestreo, de acuerdo a los patrones de color, forma, textura, tono, etc. que permiten determinar un uso del suelo. Este procedimiento se desarrolló principalmente para esta unidad mixta, la interpretación debía decirnos cuál sería la unidad final: bosque secundario o agricultura.

Gráfica 12: División imaginaria en cuadrantes del punto de muestreo para el etiquetado de uso del suelo



Fuente: Elaboración Propia

La selección de un solo uso de la tierra, por mayor presencia de este frente a otros usos que podrían identificarse dentro de cada punto de muestreo, ocasionaría la subestimación de las mismas. Por ello, se realizó una revisión adicional de cada uno de los puntos definidos como bosque secundario y agricultura del año 2010, para establecer un porcentaje aproximado del área de otros usos que se estaría ignorando y ver si llegan a ser superficies significativas. El resultado de este último análisis muestra que, en el caso de los puntos identificados como Agricultura, 98.4% del área efectivamente corresponde a Agricultura, mientras que en los puntos identificados como Bosque Secundario, el 92.7% del área sí corresponde a Bosque Secundario; lo cual nos indica que los errores en la interpretación de dichos usos no sería significativo.

Finalmente, el número de puntos considerados como válidos, luego de la revisión Bosque Secundario – Agricultura y la omisión de Bosque Primario, puede verse en la siguiente tabla.

Tabla 223: Número de puntos ajustados

Ecozonas	Categorías de CUS	2000 ajustado	2005 ajustado	2010 ajustado	2012 ajustado
Selva Alta de Difícil Acceso	Agricultura	11.0	14.0	22.0	22.0
	Área sin vegetación	9.0	9.0	10.0	10.0
	Áreas pantanosas	-	-	-	-
	Bosques primarios	-	-	-	-
	Bosques secundarios	4.0	3.0	4.0	6.0

⁴⁵ Ver archivo: Memoria proceso metodológico.V3

Ecozonas	Categorías de CUS	2000 ajustado	2005 ajustado	2010 ajustado	2012 ajustado
	Centros poblados	-	-	-	-
	Herbazal	-	-	-	-
	Pastos	7.0	7.0	7.0	7.0
	SUBTOTAL	31.0	33.0	43.0	45.0
Selva Alta Transitable	Agricultura	335.0	675.0	683.0	684.0
	Área sin vegetación	152.0	152.0	161.0	161.0
	Áreas pantanosas	-	-	-	-
	Bosques primarios	-	-	-	-
	Bosques secundarios	384.0	47.0	54.0	53.0
	Centros poblados	8.0	10.0	10.0	10.0
	Herbazal	-	-	-	-
	Pastos	273.0	272.0	283.0	284.0
	SUBTOTAL	1,152.0	1,156.0	1,191.0	1,192.0
Selva Baja	Agricultura	203.0	233.0	339.0	340.0
	Área sin vegetación	16.0	17.0	19.0	21.0
	Áreas pantanosas	-	-	-	-
	Bosques primarios	-	-	-	-
	Bosques secundarios	120.0	113.0	92.0	98.0
	Centros poblados	9.0	11.0	15.0	16.0
	Herbazal	-	-	-	-
	Pastos	152.0	152.0	131.0	131.0
	SUBTOTAL	500.0	526.0	596.0	606.0
Ucamará	Agricultura	20.0	25.0	30.0	29.0
	Área sin vegetación	1.0	1.0	2.0	2.0
	Áreas pantanosas	-	-	-	-
	Bosques primarios	-	-	-	-
	Bosques secundarios	12.0	8.0	7.0	8.0
	Centros poblados	1.0	1.0	1.0	1.0
	Herbazal	-	-	-	-
	Pastos	-	-	-	-
	SUBTOTAL	34.0	35.0	40.0	40.0
TOTAL		1,717.0	1,750.0	1,870.0	1,883.0

Elaboración Propia

Análisis de Cambio de Uso de la Tierra sobre Áreas de Pérdida Anual

Se interpretó visualmente las áreas de pérdida anual de los años de inventario, que como ya se mencionó, fueron estimadas por el PNCB. La escala de trabajo fue de 1:80 000, y en algunos casos incluso de 1:60 000, se usó la combinación de bandas 543-RGB para poder distinguir mejor los patrones de uso de la tierra. Los usos finales fueron también clasificados en las unidades: Bosque Primario, Bosque Secundario, Agricultura, Pastos, Asentamientos, Otras tierras y Cuerpos de Agua.

La categoría de cuerpo de agua, corresponde a los cambios en el uso de la tierra causados por el desplazamiento de los ríos, que teóricamente, había sido excluido del mapa de pérdidas por ser de origen natural. Asimismo la categoría de bosque primario en un área de pérdida anual no es posible encontrarla sin embargo se determinó en la interpretación, esto podría deberse a la incertidumbre del mapa base de pérdida anual.

Del total de áreas de pérdidas por año de inventario estimadas por el PNCB, se han excluido de los cálculos las áreas de bosque primario, bosques secundario y cuerpos de agua, determinadas en la

interpretación. Por lo que, ingresa a contabilidad de CUS solo las áreas determinadas como agricultura, pastos, asentamientos y otras tierras.

Es necesario recalcar también, que el análisis descrito solo abarca el ámbito amazónico, por lo que se tendrían resultados de las Ecozonas: Selva Alta de Dificil Acceso, Selva Alta Transitable, Selva Baja y Ucamará. Sin embargo, se han encontrado pocas hectáreas dentro de la Ecozona “Sierra”, causadas por pequeños desfases en los archivos digitales (shapes) trabajados.

Las áreas determinadas como bosques secundarios, merecen un mejor análisis y discusión de porque se encuentran en áreas de pérdida anual y cómo deberían ingresar al cálculo de CUS, no es indicado en la GBP (2003).

Tabla 224: Áreas interpretadas y no contabilizadas como CUS, del total de área de pérdida anual de cada año INGEI

Áreas interpretadas (ha)	2000	2005	2010	2012
Bosque Primario	1,002.15	10,936.84	439.38	5,795.10
Bosque Secundario	82.44	18,628.85	135.54	23,585.24
Cuerpos de Agua	16.02	290.69	57.33	180.63
CUS (ingresa al cálculo)	82,497.87	117,277.61	135,283.41	120,475.33
Total Pérdida anual (ha)	83,598.	147,134	135,916	150,036

Elaboración Propia

Resultados de la representación de la tierra por interpretación

Superficie de Bosques Secundarios por Año en las Superficies de No Bosque

La interpretación visual de los puntos/muestras de cada año (2000, 2005, 2010 y 2012) de la unidad bosque secundario, nos dio la superficie de esta unidad en la muestra de 2240 puntos y por Ecozona.

Estas superficies, al ser llevadas a la superficie total de no bosque del año del inventario nos da la superficie total de bosque secundario para el año del inventario.

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra los resultados de las superficies de bosque secundario por año de inventario.

Tabla 225: Área estimada de Bosque Secundario en cada año INGEI

Ecozonas	2000	2005	2010	2012
Selva Alta de Dificil Acceso	35,719.9	27,662.5	31,859.8	48,843.3
Selva Alta Transitable	1,164,289.3	150,209.3	177,300.1	177,542.7
Selva Baja	373,285.8	384,411.3	322,947.8	363,607.8
Ucamará	131,430.0	88,389.3	70,742.5	83,025.5
TOTAL	1,704,725.0	650,672.4	602,850.2	673,019.2

Elaboración Propia

Variación y Tendencia del Bosque Secundario

El trabajo nos dio la tendencia de cambio en un período de 05 y 10 años y las variaciones de tierras forestales –bosques secundarios- desde el año 2000 a otros cambios de uso de la tierra al año 2005, 2010 y 2012.

La relación mostró que la unidad de bosque secundario ingresa también a un ciclo de corte y quema pasando por agricultura o pasto (en minoría). En algunos casos vuelve a bosque secundario, esto nos confirma que el bosque secundario es parte del ciclo del cambio de uso y en la muestra al menos no llega a estar mayor tiempo de 10 años como bosque secundario.

Se presenta a continuación el resultado de estas variaciones, y el porcentaje establecido de pérdida anual de bosque secundario.

Tabla 226: Conteo de puntos de la tabla "Historia de CUS por parcela para Bosque Secundario"

	BS-X	BS-BS	Total	%
2000-2005	425	95	520	81.7
2005-2010	127	44	171	74.3
2010-2012	9	148	157	5.7

Elaboración Propia

Tabla 227: Proporción de Bosque Secundario que se pierde por instalación de cultivos

Periodo	% de Cambio
Promedio de Cambio BS - X (5años)	78.0
Promedio de Cambio BS - X (anual)	15.6

Elaboración Propia

En ambos cuadros, "X", representa los usos finales del suelo. Según los resultados, siempre es AGRICULTURA.

Superficie de CUS por año en las superficies de pérdida

Se presenta a continuación los resultados de la interpretación visual en las áreas de pérdida anual, por Ecozona.

Tabla 228: Áreas de cambio de uso por Ecozona, por año INGEI

Uso Inicial	Uso Final	ECOZONA	Superficie de Cambio (ha)			
			2000	2005	2010	2012
Bosque Primario	Bosque Primario	Selva Alta de Dificil Acceso	187.75	2,108.16	49.86	814.30
		Selva Alta Transitable	15.12	2,621.31	26.20	633.92
		Selva Baja	799.28	5,709.68	309.96	3,509.06
		Sierra	-	-	-	-
		Ucamará	-	497.69	53.37	837.81
		SUBTOTAL	1,002.15	10,936.84	439.38	5,795.10
	Agricultura	Selva Alta de Dificil Acceso	5,241.33	5,059.32	10,234.18	9,774.16
		Selva Alta Transitable	36,777.16	53,892.36	47,195.90	34,843.90
		Selva Baja	35,362.75	53,435.03	54,259.65	53,603.45
		Sierra	-	-	-	-
		Ucamará	2,005.33	1,875.63	3,642.23	3,751.81
		SUBTOTAL	79,386.57	114,262.34	115,331.96	101,973.31
	Bosque Secundario	Selva Alta de Dificil Acceso	-	829.65	42.33	2,117.14
		Selva Alta Transitable	-	5,145.06	44.16	4,704.08
		Selva Baja	82.44	11,863.99	42.39	13,861.17
		Sierra	-	-	-	-
		Ucamará	-	790.15	6.66	2,902.85
		SUBTOTAL	82.44	18,628.85	135.54	23,585.24
	Asentamiento	Selva Alta de Dificil Acceso	-	1.35	17.46	40.59
		Selva Alta Transitable	-	0.18	0.54	0.72
		Selva Baja	28.08	44.73	300.42	1,039.59
		Ucamará	1.35	0.45	12.78	41.49
		SUBTOTAL	29.43	46.71	331.20	1,122.39
	Otras Tierras	Selva Alta de Dificil Acceso	13.83	23.85	35.60	25.79
		Selva Alta Transitable	3.42	86.49	146.70	31.54
		Selva Baja	134.13	302.31	4,028.35	2,256.84
		Ucamará	8.64	0.63	6.57	5.58
		SUBTOTAL	160.02	413.28	4,217.22	2,319.75
	Pastos	Selva Alta de Dificil Acceso	-	2.68	255.62	564.07
		Selva Alta Transitable	10.80	27.20	1,376.40	3,391.98

Uso Inicial	Uso Final	ECOZONA	Superficie de Cambio (ha)			
			2000	2005	2010	2012
		Selva Baja	2,911.05	2,525.40	13,771.01	11,096.89
		Sierra	-	-	-	-
		Ucamará	-	-	-	6.93
		SUBTOTAL	2,921.85	2,555.28	15,403.03	15,059.88
	Cuerpos de Agua	Selva Alta Transitable	-	0.65	1.44	5.40
		Selva Baja	-	1.53	0.27	6.84
		Selva Baja	11.34	251.43	42.30	153.09
		Ucamará	4.68	37.08	13.32	15.30
		SUBTOTAL	16.02	290.69	57.33	180.63
	Total		83,598.48	147,133.98	135,915.66	150,036.30

Elaboración Propia

Para los cálculos posteriores, las pequeñas áreas identificadas como “Sierra” fueron agregadas a “Selva Alta de Difícil Acceso”. Por otro lado, no se contabilizaron las áreas de las clases CUS “Bosques Primarios” ni “Cuerpos de Agua” porque corresponden al error del mapa y las diferencias metodológicas de análisis, y a cambios naturales, respectivamente.

4.5.2. Metodología general para USCUS

Para la elaboración de este Inventario se usaron las Directrices del IPCC, versión revisada en 1996 y la Orientación Sobre las Buenas Prácticas en el Sector USCUS del año 2003 (GBP 2003).

Las guías proporcionan orientación para estimar las emisiones/absorciones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, de acuerdo a la disponibilidad de datos y su detalle. Es así que se dispone de 3 niveles metodológicos jerárquicos, organizados por categoría y subcategorías de uso de la tierra y depósitos aproximados de GEIs, que de aplicarse de forma correcta, conllevan a una disminución de la incertidumbre y a una mejora en la exactitud. Estos niveles son:

- Nivel 1: Es el nivel más sencillo de cálculo, usado cuando se dispone de datos de actividad básicos, sin información adicional ni factores de emisión nacionales, por lo que se toman los factores de emisión por defecto.
- Nivel 2: Cuando se dispone de datos de actividad más detallados e información complementaria básica, así como algunos factores de emisión nacionales. Se toman los factores de emisión por defecto restantes.
- Nivel 3: Cuando exista información completa y detallada de los datos de actividad y factores de emisión local. En este nivel se emplean modelos específicos del país.

Es importante mencionar que se puede usar niveles metodológicos diferentes a través de todo el análisis, apuntando a usar los niveles más altos en las categorías/ subcategorías/ fuentes/ reservorios/ gases que hayan sido identificados como significativos, con respecto al inventario total.

Para hacer una elección adecuada del método, la GBP 2003 provee árboles de decisión, diferenciados por el criterio de permanencia o cambio del uso de la tierra. En cada capítulo se presentan las figuras de estos árboles de decisión.

Cabe destacar que se ha utilizado el Nivel 1 dado que se poseen datos de actividad básicos, tomando factores por defecto en la mayoría de los cálculos. Sin embargo, se ha utilizado valores de stock de carbono del país para los bosques o carbono inicial antes de la conversión a otros usos de la tierra.

Se debe mencionar además que para la estratificación a nivel país se utilizó una estratificación determinada por el Inventario nacional forestal (INF), como se indicó en el capítulo anterior y que viene siendo utilizada de base en diferentes mapas a nivel nacional: El mapa de Ecozonas.

En general, las existencias de carbono están dadas por las ganancias de carbono, debido al crecimiento de la biomasa y a la transferencia de carbono de otros depósitos, y por las pérdidas, debido a degradación, cosechas, quemas, etc., y a transferencias de carbono de otro depósito (p. ej. El carbono contenido en la broza durante una operación de cosecha es una pérdida del depósito de biomasa aérea).

La metodología básica de la GBP, el *Método de Pérdidas y Ganancias*, es igual a la presentada en las GL1996, y puede aplicarse a todos los depósitos de carbono en todas las categorías de uso de la tierra. En la mayoría de aproximaciones de primer orden, los *datos de actividad* están dados por superficies (de uso o de cambio de uso), que son multiplicadas por un coeficiente de reservas de carbono o *factor de emisión*, para obtener así las estimaciones de la fuente/sumidero. Este procedimiento se refleja en la siguiente ecuación:

$$\Delta C = \sum_{ijk} [S_{ijk} * (C_G - C_P)_{ijk}]$$

Dónde:

- ΔC = variación de las reservas de carbono en el depósito, en toneladas de C año⁻¹
- S = superficie de tierra, en ha
- ijk = corresponde al tipo de clima i , al tipo de bosque j , a la práctica de gestión k , etc.
- C_G = tasa de ganancia de carbono, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹
- C_P = tasa de pérdida de carbono, en toneladas de C ha⁻¹ año⁻¹

La orientación metodológica completa y las ecuaciones específicas de cada subcategoría pueden verse con más detalle en la GBP 2003. A continuación se describirá a detalle, los datos usados y su fuente, los supuestos adoptados y los cálculos realizados para las categorías Tierras Forestales, Tierras Agrícolas, Praderas, Asentamientos y Otros Usos. No se contabilizaron las emisiones/absorciones de GEIs de Humedales debido a que, en la Amazonía, las tierras que califican como tales (los aguajales de Ucamará) han sido incluidos en Tierras Forestales.

Una diferencia principal de los INGEI 2005, 2012 y las actualizaciones de los INGEI 2000 y 2010 es la inclusión de las emisiones del suelo. Dentro de la GBP 2003 se puede hallar indicaciones para estimar las emisiones de carbono orgánico provenientes de 2 grandes tipos de suelos: Minerales y Orgánicos.

Generalmente, se estima que el balance neto es cero bajo el Nivel 1, en categorías de uso que no sufren cambio como TTF, por ejemplo. Se tiene que tener en cuenta también que las condiciones sean constantes, como el régimen de prácticas agrícolas (fertilización, riego, labranza, etc.) en el caso de TATA o PP. Por el contrario, en categorías que cambian de uso es necesario contabilizar las emisiones del suelo, siempre y cuando haya guía al respecto.

Dado que no hay mapas recientes que clasifiquen la superficie nacional por tipos de suelos, se ha empleado la información disponible, que consiste en el Mapa de Suelos del Perú (MINAG, 1996), que categoriza al país en 31 unidades de suelo y 33 Asociaciones, dividido en Costa, Sierra y Selva, usando la leyenda revisada del Mapa Mundial de Suelos FAO-UNESCO-ISRIC, a escala 1:5 000 000.

A su vez, todas las unidades encontradas en Amazonía (de donde se tiene información de cambio de uso), fueron reclasificadas con opinión experta en 3 grandes clases propuestas en la GBP 2003: Suelos Tipo AAA, Suelos Tipo ABA y Suelos de Humedal, este último que correspondería a suelos orgánicos, mientras que los dos primeros son suelos inorgánicos.

Tabla 229: Re-categorización de los tipos de suelo en Amazonía por clases IPCC

Clases IPCC	Tipo de Suelo FAO
AAA	Cambisol déstrico - Alisol háplico
	Cambisol éútrico - Vertisol éútrico
	Fluvisol éútrico - Gleysol éútrico
	Leptosol éútrico - Afloramiento lítico
	Leptosol éútrico - Cambisol éútrico - Regosol éútrico
	Leptosol éútrico - Kastanozem háplico - Afloramiento lítico
	Leptosol éútrico - Regosol éútrico - Afloramiento lítico
	Regosol éútrico - Calcisol háplico
	Regosol éútrico - Cambisol éútrico
ABA	Acrisol háplico - Alisol háplico - Lixisol háplico
	Acrisol háplico - Alisol háplico - Luvisol crómico
	Cambisol déstrico - Acrisol háplico
	Cambisol déstrico - Acrisol háplico - Lixisol háplico
	Cambisol déstrico - Nitisol háplico
	Fluvisol éútrico - Gleysol éútrico
	Gleysol déstrico - Cambisol déstrico
	Gleysol déstrico - Histosol fibrico
	Gleysol déstrico - Lixisol háplico - Fluvisol déstrico
	Leptosol déstrico - Cambisol déstrico - Regosol déstrico
	Leptosol déstrico - Regosol déstrico - Afloramiento lítico
	Lixisol háplico - Gleysol déstrico
	Luvisol crómico - Cambisol éútrico
	Regosol déstrico - Cambisol déstrico
	Fluvisol éútrico - Gleysol éútrico
Suelos de humedales	Fluvisol éútrico - Gleysol éútrico

Elaboración Propia

Las categorías USCUS donde se ha estimado la emisión de suelos fueron TTF, TFTA, TFP. La metodología no da indicaciones metodológicas para hacer el mismo cálculo en TFA y TFOT.

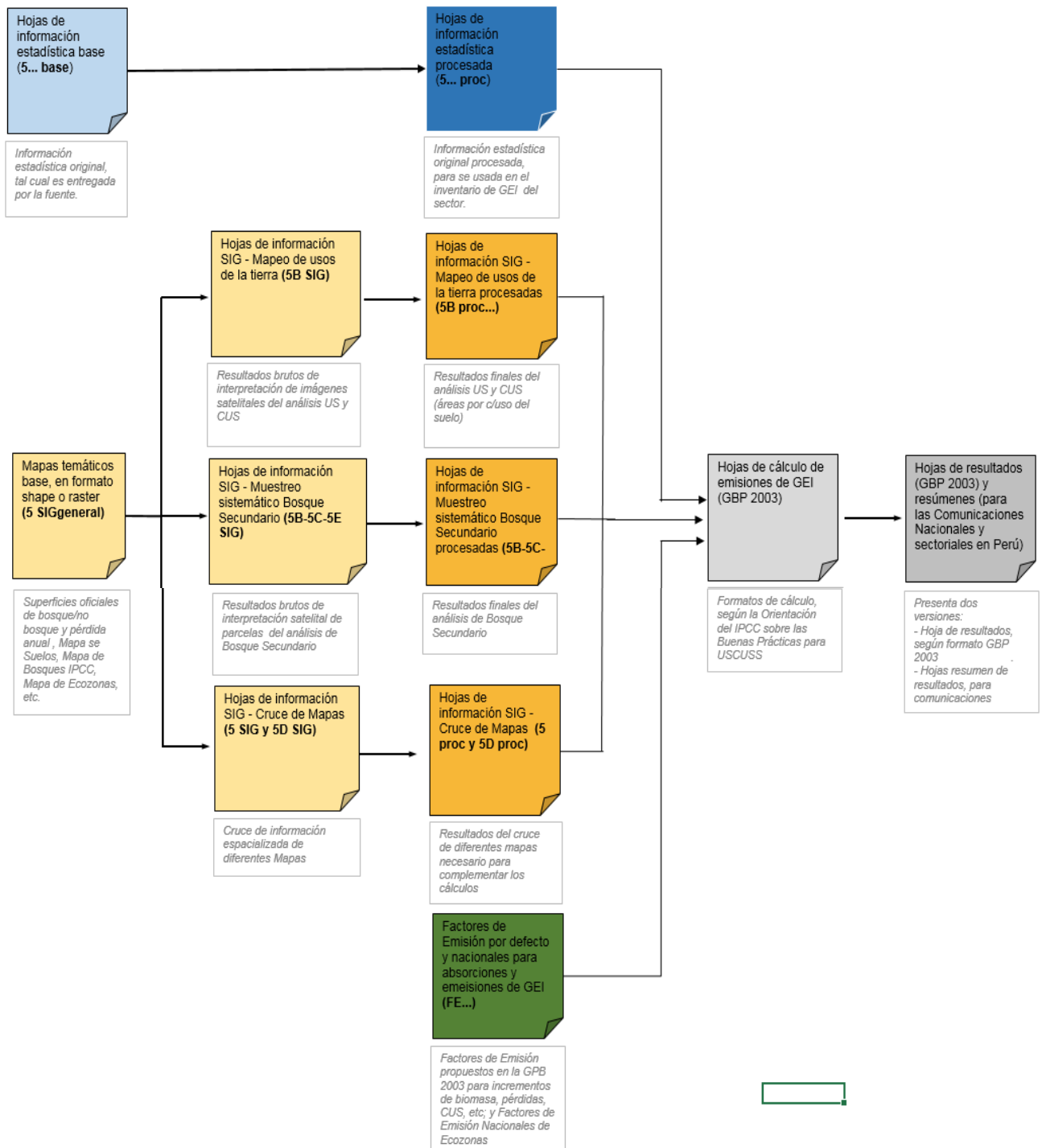
4.5.3. Adaptación de la Metodología en Libro de Cálculo

Para poder desarrollar los cálculos de forma más estandarizada, el IPCC provee el software de cálculo, separado por Módulos que se corresponden con cada uso de la tierra. Al sector USCUS le corresponde usar el Módulo 5, si se usa la guía IPCC 96, o el Módulo 5B, si se usa la GBP 2003.

En el presente trabajo se han tomado las hojas de trabajo del Módulo 5B para componer un solo libro de trabajo, que incluya tanto las hojas de cálculo como las bases de datos y el procesamiento previo a los cálculos, obteniéndose un libro de trabajo comprensible y completo. En él, puede verse la organización del sector, la información utilizada, de donde proviene, cómo participa del cálculo, que factores de emisión se tomaron en cuenta, etc.; lo cual posibilita una fácil revisión de los resultados, la corrección y/o actualización de datos, y estandariza el trabajo realizado desde el primer inventario.

En la Figura 5 se esquematiza la organización del libro de trabajo, cuyas hojas se diferencian por códigos, correspondientes a las categorías IPCC, y colores, que indican el nivel de procesamiento de la información. Mientras que en el Cuadro 15 (más abajo) se pueden ver todas las consideraciones tomadas en base a los requerimientos de cálculo y la información disponible. Por ejemplo, la superficie bajo cambio de uso sólo abarca las Ecozonas de Amazonía, mientras que la información estadística se publican de forma general para todo el territorio, muchas veces sin indicar mayor detalle. Las categorías no incluidas en el cálculo están acompañadas de una breve explicación.

Gráfico 13: Organización del libro de trabajo USCUS, estandarizado para todos los años INGEI



Elaboración Propia

Donde:

Color de hoja	Descripción
	Información estadística base de nivel de actividad
	Información estadística procesada de nivel de actividad
	Información SIG de nivel de actividad
	Información SIG procesada de nivel de actividad
	Factores de Emisión
	Hojas de cálculo de emisiones de GEI en USCUS (formatos GBP 2003)
	Resultados y resumen

Tabla 230: Consideraciones de cálculo por categorías de uso

Categoría	Sub categoría	Depósito de C / Otros Gases	Detalle	Hoja de Cálculo (Modulo 5B - IPCC)	Estimado en INGEI	Motivo de exclusión del cálculo	Ámbito
TF	TFTF	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	TF-1a	sí (perdidas)	Los incrementos no fueron estimados por supuesto de equilibrio del bosque primario	Nacional
			Biomasa Radicular	TF-1a	sí (perdidas)	Los incrementos no fueron estimados por supuesto de equilibrio del bosque primario	Nacional
		Materia Orgánica Muerta	Madera Muerta	TF-1b	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
			Detritus	TF-1b	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	TF-1c1	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
			Reservas de C en Suelos Orgánicos	TF-1c2	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
		Otros Gases	CH ₄ , N ₂ O, CO, NO _x	TF-1d	sí		Amazonía
	TTF	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	TF-2a	sí		Amazonía
			Biomasa Radicular	TF-2a	sí		Amazonía
		Materia Orgánica Muerta	Madera Muerta	TF-2b	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
			Detritus	TF-2b	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	

Categoría	Sub categoría	Depósito de C / Otros Gases	Detalle	Hoja de Cálculo (Modulo 5B - IPCC)	Estimado en INGEI	Motivo de exclusión del cálculo	Ámbito
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	TF-2c1	no	En Nivel 1 es opcional, la información no se ajusta a los requerimientos de cálculo	
			Reservas de C en Suelos Orgánicos	TF-2c2	no	Se asume que la recuperación del bosque sucede sin drenaje	
		Otros Gases	CH ₄ , N ₂ O, CO, NO _x	TF-2d	no	Todas las pérdidas por incendios fueron calculados en TFTF	Amazonía
TA	TATA	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	TA-1a	sí (cultivos perennes)		Nacional
			Biomasa Radicular	TA-1a	no	IPCC no tiene información por defecto confiable, por tanto no lo incluye en cálculos de Nivel 1	
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	TA-1c1	no	Se asume que no hay cambio en la gestión agrícola	
			Reservas de C en Suelos Orgánicos	TA-1c2	no	Se asume que no hay cambio en la gestión agrícola	
			Encalado	TA-1c3	no	No hay información	
	TFTA	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	TA-2a	sí		Amazonía
			Biomasa Radicular	TA-2a	sí		Amazonía
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	TA-2c1	sí		Amazonía
			Reservas de C en	TA-2c2	sí		Amazonía

Categoría	Sub categoría	Depósito de C / Otros Gases	Detalle	Hoja de Cálculo (Modulo 5B - IPCC)	Estimado en INGEI	Motivo de exclusión del cálculo	Ámbito
			Suelos Orgánicos				
			Encalado	TA-2c3	no	No hay información	
		Otros Gases	CH ₄ , N ₂ O, CO, NO _x	-	sí	En Hoja de Cálculo FL-1d	Amazonía
			N ₂ O (de suelo)	TA-2d	no	No hay información	
P	PP	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	P-1a	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
			Biomasa Radicular	P-1a	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	P-1c1	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
			Reservas de C en Suelos Orgánicos	P-1c2	no	En Nivel 1 no hay variación de C en este depósito	
			Cal	P-1c3	no	No hay información	
		Otros Gases	CH ₄ , N ₂ O, CO, NO _x	P-1d	no	No hay información	
	TFP	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	P-2a	sí		Amazonía
			Biomasa Radicular	P-2a	sí		Amazonía
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	P-2c1	sí		Amazonía
			Reservas de C en Suelos Orgánicos	P-2c2	no	No hay conversión a pastos en suelos orgánicos en este periodo	
			Cal	P-2c3	no	No hay información	
		Otros Gases	CH ₄ , N ₂ O, CO, NO _x	P-2d	sí		Amazonía

Categoría	Sub categoría	Depósito de C / Otros Gases	Detalle	Hoja de Cálculo (Modulo 5B - IPCC)	Estimado en INGEI	Motivo de exclusión del cálculo	Ámbito
A	AA	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	A-1a	no	No hay información	
			Biomasa Radicular	A-1a	no	No hay información	
	TFA	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	A-2a	sí		Amazonía
			Biomasa Radicular	A-2a	sí		Amazonía
OT	TFOT	Biomasa Viva	Biomasa Aérea	OT-2a	sí		Amazonía
			Biomasa Radicular	OT-2a	si		Amazonía
		Carbono Orgánico del Suelo	Reservas de C en Suelos Minerales	OT-2c1	no	No hay factores de emisión por defecto para esta conversión	

Fuente: Elaboración propia

La categoría de “Humedales” no ha sido considerada en los INGEI. Las tierras de la Amazonía, que es el único ámbito del cual se tiene datos espacialmente explícitos, que califican como humedales, dígame los Aguajales de la Ecozona Ucamará, ya han sido clasificadas como Tierra Forestal porque la vegetación presente cumple con los umbrales de bosque.

4.5.4. Tierras forestales

“Los bosques son complejos ecosistemas de seres vivos que incluyen microorganismos, vegetales y animales que se influyen mutuamente y se subordinan al ambiente dominante de unos árboles que se extienden en áreas mayores a media hectárea, superan (o pueden superar) los dos metros de altura y tienen una cubierta de más del 10% del área que ocupan” (MINAM, 2011) ⁴⁶

En los inventarios, se reconoce que existen Tierras Forestales a nivel nacional, en ecosistemas de selva, sierra y costa. Como se mencionó en el capítulo de Representación de Tierras no se ha realizado una definición de **Bosques Gestionados**, estos últimos concebidos como bosques sujetos a intervenciones humanas periódicas o continuas, y a todo tipo de prácticas de gestión (desde producción comercial de madera hasta protección).

La GBP 2003 indica además que bosques naturales o inalterados no deben considerarse fuentes ni sumideros antropogénicos, y por ello, quedarían excluidos del inventario nacional. La definición que adopte el país sobre ambos límites debe aplicarse de manera coherente a lo largo del tiempo.

No obstante, aún no se han llegado a delimitar áreas concretas de bosques naturales y gestionados. La dificultad que ello supone hace necesaria la participación de las diferentes instituciones ligadas al ámbito forestal, a fin de llegar a una definición que tome en cuenta las implicancias sobre otros procesos, como el mecanismo REDD+, cuyos reportes deberán estar en concordancia con lo notificado en el inventario.

En consecuencia, para este inventario se ha asumido que todas las áreas de bosque o tierras forestales, están influenciados por las actividades humanas, por tanto todas entran en las estimaciones.

4.5.4.1. Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales

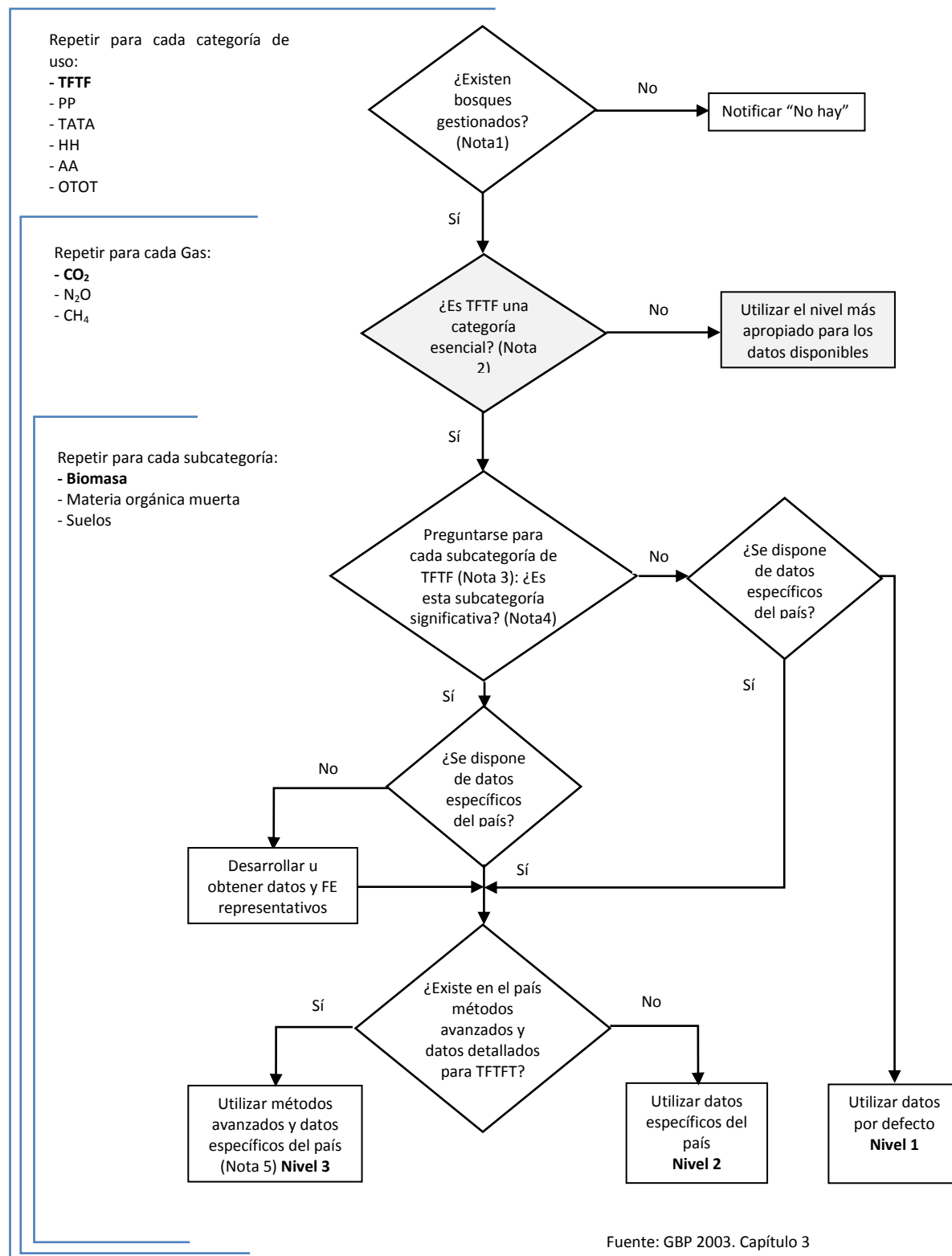
Tierras forestales que cumplen con la definición de bosque que propone el país, y que hayan permanecido como tales por un mínimo de 20 años.

4.5.4.1.1. Elección del nivel de cálculo

En la figura siguiente se muestra el árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para tierras que se mantienen en la misma categoría (tomando ejemplo de TTF).

⁴⁶ Como se mencionó aún no se tiene una definición oficial, si una definición de bosques para MDL presentada a la CMNUCC. Sin embargo presentamos en el recuadro la definición que permitiría el ingreso en la contabilidad a B. secos y B. andinos. Lo anterior corresponde a la definición más actual que el MINAM usa de los bosques, descrita así en El Perú de los Bosques (MINAM, 2011), que se corresponde con aquella usada en la Metodología del Inventario Nacional Forestal (INF/ MINAGRI/ MINAM, 2013).

Figura 1. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para tierras que se mantienen en la misma categoría (tomando ejemplo de TFTF)



Fuente: GBP 2003. Capítulo 3

Nota 1: La utilización de un umbral de 20 años concuerda con los valores por defecto indicados en las *Directrices IPCC 1996*. Los países pueden usar periodos diferentes, de acuerdo a las circunstancias nacionales.

Nota 2: El concepto de categoría esencial está explicado en el Capítulo 5, Subsección 5.4 de la GBP 2003. Ver cálculo en hoja

Nota 3: Subcategoría entendida aquí como los depósitos de carbono a analizarse.

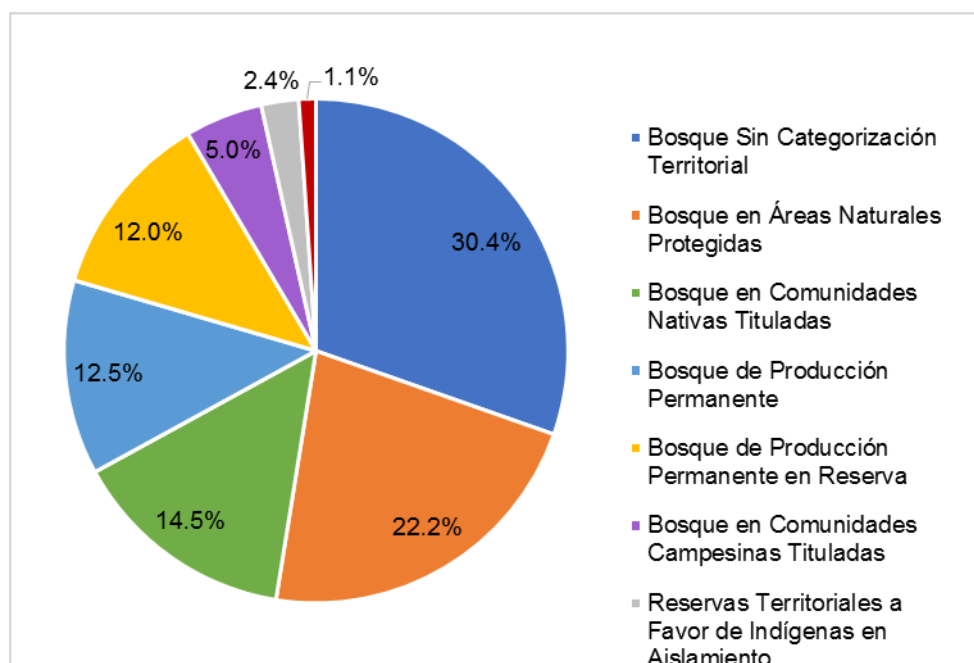
Nota 4: Una subcategoría es significativa cuando representa 20-25% de las emisiones/absorciones de la categoría.

En los inventarios pasados no se han definido con claridad los criterios para clasificar bosques en las subcategorías de tierra forestal. Se menciona que los bosques primarios fueron excluidos de las estimaciones porque, teóricamente, son áreas sin perturbación antrópica significativa; por tanto, sólo los bosques secundarios (definidos como bosques residuales y barbechos) y las plantaciones forestales fueron analizados⁴⁷.

Sin embargo, como se puede observar en la Figura 8, los bosques primarios están distribuidos en unidades de gestión que denotan el uso activo del mismo. Asimismo, si bien existen muchos bosques sin categorización territorial, donde se esperaría que ninguna actividad de manejo se lleve a cabo, se sabe que estos son los más expuestos a deforestación⁴⁸.

Con respecto a los bosques secundarios, se ha manejado el supuesto que ingresan a un ciclo permanente de corta y quema, no llegando a ser Bosques Primarios (ni a pasar los 20 años). Aun así, se han considerado dentro de Tierras que se convierten en Tierras Forestales.

Gráfica 14: Ordenamiento territorial de los bosques



Fuente: El Perú de los Bosques (MINAM 2011). Elaboración Propia

Una opción sería el considerar como TTF, además de los bosques primarios, a los bosques secundarios maduros que por tener una estructura similar, se confunden con los primeros⁴⁹. Sin embargo, en los mapas disponibles no hay clases de bosques secundarios diferenciados por un límite de edad aproximado, ni existen mapas periódicos que den seguimiento en el tiempo a los posibles cambios de uso o permanencia (como bosques) de estas áreas, lo que permitiría hacer el cambio de subcategoría.

En esta subcategoría, para los inventarios se están considerando las tierras forestales que no han sufrido la sustitución de su cobertura por cambio de uso de la tierra ni por otros factores, y muy probablemente los bosques secundarios antiguos que no pudieron ser diferenciados de los bosques

⁴⁷ Inventario nacional de gases efecto invernadero sector agricultura y cambio de uso de la tierra y silvicultura. IM-03-04. INRENA/CONAM, 2005.

⁴⁸ Según información provista por especialistas del MINAM, la mayor proporción de deforestación se observa en los bosques sin categoría territorial.

⁴⁹ Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana – 2000. Memoria Descriptiva

primarios mediante teledetección. Hasta ahora no se han re-categorizado bosques secundarios o plantaciones que ya hayan pasado los 20 años límites.

Los cálculos en esta categoría de fuente se realizan según las fuentes detalladas en los siguientes párrafos:

Biomasa Viva

Los cálculos inician con la estimación de los incrementos de la biomasa viva de los bosques. No obstante, se ha mantenido el supuesto usado desde el INGEI 2000 realizado el 2005, que no hay crecimiento de la vegetación de bosque primario y se encuentra en equilibrio.

El método utilizado es el método por defecto, consistente en restar las pérdidas de carbono de los incrementos durante el año de notificación. La fórmula utilizada ha sido:

Ecuación 43: Variación anual de las reservas de carbono en biomasa viva en TTF

$$\Delta C_{TTF_{BV}} = (\Delta C_{TTF_C} - \Delta C_{TTF_P})$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF_{BV}}$ es la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en t C año⁻¹
- ΔC_{TTF_C} es el aumento anual de las reservas de carbono debido al crecimiento de la biomasa, en t C año⁻¹
- ΔC_{TTF_P} es la disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa, en t C año⁻¹

Las pérdidas están dadas por la recolección de biomasa para su uso como madera o leña, y por las perturbaciones (antrópicas y naturales) como incendios, plagas y vendavales (los 2 últimos no considerados por falta de información). Las ecuaciones usadas para estimar las pérdidas de biomasa viva son:

Ecuación 1

$$P_{Talas} = R * D * FEB_2 * (1 - f_{BD}) * FC$$

Ecuación 2

$$P_{Leña} = LR * D * FEB_2 * FC$$

Ecuación 3

$$P_{Otras\ pérdidas} = S_{alteración} * B_W * (1 - f_{BD}) * FC$$

Donde:

- ΔC_{TTF_P} es la disminución anual de las reservas de carbono por pérdida de biomasa
- P_{Talas} , $P_{Leña}$ y $P_{Otras\ pérdidas}$ son las pérdidas de carbono por tala comercial, recolección de leña e incendios, respectivamente
- R , LR y $S_{alteración}$ volumen extraído anualmente de rolliza y leña y superficie forestal afectada por perturbaciones. Datos referidos en la tabla 231.
- Todos los demás parámetros son los factores de emisión referidos en la tabla 235.

En el cálculo de pérdida anual de carbono por talas se debe considerar una fracción de biomasa que es dejada en el bosque y se descompone. Aquí, la GBP 2003 provee dos posibilidades: i) por defecto, asumir que la biomasa total asociada al volumen de madera extraída es emitida inmediatamente (f_{BD}

= 0), y ii) asumir que una parte de la biomasa es transferida a las reservas de madera muerta (f_{BD} por dictamen de expertos). Para el presente inventario se ha usado la opción 1. El mismo valor se usa para f_{BD} (otras pérdidas).

Asimismo, se ha remplazado la multiplicación “D x FEB₂” por el factor BCEF de las Guías IPCC 2006.

La información disponible hasta el momento es muy genérica, no permiten clasificar las pérdidas por tipo de tierra forestal (bosques primarios, secundarios y plantaciones) o clases de manejo (concesiones forestales, permisos, etc.), por lo cual se ha asumido que las pérdidas de biomasa viva (aprovechamiento de madera, leña e incendios) suceden en la categoría TFTF.

Biomasa Muerta

En el Nivel 1 de la metodología, se considera por defecto que la variación de las reservas de carbono en estos depósitos (madera muerta y detritus) no es significativa, por tanto, las emisiones netas son iguales a cero.

Carbono Orgánico del Suelo

En el Nivel 1 de la metodología, se considera por defecto que las reservas de carbono en suelos forestales minerales permanecen constantes, por tanto, las emisiones netas son iguales a cero. Por otro lado, se asumió que no ocurrió drenaje de suelos orgánicos en bosque que sigue siendo bosque, con lo cual las emisiones por esta actividad son iguales a cero.

Otros Gases

Corresponden a las emisiones de gases diferentes al CO₂ por la quema de biomasa de las mismas áreas reportadas en *Otras Pérdidas* (incendios forestales). La ecuación usada fue:

$$L_{\text{incendio}} = S * B * C * D * 10^{-6}$$

Dónde:

- L_{incendio} es la cantidad de GEI liberados por causa de incendios, en toneladas de GEI
- S es la superficie quemada, en ha
- B es la masa de combustible "disponible", en kg m.s. ha⁻¹
- C es eficiencia de combustión (o fracción de biomasa quemada), sin dimensiones
- D es el factor de emisión, en g (kg m.s.)⁻¹ de cada gas

Los valores de cada factor de emisión, diferentes para cada gas evaluado, están detallados en el Cuadro 235. Asimismo, la superficie quemada, que se corresponde con el área afectada por incendios forestales del cálculo “Otras pérdidas”, puede verse en las tablas 232 y 234.

Todo el detalle de los cálculos puede verse en las Hojas de Cálculo TF-1a y TF-1d del Libro de Trabajo USCUS.

4.5.4.1.2. Niveles de actividad

Si bien los datos de actividad del sector USCUS consisten mayoritariamente en superficies (p. ej. áreas de bosque que permanecen como bosque), en esta categoría también se necesita información sobre cosecha de madera, leña, áreas afectadas naturalmente (divididas por tipo de afección) y drenaje de suelos orgánicos; todo clasificado según criterios ecológicos y de gestión.

La fuente de información más relevante son los ministerios y organismos públicos de evaluación y control, así como las direcciones competentes de los gobiernos regionales (ej. Dirección ambiental, Dirección de Ordenamiento Territorial, ATFFS, etc.). Generalmente, la data de estas instituciones es de ámbito nacional y es reportada periódicamente, aunque es muy genérica y no permite cálculos detallados.

Asimismo, existen vacíos de información importantes de datos de actividad, como superficies actualizadas de bosques no amazónicos: B. Andinos y B. Secos; pero sobre todo, no hay factores de emisión oficiales construidos de acuerdo a las condiciones del país.

En la siguiente tabla se puede ver el resumen de los datos de actividad recopilados, y su fuente, que son los mismos utilizados en cada año INGEI. La diferencia entre años consiste en los valores de cada dato de actividad (p. ej. Volumen de madera aprovechada, superficie quemada, etc.).

Tabla 231: Resumen de datos de actividad necesarios para TFTF, válidos para cada año INGEI

Dato	Detalle	Unidad	Fuente	Uso
Superficie de Bosque Primario Amazónico	Límite de Amazonía determinado en el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú (MINAM, 2012)	Ha	Mapeo de pérdida de cobertura de bosques húmedos amazónicos del Perú entre los años 2000-2011 (MINAM, 2014)	Absorciones por incremento de la biomasa viva – No estimado
Producción de madera rolliza por especie	Información recopilada de los GORES y ATFFS	m ³	Perú Forestal en Números año 2000, 2005, 2010 y 2012 (DGFFS)	Emisiones por pérdida de biomasa viva
Volumen estimado del consumo de leña	Consumo per cápita de leña por departamento	m ³ /per	Perú Forestal en Números año 2010 (DGFFS, 2011)	Emisiones por pérdida de biomasa viva
	Proporción de población que consume leña por departamento	%	INEI	
	Población Censada por departamento	N° per	Censo de Población y Vivienda 1993 y 2007 (INEI)	
	Ecuación de Tasa de Crecimiento Poblacional	-	SEDAPAL	
Áreas quemadas	Datos de incendios forestales reportados como emergencia nacional	ha	INDECI (entregado por DGFFS)	Emisiones de otros GEI

Elaboración Propia

Superficies de Bosques – Incremento de TFTF

Dado que se ha manejado bajo el supuesto que estos bosques son maduros y están en estado de equilibrio, no se ha considerado el incremento de su biomasa. No obstante, se presenta la información disponible de las tres grandes zonas ecológicas.

Bosques Amazónicos

Con respecto a la superficie de bosque que ha permanecido, la información más actualizada elaborada por el Ministerio del Ambiente abarca sólo el ámbito amazónico. Como se detalla en la Sección 3 del presente documento, estas áreas fueron estimadas en el mapa de pérdida de cobertura de bosques húmedos amazónicos, realizado en coordinación con el MINAGRI y la OTCA, usando el método de clasificación supervisada (de imágenes landsat) de la Universidad de Maryland.

Bosques Secos

En el caso de los bosques no contemplados en el trabajo del MINAM, se ha buscado información oficial en los trabajos de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de las regiones que cuentan con

uno. De aquí se obtuvo la superficie más actual de bosque seco para la región Piura, que asciende a 1 793 860 ha⁵⁰. Asimismo, se revisó las memorias descriptivas del ZEE de Lambayeque, pero se encontró muchas discrepancias entre las áreas de bosque reportadas en varios documentos. Al consultar estas diferencias a especialistas del MINAM, mencionaron que el ZEE de Lambayeque estaba siendo revisado y mejorado con apoyo de la Dirección de Ordenamiento Territorial. El área de bosque resultante de dicho proceso se integrará a la nueva versión del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú (año 2011), aún en elaboración.

También se cuenta con las áreas de bosque reportadas en el Mapa de Cobertura Vegetal 2009 (MINAM, 2012). Sin embargo, no hay una superficie actualizada oficial para cada año inventario.

Bosques Andinos

La zona andina es de la que menos información se dispone. Existe el del *Mapa de Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro* (Josse, C.; et al. 2009) realizado por la Comunidad Andina (CAN) en sus países miembros: Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela y Ecuador; lo cual hace comparable los resultados del país con los demás países andinos. El criterio de clasificación que usa Josse y equipo es el de Nature Serve, y su unidad básica de muestreo es el ecosistema, donde este está representado por i) el medio físico/clima y ii) la vegetación natural. El trabajo fue revisado por la Dirección de Biodiversidad del MINAM y ECOBONA. Sin embargo no se pudo acceder a este. Además, se tiene información referencial del área determinada al año 2009 en el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú (MINAM, 2012).

Como en Bosques Secos, no hay una superficie oficial de Bosques andinos, ni estudios sobre su estado, cambios y edad cronológica, que sea útil para cada año INGEI.

Se presenta de manera informativa las diferentes superficies oficiales registradas para estos tipos de bosques. Se ha trabajado **solo con información de superficie de bosques amazónicos y del mapa de pérdida anual de bosque 2000- 2011 del PNCB-MINAM**

Tabla 232: Resumen superficies de TFTF por tipo de bosque

Tipo	2000	2005	2010	2012
Bosque Amazónico¹	71,093,013.5	70,615,570.4	70,041,125.5	69,767,534.5
Bosque Andino		SD	1,994,948 ²	SD
Bosque Seco		SD	2,323,794 ³	SD

Elaboración Propia

¹ Del Mapa de Bosque y No-Bosque y Pérdidas Anuales del PNCB (actualización al 2013)

² Al año 2009, considera las unidades: Bosque Seco de Montaña, Bosque Seco de Valles Interandinos y Bosques Relictos (mesoandinos, mesoandinos de coníferas y altoandinos); Mapa de Cobertura Vegetal 2009 (MINAM 2011)

³ Al año 2009, considera las unidades: Manglar, Bosque Seco Tipo Sabana, Bosque Seco de Piedemonte, Algarrobal Ribereño, Bosque Seco de Lomada y Bosque Seco de Colinas (baja y alta); Mapa de Cobertura Vegetal 2009 (MINAM 2011)

Pérdidas en TFTF

Información de madera

La información de producción de madera proviene de los reportes de permisos y guías de transporte, que las oficinas regionales de Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) hacen a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS), las cuales son compiladas en el anuario *Perú Forestal en Números*. El volumen rollizo total extraído el 2000, 2005, 2010 y 2012 asciende a 1'322,996.3 m³, 1'482,968.8 m³, 2'156,690.33 m³ y 2'476,860.4 m³, respectivamente.

⁵⁰ Sólo de referencia. Área calculada del Mapa de Vegetación de la ZEE de Piura, referido en el Plan Regional de Desarrollo Forestal de Piura (Gobierno Regional de Piura, 2012)

Información de Leña

La leña fue estimada usando datos diversos pero complementarios entre sí. Primero, se consideró la población total estimada por departamento en los años de interés, indicada por el INEI. Asimismo, se tomó en cuenta el dato de proporción de la población por departamento que usa leña, que el INEI indica para cada año, comenzando desde el 2004. Por lo mismo, para el año 2000 se usó las proporciones del 2004 como una aproximación.

Por último, se utilizó consumo de leña anual per cápita, diferenciado en 3 macro regiones: $0.5 \text{ m}^3_{(r)}$ para Costa, $1.1 \text{ m}^3_{(r)}$ para Sierra y $1.3 \text{ m}^3_{(r)}$ para Selva; tomado de Perú Forestal en Números (DGFFS), en base al estudio mundial de FAO⁵¹.

El volumen de leña consumida en cada año inventario resulta de la multiplicación de: i) la población estimada al año INGEI, ii) la proporción de población que consume leña por departamento, y iii) el consumo per cápita por departamento. El resultado muestra un consumo decreciente en el tiempo, igual a $6'999,954.7.0 \text{ m}^3$, $6'778,996.0 \text{ m}^3$, $2'969,149.1 \text{ m}^3$, y $2'168,123.4 \text{ m}^3$ en los años 2000, 2005, 2010 y 2012, respectivamente.

Incendios forestales

Esta información se obtuvo de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS), que a su vez recibe los reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). En el caso del año 2010, la misma información fue usada en el Informe Nacional FRA 2010, lo cual evidencia por un lado, el uso oficial de esta data, y o por otro, la falta de más registros que sean específicos a incendios forestales.

De acuerdo a la reunión sostenida con la especialista en incendios forestales⁵², INDECI solo registra incendios que son reportados o avisados por los pobladores, no todos los que realmente suceden. Lo que nos muestra INDECI es una muestra de los incendios a nivel nacional. No hay un organismo que realice un registro al 100%.

Existe información complementaria, como los Mapas de Focos de Calor generados por FireAlerts, que no pudo ser usada porque no registran áreas afectadas ni es posible discriminar incendios forestales de quemas agrícolas o quemas de otra naturaleza.

A los eventos registrados por INDECI, de cada año INGEI, se les dio el siguiente tratamiento:

- Se seleccionaron todos los eventos del año a trabajar
- Se eliminaron todos los eventos referidos a pérdida/afección de **cultivos y pastos**
- Se eliminaron todos los eventos que no tienen ninguna información de área
- Los eventos remanentes, es decir, las ocurrencias de pérdida/afección de cobertura natural con superficies, se ubicaron espacialmente usando la información distrito/provincia/departamento de cada uno. La locación dentro del distrito se realizó al azar ya que no se contó con coordenadas exactas. Luego se superpuso el mapa de Ecozonas, y se etiquetó la correspondiente a cada ocurrencia. En los casos en que un distrito albergaba más de una Ecozona, se eligió aquella con mayor extensión.
- Finalmente, se tabularon los resultados, teniendo así las áreas de incendios forestales por Ecozona.

⁵¹ Wardle, P. y Pontecorvo, F. 1981.

⁵² Ing. María Manta-Reunión en UNALM, 02 de setiembre 2014.

Vale recalcar que se asumió desde el inicio que estos incendios sucedieron en Bosques Primarios, al no haber manera de discriminar cada ocurrencia por tipo de bosque (secundario/purma o primario). El resultado para cada año INGEI sería:

Tabla 233: Superficie de Incendios Forestales por Ecozonas para cada año INGEI

Ecozona	2000 (ha)	2005 (ha)	2010 (ha)	2012 (ha)
Costa	28.00	80.00	200.00	5,008.51
Sierra	2,411.00	5,853.00	1,254.50	9,268.06
Selva Alta de Dificil Acceso	-	28,715.12	-	290.75
Selva Alta Transitable	6,994.00	35,590.11	602.51	4,167.00
Selva Baja	-	1,200.00	-	60.52
Ucamará	-	-	-	-
Total	9,433.00	71,438.23	2,057.01	18,794.84

Elaboración Propia

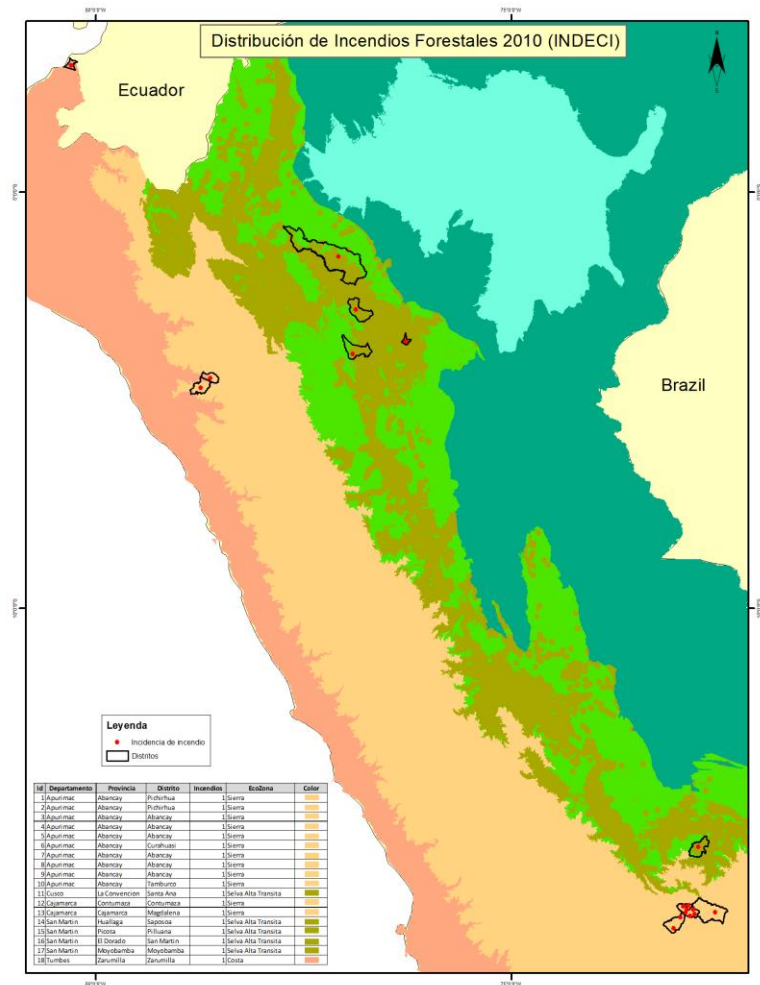
Se presenta un ejemplo del procedimiento descrito con datos del año 2010. En total hubo más de 50 ocurrencias registradas, sin embargo, luego de los filtros, sólo se trabajó con 18 que hacen un total de 2,057 ha.

Tabla 234: Registro procesado de incendios forestales 2010

FID	Dep.	Provincia	Distrito	Afectada	Perdida	Total (ha)	ECOZONA
1	Apurímac	Abancay	Abancay	-	5.0	5	Sierra
2	Apurímac	Abancay	Abancay	-	70.0	70	Sierra
3	Apurímac	Abancay	Abancay	-	150.0	150	Sierra
4	Apurímac	Abancay	Abancay	-	6.0	6	Sierra
5	Apurímac	Abancay	Abancay	-	40.0	40	Sierra
6	Apurímac	Abancay	Abancay	-	2.0	2	Sierra
7	Apurímac	Abancay	Curaguas	-	200.0	200	Sierra
8	Apurímac	Abancay	Pichirhua	-	100.0	100	Sierra
9	Apurímac	Abancay	Pichirhua	-	80.0	80	Sierra
10	Apurímac	Abancay	Tamburco	-	450.0	450	Sierra
11	Cajamarca	Cajamarca	Magdalena	51.5	-	52	Sierra
12	Cajamarca	Contumaza	Contumaza	100.0	-	100	Sierra
13	Cusco	La Convención	Santa Ana	-	0.5	1	Selva Alta Transita
14	San Martin	Moyobamba	Moyobamba	-	52.0	52	Selva Alta Transita
15	San Martin	El Dorado	San Martin	100.0	-	100	Selva Alta Transita
16	San Martin	Huallaga	Saposoa	-	300.0	300	Selva Alta Transita
17	San Martin	Picota	Pilluana	-	150.0	150	Selva Alta Transita
18	Tumbes	Zarumilla	Zarumilla	200.0	-	200	Costa
Total						2,057	

Fuente: INDECI. Elaboración Propia

Mapa 1. Ubicación de incendios forestales identificados por INDECI en el 2010



Elaboración Propia

4.5.4.1.3. Variables y constantes

Los factores de emisión se van eligiendo de acuerdo a la metodología a usarse en la estimación de cada parámetro. De preferencia, estos factores deben ser nacionales, elaborados a partir de evaluaciones sistemáticas como los inventarios forestales.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los factores necesarios para calcular únicamente emisiones de carbono por pérdidas de biomasa viva por extracción de madera, leña e incendios, y emisión de otros gases de efecto invernadero por quemas de biomasa. Estos han sido usados similarmente en los cuatro años INGEI.

Tabla 235: Factores de emisión considerados

Factor	Valor	Unidad	Fuente
Fracción de carbono de materia seca (FC)	0.5	t C/t m.s.	Valor por defecto, GBP 2003 (Pág. 3.25)
Densidad de madera básica (D) para leña	varios	t m.s./m ³ vol. Fresco	Promedio ponderado de especies aprovechadas en año 2010, fuentes varias
Factor de conversión y expansión de biomasa (BCEF)	1.67	Sin dimensión	Cuadro 4.5, IPCC 2006 (Pag. 4.61)
Fracción de biomasa dejada en el bosque para descomposición (f _{BD}) por recolección de madera	0	Sin dimensión	Valor por defecto para cálculos del Nivel 1, GBP 2003 (Pag. 3.27)

Factor	Valor	Unidad	Fuente
Fracción de biomasa dejada en el bosque para descomposición (f_{BD}) por incendios	0	Sin dimensión	Valor por defecto para cálculos del Nivel 1, GBP 2003 (Pag. 3.27)
Factor de conversión de volumen rollizo sin corteza a volumen rollizo con corteza	0.15	Sin dimensión	Valor por defecto para volúmenes sin corteza, GBP 2003 (Pag. 3.30)
Fracción de biomasa quemada (C)	0.5	Sin dimensión	Valor por defecto, GBP 2003 (Pag. 3.52 y 3.95)
Biomasa combustible disponible sobre el suelo en Sierra	63.96	t m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Reserva promedio de biomasa (aérea y radicular) en Costa	17.09	t m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Reserva promedio de biomasa (aérea y radicular) en Selva Alta de Difícil Acceso	200.11	t m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Reserva promedio de biomasa (aérea y radicular) en Selva Alta Transitable	172.53	t m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Reserva promedio de biomasa (aérea y radicular) en Selva Baja	238.24	t m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Reserva promedio de biomasa (aérea y radicular) en Ucamará	143.39	t m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Relación Raíz/Vástago Bosque Primario	0.24	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8, para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003 (Pág. 3.179)
Factor de emisión de CO	130.0	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Factor de emisión de CH ₄	9.0	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Factor de emisión de N ₂ O	0.11	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Factor de emisión de NO _x	0.7	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)

Elaboración Propia

FE para cálculos de pérdida de biomasa por extracción de madera y leña

Para madera, se ha usado el BCEF de las guías IPCC 2006, que vendría a remplazar a la multiplicación entre la Densidad Básica de la madera y el factor de emisión BEF₂, por ser un factor más ajustado y actualizado, y siguiendo la recomendación que hiciera la experta IPCC luego de la revisión preliminar.

Además, se cambió el modo de uso del factor para convertir volumen de madera rolliza sin corteza (que es como se encuentra en la estadística forestal del país) a volumen de madera rolliza con corteza. Hasta ahora, se dividía dicho volumen entre 0.85 para hacer la conversión; no obstante, se obtiene un volumen transformado más preciso al multiplicar el volumen sin corteza por (1+0.15), procedimiento que se ha seguido en los nuevos inventarios y la actualización del 2000 y 2010. Es así que los volúmenes sin corteza de los años 2000, 2005, 2010 y 2012, que ascendían a 1'322,996.3 m³, 1'482,968.8 m³, 2'156,690.3 m³ y 2'476,860.4 m³ respectivamente, se ajustaron a volúmenes con corteza iguales a 1'521,445.73 m³, 1'705,414.16 m³, 2'480,193.9 m³ y 2'848,389.5 m³, siguiendo el orden anterior.

Previamente se había calculado la densidad básica promedio representativo de cada periodo. Para ello, se usó el listado de especies cosechadas durante los años INGEI y los volúmenes respectivos (de *Perú Forestal en Números 2000, 2005, 2010 y 2012*), con lo que se calculó la participación de

cada especie (en %) en base al volumen total aprovechado. Dado que fueron muchas especies en cada año, se seleccionó aquellas que representaron igual o más del 1% del volumen total. Así la lista se redujo, de las cuales se buscó el valor de densidad básica usando bibliografía nacional, como las publicaciones de CITE MADERA, e internacional, como estudios de G. Reyes *et al* (1992) entre otros. Se pudo encontrar información de la mayoría de especies cuyo volumen representa más del 80% del volumen total. Con esta información, se calculó un valor promedio (ponderado) de densidad básica, que resultó igual a 0.47 t m.s./m³, 0.52 t m.s./m³, 0.53 t m.s./m³ y 0.52 t m.s./m³ para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, respectivamente. Al no tener información de las especies usadas para leña, se optó por emplear los valores encontrados para madera aprovechada como referencia.

FE para calcular pérdidas por Otras Pérdidas (Incendios)

Se ha usado el valor de reserva de biomasa promedio el suelo de cada Ecozona. Para incorporar la biomasa radicular, se ha usado el valor de relación Raíz/Vástago correspondiente a bosque primario, siguiendo el supuesto usado. Esto supone el incremento en 24% de todos los stocks aéreos.

FE para calcular emisiones de otros GEIs por quema de biomasa

La *Masa Combustible Disponible* es básicamente el contenido de biomasa de la vegetación quemada, que es igual a los valores de reserva de biomasa aérea de cada Ecozona, presentados en el cuadro anterior, pero expresados en Kg m.s./ha.

Se usa también los Factores de Emisión de cada gas analizado: CH₄, N₂O, NO_x y CO. El resultado, que se obtiene en toneladas de cada gas, se convierte a toneladas de CO₂ equivalentes usando el poder calórico respectivo: 310 para N₂O y 21 para CH₄.

Supuestos

- a) Se ha considerado como TFTF a los bosques primarios-naturales determinados en los mapas, y los bosques secundarios, que por sus características no pudieron ser distinguidos como tales y se confunden con el bosque primario.
- b) No se evaluó el incremento de carbono por crecimiento de la biomasa, pues se asumió que los bosques primarios están en estado maduro y no incrementan biomasa.
- c) Se asume que toda la madera cosechada para madera y leña ocurren en esta categoría con el fin de evitar el doble cálculo. Cabe destacar que los datos de actividad provienen de la estadística a nivel nacional, es decir, incluye a bosques secos, andinos y amazónicos.
- d) Se asume que los incendios forestales reportados han ocurrido en TFTF, dada la imposibilidad de diferenciar el tipo de bosque afectado (primario, secundario o plantaciones forestales). Anteriormente se usó una opinión de experto para estimar la proporción de ocurrencias por tipo de bosque, pero no fue ratificada para este trabajo.
- e) No se tiene información sobre actividades de drenaje de suelos forestales en bosques que siguen siendo bosques, por lo cual se asumió que no han ocurrido en los años INGEI.

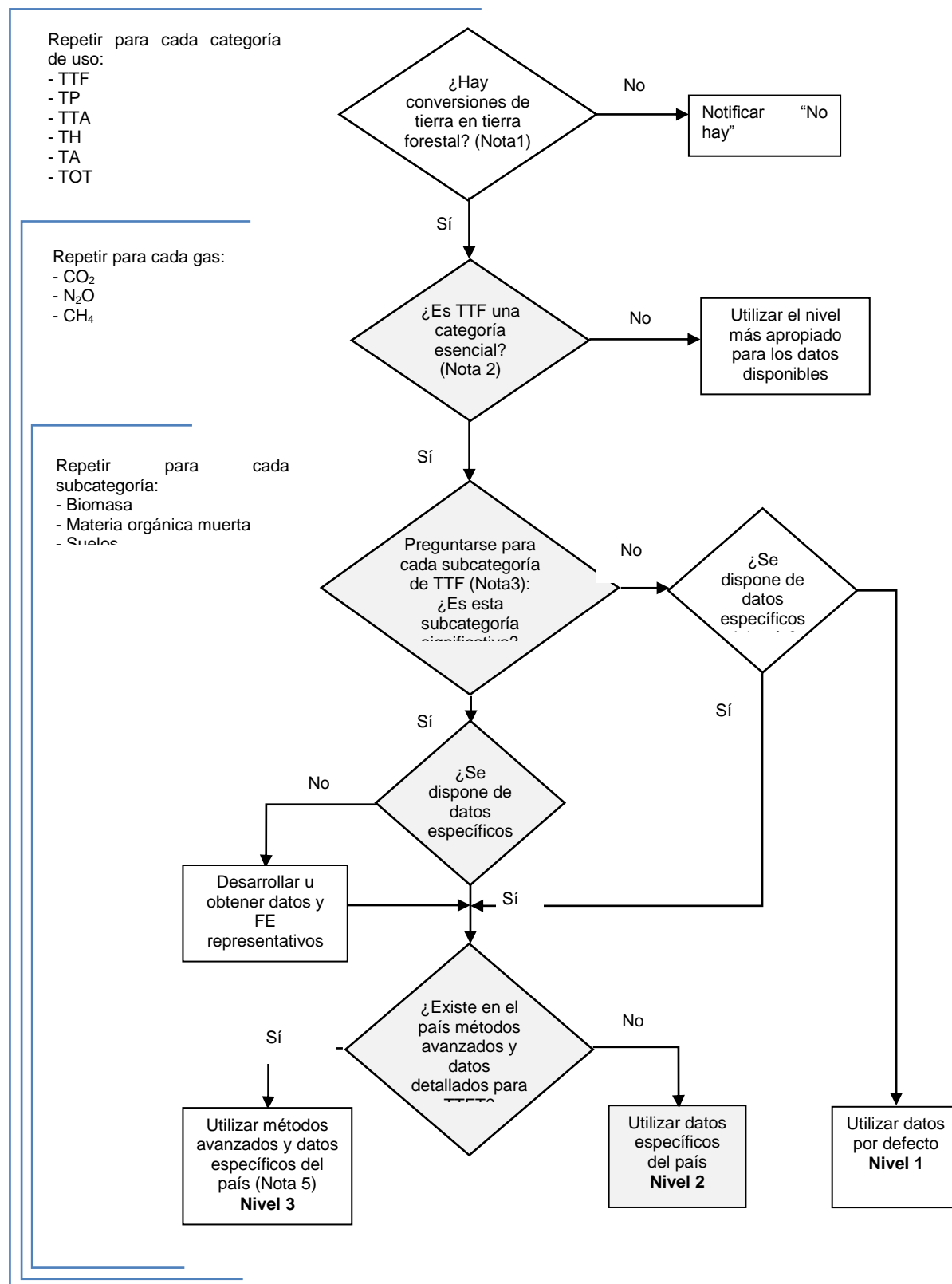
4.5.4.2. Tierras convertidas en tierras forestales

Los lineamientos metodológicos de la GBP 2003 definen a esta categoría como las tierras forestales con menos de 20 años de formación (por defecto), establecidas de manera natural o artificial (plantaciones). Además, indican la necesidad de seguir la evolución de dichas áreas durante el periodo mencionado, luego del cual se cambiarán a la categoría TFTF.

4.5.4.2.1. Elección del nivel de cálculo

Los factores de emisión se van eligiendo de acuerdo a la metodología a usarse en la estimación de cada parámetro. De preferencia, estos factores deben ser nacionales, elaborados a partir de evaluaciones sistemáticas como los inventarios forestales.

Figura 2. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para tierras que se convierten en otra categoría de uso (tomando el ejemplo de TTF)



Nota 1, 2, 3 y 4: iguales a las descritas en la Figura 7.

Fuente: GBP 2003. Elaboración propia

De acuerdo al árbol de decisión, y los cálculos realizados esta categoría debería realizarse en un nivel 2. Sin embargo no se tiene información suficiente para las ecuaciones establecidas en el nivel 2 (Ecuación 3.2.23; Ecuación 3.2.25). Por lo que se utilizó las ecuaciones correspondientes al Nivel 1.

En el *Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana – 2000* (INRENA 2005), los bosques secundarios fueron clasificados como los bosques de segundo crecimiento y barbechos forestales en diferentes etapas de recuperación luego de la deforestación. Incluyen los bosques jóvenes (<10 años) y los bosques secundarios adultos (>10 años).

Este tema fue analizado en el taller realizado el 10 de julio del 2014, donde participaron profesionales involucrados en el inventario forestal nacional, en procesos de ordenamiento forestal y mapeo de bosques, así como en la propuesta REDD nacional, entre otros. Allí se discutió la posibilidad de categorizar a los bosques secundarios como tierra agrícola, en base a las experiencias de campo de los participantes, especialmente de los de la dirección de valoración que han hecho muchas validaciones en campo de mapas de cobertura vegetal. Lo que ellos han observado reiteradas veces es el corto periodo en el que el barbecho es reconvertido a cultivo y la poca probabilidad que un bosque secundario permanezca como tal durante los 20 años⁵³ por defecto que manda el IPCC. No obstante, se hizo la precisión que muchas áreas agroforestales, especialmente los cafetales y cacaotales de selva alta, se confunden con el bosque secundario y por tanto, han sido catalogados como tales en los mapas. No obstante, luego de la revisión preliminar que la experta IPCC hiciera en mayo del presente año, se vio la necesidad de considerar estos bosques secundarios dentro de la tierra forestal, para que la estimación de emisiones no sea incompleta, dado que en esta categoría es requerido analizar los 5 depósitos.

Como conclusión, se hizo evidente la necesidad de, primero, identificar adecuadamente los usos de la tierra en los mapas, para después determinar las categorías más apropiadas.

Para el presente trabajo en TTF se están considerando a todos los bosques secundarios denominados como tal en los mapas disponibles, sin un límite de edad definido, y a las plantaciones. Estas últimas son masas forestales que se han establecido de forma artificial, para producir una "cosecha" de productos forestales, ya sea en tierras que anteriormente no sustentaron bosques desde hace más de 50 años (forestación), o en tierras que han sustentado bosques en los últimos 50 años y donde el cultivo original ha sido sustituido por otro diferente (reforestación) (Brown et al, 1986)⁵⁴.

La ecuación básica que integra todas emisiones y absorciones es la siguiente:

$$\Delta C_{TTF} = \Delta C_{TTF_{BV}} + \Delta C_{TTF_{MOM}} + \Delta C_{TTF_{Suelos}}$$

Dónde:

ΔC_{TTF} es la variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras forestales, en t C año⁻¹

$\Delta C_{TTF_{BV}}$ es la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras convertidas en tierras forestales; en t C año⁻¹

$\Delta C_{TTF_{MOM}}$ es la variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y detritus) en tierras convertidas en tierras forestales; en t C año⁻¹

⁵³ Es necesario considerar que muchas de las áreas de bosque secundario forman parte del ciclo agrícola, y por ende, periódicamente están sujetas a eliminación de su cobertura. La clasificación que se le dé a estas tierras de barbecho influirá significativamente en la tasa de deforestación del país.

⁵⁴ Citado en las Directrices IPCC 1996: Manual de Referencia

$\Delta C_{TFSuelos}$ es la variación anual de las reservas de carbono en el suelo, en tierras convertidas en tierras forestales; en t C año⁻¹

Cada componente se explica a continuación.

Biomasa Viva

Se tienen que contabilizar las absorciones de carbono por el crecimiento de la biomasa y las pérdidas por aprovechamiento forestal, de madera y otras pérdidas. Dado que las pérdidas de dichas actividades han sido estimadas en su totalidad en TTF, sólo se han calculado los incrementos.

$$\Delta C_{TTF_{BV}} = \Delta C_{TTF_{CRECIMIENTO}} + \Delta C_{TTF_{PÉRDIDA}}$$

Dónde:

- $\Delta C_{TTF_{BV}}$ es la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras forestales, en t C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF_{CRECIMIENTO}}$ es el aumento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto del crecimiento en tierras convertidas en tierras forestales, en t C año⁻¹
- $\Delta C_{TTF_{PÉRDIDA}}$ es la disminución anual de las reservas de carbono en biomasa viva por efecto de las pérdidas derivadas de la recolección, de la recogida de leña y de las perturbaciones, en tierras convertidas en bosques, en t C año⁻¹

Para el cálculo de incremento de biomasa viva por crecimiento de la vegetación, se han usado el método por defecto de la categoría TTF que es el mismo de la categoría TTF, aunque con una modificación para tener en cuenta las diferencias en las tasa de crecimiento debido al manejo dado al área. La GBP 2003 pone como ejemplo de tierra gestionada intensamente a las plantaciones, y como extensiva a las áreas con regeneración natural con intervención humana mínima.

$$\Delta C_{TTF_{CRECIMIENTO}} = \left[\sum_k S_{GEST_INT_k} \times C_{Total_GEST_INT_k} + \sum_m S_{GEST_EXT_m} \times C_{Total_GEST_EXT_m} \right] \times FC$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF_{CRECIMIENTO}}$ es el incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto del crecimiento en tierras convertidas en tierras forestales, en t C año⁻¹
- $S_{GEST_INT_k}$ es la superficie de tierra convertida en bosques gestionados intensivamente en el estado k (incluidas las plantaciones), en ha
- $C_{Total_GEST_INT_k}$ es la tasa de crecimiento anual de la biomasa en bosques gestionados intensivamente en el estado k (plantaciones), en t m.s. ha⁻¹ año⁻¹
- $S_{GEST_EXT_m}$ es la superficie de tierra convertida en bosques gestionados extensivamente en el estado m , en ha
- $C_{Total_GEST_EXT_m}$ es la tasa de crecimiento anual de la biomasa en bosques gestionados extensivamente en el estado m , en t m.s. ha⁻¹ año⁻¹ (regeneración natural)
- k, m representan las diferentes condiciones en que se desarrollan los bosques gestionados intensiva y extensivamente
- FC es la fracción de carbono de la materia seca (por defecto 0,5), en t C (t m.s.)⁻¹

Biomasa Muerta

Para el Nivel 1 metodológicos, no se presuponen variaciones de la madera muerta ni del detritus, por tanto las emisiones netas en los cuatro INGEI son iguales a cero.

Carbono Orgánico del Suelo

El cálculo se hace de manera separada para suelos minerales y suelos orgánicos. La variación total de las reservas de carbono es igual a la suma de lo estimado en ambos tipos de suelo.

Se presenta la ecuación simplificada del Nivel 1 para suelos minerales, con la cual sólo se puede estimar las emisiones por conversión de tierras agrícolas o praderas en bosques. Esta ecuación no hace distinción entre una gestión intensiva y una extensiva de los nuevos bosques.

$$\Delta C_{TTF_{\text{Minerales}}} = [(COS_{\text{ref}} * COS_{\text{Tierra no forestal}}) * S_{\text{For}}] / T_{\text{For}}$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF_{\text{Minerales}}}$ es la variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en el año de inventario, en t C año⁻¹
- COS_{ref} es el valor de referencia de las reservas de carbono en bosques nativos no gestionados para un suelo dado, en t C ha⁻¹
- $COS_{\text{Tierra no forestal}}$ es el carbono orgánico en suelos estables durante el uso anterior de la tierra, tanto agrícola como pradera, en t C ha⁻¹
- S_{For} es la tierra forestada total obtenida de tierras agrícolas o praderas, en ha
- T_{For} es la duración de la transición de $COS_{\text{Tierra no forestal}}$ a COS_{ref} , en años

La metodología dice que en el Nivel 1, los cálculos son muy inciertos; los países en que la conversión de tierras en bosques es una categoría esencial, deberían notificarlo con arreglo al N2 o N3, lo cual aún no es factible de hacer con el tipo de datos que se tienen. Además, las variaciones de las reservas de carbono deberían notificarse anualmente durante el T_{FOR} años (por defecto 20 años). Esto quiere decir que se debe notificar este cambio en el inventario durante 20 años después de la conversión.

Debido a que la superficie de Bosque Secundario se ha estimado a partir del muestreo del área total no bosque acumulada al año 2012, no se tienen superficies espacializadas, donde se pueda reconocer el tipo de suelo y la evolución del uso de la tierra. Lo mismo sucede con las áreas de Reforestación, tomadas de la estadística forestal nacional sin estar espacializadas. Esto no permite el cálculo de emisiones del suelo ni el seguimiento anual durante el periodo de 20 años, y por tanto no han sido considerados en los inventarios.

Con relación a Suelos Orgánicos, la metodología usa el supuesto que solo se generan emisiones cuando la conversión a bosques ocurre en suelos orgánicos drenados. En ese caso, se debe usar la ecuación siguiente:

$$\Delta C_{TTF_{\text{Orgánicos}}} = S_{\text{Drenado for}} * FE_{\text{Drenaje}}$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF_{\text{Orgánicos}}}$ son las emisiones de CO₂ procedentes de suelos forestales orgánicos drenados en tierras convertidas en tierras forestales, en t C año⁻¹
- $S_{\text{Drenado for}}$ es la superficie de suelos orgánicos drenados en tierras convertidas en tierras forestales, en ha
- FE_{Drenaje} es el factor de emisión de CO₂ en suelos forestales orgánicos drenados, en t C ha⁻¹ año⁻¹

Además de los datos de superficie de tierras drenadas convertidas en bosques, se necesita información sobre la amplitud y ubicación de las actividades de drenado. De no contar con ella, se

podrá complementar con encuestas. Sin embargo, no se tiene ninguna información de suelos drenados en áreas de bosques secundarios ni plantaciones forestales. Por tanto, no se calcularon emisiones de suelos orgánicos y se asumieron igual a cero para cada año INGEI.

Otros Gases

Las emisiones por quema de biomasa que ocurre durante los incendios forestales fueron calculadas íntegramente en TTF, por tanto, en esta subcategoría equivalen a cero.

Todo el detalle de los cálculos puede verse en las Hojas de Cálculo TF-2a del Libro de Trabajo USCUS.

4.5.4.2.2. Niveles de actividad

Como ya se explicó anteriormente, las pérdidas de biomasa aérea han sido incluidas en su totalidad en la categoría TTF (aprovechamiento y leña), por lo cual en TTF, solo se cuantificará los incrementos de la biomasa viva ocurridos por el crecimiento de los bosques secundarios y las plantaciones. Para ello se necesita los siguientes datos de actividad:

Tabla 236: Fuentes de datos para TTF, para cada año INGEI

Dato	Detalle	Unidad	Fuente	Uso
Proporción de bosque secundario presente en el área de no bosque	Proporción por año, por Ecozona	%	Resultados del muestreo de 2240 puntos en el área de no bosque acumulada al 2012 (Equipo USCUS)	Estimación de área de B. Secundario para cálculo de Absorciones por incremento de la biomasa viva (de B. Secundario)
Superficie de no bosque de cada año INGEI	Área deforestada de cada año	Ha	Mapeo de pérdida de cobertura de bosques húmedos amazónicos del Perú entre los años 2000-2011 (MINAM, 2014)	
Superficie "real" reforestada al año 2011	Área definida por análisis de imágenes satelitales de alta resolución	Ha	Mapa de Cobertura Vegetal del Perú al 2011 (MINAM, preliminar)	Estimación del área reforestada para cálculo de Absorciones por incremento de la biomasa viva (de Plantaciones)
Superficie reforestada acumulada al año 2011	Estadística forestal	Ha	<i>Perú Forestal en Números</i> año 2011 (DGFFS, 2012)	
Superficie reforestada en el año 2010	Estadística forestal	Ha	<i>Perú Forestal en Números</i> año 2010 (DGFFS, 2011)	
Superficie reforestada al año 2009	Estadística forestal	Ha	<i>Perú Forestal en Números</i> año 2010 (DGFFS, 2011)	

Elaboración propia

Bosque Secundario

A diferencia del Inventario Nacional del año 2000 (realizado el 2005), ahora no se contó con un mapa nacional que ubique espacialmente los diferentes usos de la tierra. No obstante, sí se dispuso de mapas actualizados de pérdida de bosque elaborados por el MINAM, cuyos esfuerzos han estado centrados en el ámbito amazónico, que representa casi el 70%⁵⁵ de la superficie los bosques del país.

⁵⁵ El Perú de los Bosques (MINAM, 2011)

Para completar la información faltante, como la clasificación espacial del uso de la tierra y la superficie estimada de bosque secundario, se realizó 2 análisis de uso de la tierra del periodo 2000-2012 tal como se relató en el capítulo de Representación de la tierra. El primero, que es el análisis del uso de la tierra a través del muestreo de puntos, tiene que ver específicamente con bosque secundario, mientras el segundo, que es un análisis de uso de la tierra del área anual de pérdida (de cada año INGEI), se centra en los cambios de uso.

Del primer proceso se obtuvo la proporción de bosques secundarios por Ecozonas que estarían presentes en el área de no bosque de cada año. Dicha proporción fue multiplicada por el área de no bosque de cada Ecozona, de cada año, resultando en el área estimada total de Bosque Secundario que se presentó en el Cuadro 10 (Sección 3) del presente documento, y que en resumen, muestra que el área de bosque secundario asciende a 1'704,725.0 ha, 650,673.4 ha, 602,850.2 ha y 673,019.2 ha para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, respectivamente.

Plantaciones Forestales

Con respecto a la superficie reforestada, la Dirección de Estadística Forestal de la DGFFS indicó que la totalidad de esta información es obtenida del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL), el cual comenzó el año 2008 absorbiendo las funciones de PRONAMACHCS, entre otros programas estatales, por lo que continuó con la labor de llevar a cabo campañas anuales de reforestación en sierra bajo diferentes configuraciones: macizos, fajas cortavientos/linderos y dentro de sistemas agroforestales, silvoagrícolas, silvopastoril, etc.

Si bien los registros de AGRORURAL abarcan la superficie histórica reforestada, desde el trabajo de los Comités de Reforestación de los años ochenta hasta el día hoy, varios especialistas de la DGFFS mencionaron que la información existente no era confiable, dado que muchas veces las áreas fueron contabilizadas dos veces, como es el caso de plantaciones en mantenimiento o recalce. Ante este problema, AGRORURAL “sinceró” sus registros y actualmente sólo reporta las nuevas áreas efectivamente instaladas al término de la campaña.

La misma inquietud se recogió durante el segundo taller realizado el 2014, donde los expertos del sector expresaron que el área de plantaciones publicada en el anuario Perú Forestal en Números no sería realista, no obstante, no se sabe cuánta superficie de lo indicado perdura en campo, sea por baja supervivencia en campo, plagas, final del ciclo de cosecha, etc. Quedó claro entonces que es necesario hacer una “estimación” del área reforestada, para lo cual se obtuvo del taller mencionado una opinión de experto que estimaba sólo un 2% de permanencia, usado en la elaboración del INGEI 2010 anterior.

Sin embargo, en base a nueva información se ha podido calcular un área “más ajustada”. Para ello, se consideraron cuatro parámetros: i) la superficie reforestada en el año del INGEI, ii) la superficie reforestada acumulada hasta un año antes del INGEI (p. ej. para el INGEI 2000, se buscó el área reforestada acumulada al 1999), iii) la superficie de plantaciones al 2011⁵⁶ calculadas por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, durante la actualización del Mapa de Cobertura Vegetal al año 2011, a través del análisis de imágenes RapidEye (de alta resolución), y por último iv) La superficie reforestada acumulada al 2011 de la estadística forestal.

El procedimiento fue sencillo, se calculó un factor de “ajuste” dividiendo los valores de superficie “real” y “estadística” de reforestación al 2011, que representarían el área de plantación que efectivamente

⁵⁶ Información no publicada, compartida por miembros de la dirección mencionada a través de correos electrónicos del 23 de abril y 18 de mayo del 2015.

permanece en campo. Luego, esta proporción se multiplicó a la superficie acumulada hasta un año antes del año INGEI (p.ej. superficie acumulada según la estadística hasta 1999 en el caso del INGEI 2000), sumándose el resultado al área reforestada durante el año INGEI. Así, las áreas de plantación forestal estimadas para los años 2000, 2005, 2010 y 2012 serían igual a 94,739.4 ha, 79,429.9 ha, 109,872.5 ha y 101,265.0 ha, respectivamente.

Es necesario indicar que muchas superficies reforestadas en diversos contextos: empresas privadas, empresas mineras y otros, no son registrados. Por tanto, la superficie real de plantaciones en el país es desconocida.

4.5.4.2.3. Variables y constantes

La elección de factores de emisión para el cálculo de incremento de biomasa depende de las ecuaciones usadas, que a su vez dependen de la información disponible.

Para el cálculo de incrementos, se pueden usar los valores de *incremento medio anual de la biomasa sobre el suelo* por defecto que la GBP 2003 presenta para cada tipo de bosque, cuando se trata de regeneración natural, y por especie, en el caso de las plantaciones. Como los bosques secundarios están clasificados por Ecozonas, se superpusieron los mapas de Bosques IPCC y de Ecozonas para encontrar equivalencias entre ambos, y así poder usar los valores por defecto. Los resultados del procedimiento mencionado pueden verse en la siguiente tabla:

Tabla 237: Equivalencia entre Ecozonas y tipos de bosque IPCC para el uso de IMA en Bosques Secundarios

Ecozona Bosque IPCC	Selva Alta de Difícil Acceso (SADA)		Selva Alta Transitable (SAT)		Selva baja (SB)		Ucamará (U)	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bosque húmedo de montaña	10,607,625.5	95.3	9,203,745.5	84.3	20,395.3	0.0	-	-
Bosque muy húmedo	521,580.3	4.7	1,700,277.4	15.6	46,804,827.0	100.0	8,521,944.1	100.0
Bosque seco	-	-	208.8	0.0	-	-	-	-
Bosque seco de montaña	5,397.7	0.0	9,879.6	0.1	-	-	-	-
Total	11,134,603.5	100.0	10,914,111.3	100.0	46,825,222.3	100.0	8,521,944.1	100.0

Elaboración Propia

*No se han considerado las áreas de No Bosque que figuran entre los límites de las Ecozonas, por recomendación de la experta IPCC. No obstante, son áreas pequeñas que en todos los casos no sobrepasan el 3% del área total de cada Ecozona.

Como se observa, hay una correspondencia muy grande entre clases IPCC y Ecozonas. Se ha trabajado entonces con valores de Bosque Húmedo de Montaña para las Ecozonas SADA y SAT, y de Bosque Muy Húmedo para SB y U.

En el caso de plantaciones se utilizó el valor para EUCALIPTO en bosque MONTANO HÚMEDO de AMÉRICA, porque esta es la especie más usada en los programas de reforestación de AGRORURAL, que sólo se llevan a cabo en sierra, según comunicación oral de especialistas de la DGFFS.

Tabla 238: Factores de Emisión para el cálculo de incremento de biomasa en TTF

Factor	Valor	Unidad	Fuente
Incremento anual de la biomasa aérea para Bosque Húmedo de montaña (<20 años)	5.0	t m.s. /ha/año	Cuadro 3A.1.5 para América, GBP 2003
Incremento anual de la biomasa aérea para Bosque muy Húmedo (<20 años)	10.0	t m.s. /ha/año	Cuadro 3A.1.5 para América, GBP 2003
Incremento anual de la biomasa aérea	13.0	t m.s.	Cuadro 3A.1.6, GBP

Factor	Valor	Unidad	Fuente
para Plantaciones		/ha/año	2003- Eucalipto
Relación raíz/vástago de Bosque Secundario Tropical/ Subtropical	0.42	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8, GBP 2003
Relación raíz/vástago de Bosque/ Plantaciones de Coníferas	0.32	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8, GBP 2003
Fracción de carbono de materia seca	0.5	t C/ t m.s.	Valor por defecto, GBP 2003

Elaboración propia

Supuestos

- Se asume que los bosques secundarios están bajo un manejo extensivo (regeneración natural), mientras que las plantaciones son bosques bajo manejo intensivo. En ninguno de los casos se ha contabilizado las pérdidas por madera, leña y carbón, por no contar con esa información en bosques secundarios (todo en TFTF).
- Solo se calcularon incrementos de carbono porque las pérdidas (por madera, leña e incendios) ya fueron considerados en su integridad en TFTF.
- El nivel metodológico 1, se presupone que no hay variaciones en la madera muerta y detritus, por tanto no han sido calculadas. Asimismo, con relación a carbono en el suelo no se conoce el uso inicial de la tierra, tampoco la ubicación de los nuevos bosques (por ende, el tipo de suelo sobre el que crecen). Para suelos orgánicos, se necesita información de áreas drenadas, que no están disponibles. Por ello y por falta de información no se ha considerado en el cálculo.

4.5.5. Tierras agrícolas

Las Tierras Agrícolas comprenden todas las tierras de cultivo y labranza, y los sistemas agroforestales, donde la estructura de la vegetación está por debajo de los valores umbrales que definen las tierras forestales.

De acuerdo a la definición existe la necesidad de hacer diferenciación entre bosques secundarios y barbecho. Esto es una tarea pendiente, así como tratar de realizar la diferenciación de bosques secundarios y tierras agroforestales y cultivos perennes de selva como café y cacao.

4.5.5.1. Tierras convertidas en tierras forestales

Esta categoría de la tierra está compuesta por todos los cultivos anuales y perennes. También incluye las tierras de barbecho (tierras dejadas a descanso por 1 o más años), a menos que hayan sido catalogadas como Tierras Forestales.

4.5.5.1.1. Elección del nivel de cálculo

La ecuación general de variación de carbono en tierras agrícolas sólo considera los depósitos de biomasa viva y suelos. Esta es:

$$\Delta C_{TATA} = \Delta C_{TATABV} - \Delta C_{TATA_{suelos}}$$

Donde:

- ΔC_{TATA} es la variación anual de las reservas de carbono en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas, en t C año⁻¹
- ΔC_{TATABV} es la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva, en t C año⁻¹
- $\Delta C_{TATA_{suelos}}$ es la variación anual de las reservas de carbono en el suelo, en t C año⁻¹

Biomasa Viva

La GBP 2003 no presenta una ecuación específica para este reservorio, sin embargo, se puede construir una en base al ejemplo de cálculo mostrado, la cual sería:

$$\Delta C_{TATA_{BV}} = S_{instalada} * TasaAcum_{BV} - S_{perdida} * C_{biomasa\ aérea}$$

Donde:

- $S_{instalada}$ es el área de cultivos perennes instalados en el año INGEI, en ha
- $S_{perdida}$ es el área de cultivos perennes eliminados en el año INGEI, en ha
- $TasaAcum_{BV}$ es la tasa de crecimiento anual de los cultivos perennes, en t C ha⁻¹ año⁻¹
- $C_{biomasa\ aérea}$ es el stock de carbono de los cultivos perennes en el año de eliminación, en t C ha⁻¹

De acuerdo a lo indicado en la GBP en el ítem 3.3.1.1.1., las estimaciones de la variación del carbono almacenado son aplicables solo a la biomasa sobre el suelo, dado que los datos disponibles sobre la biomasa bajo el suelo son limitados.

Vale recalcar que no se ha tomado en cuenta los cultivos anuales, porque al ser cosechados permanentemente, no hay acumulación de carbono en la biomasa aérea a largo plazo.

Carbono Orgánico del Suelo

Las reservas de carbono del suelo podrían ser significativas, y dependen de las variaciones en la mayoría de las prácticas de gestión, a tipos y rotación de cultivos, drenaje, labranza, gestión de residuos y correcciones orgánicas. A falta de información sobre estos parámetros, se asume que las prácticas agrícolas de los cultivos perennes no varían, por tanto el carbono orgánico del suelo se mantiene constante y las variaciones serían iguales a cero.

Emisiones de GEI diferentes al CO2

Las emisiones de óxido nitroso procedentes de la aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos, de la quema de biomasa en y fuera del lugar, y del cultivo de suelos orgánicos; así como las emisiones de metano procedentes de arrozales, son abordadas en el Sector Agricultura, para el cual las Directrices IPCC 1996 y la GBP 2000 proveen metodologías de estimación. Así, no habría emisiones de otros GEI en esta subcategoría de la tierra, en el sector USCUS.

Todo el detalle de los cálculos puede verse en las Hojas de Cálculo TA-1a del Libro de Trabajo USCUS.

4.5.5.1.2. Niveles de actividad

El dato de actividad necesario es la superficie instalada y perdida cultivos perennes. En los INGEI desarrollados se consideraron los siguientes cultivos:

- Agroindustriales: Achiote, Cacao, Café, Olivo. Palma Aceitera
- Frutales: Cocotero, Limón, Limón Dulce, Mandarina, Mango, Manzano, Naranja, Palto, Papaya, Pecano, vid, papaya, Piña, Plátano.
- Otros: Té

Tabla 239: Resumen de datos de actividad necesarios para TATA, válidos para cada año INGEI

Dato	Detalle	Unidad	Fuente	Uso
Superficie instalada de los cultivos perennes en los años INGEI (2000, 2005, 2010 y 2012)	Las especies elegidas son las mismas todos los años. Superficie sembrada y Superficie en Producción	Ha	Estadísticas agrarias (MINAG)	Absorciones / emisiones por crecimiento / cosecha de materia viva
Superficie instalada de los cultivos perennes en los años previo al INGEI (1999, 2004, 2009 y 2011)	Para estimar la <i>Superficie Perdida</i>	Ha	Estadísticas agrarias (MINAG)	Absorciones / emisiones por crecimiento / cosecha de materia viva

Elaboración Propia

La *Superficie Instalada* incluye a las áreas en producción y las recientemente plantadas.

Por su parte, la *Superficie Perdida* disponible en la estadística sólo registra las áreas afectadas por eventos climáticos extremos, como las heladas, y no incluyen las áreas bajo renovación de cultivo, cambio de cultivo u otras pérdidas. Por ello es que eligió estimar el área perdida del año INGEI, tomando como referencia el área instalada de un año anterior a los años INGEI, es decir, de los años 1999, 2004, 2009 y 2011, y asumiendo que un octavo de dicha área se pierde por año. Este supuesto se basa en el ciclo de recolección/madurez por defecto del IPCC, que dura 8 años.

Así, las áreas instaladas y perdidas de cada año INGEI serían:

Tabla 240: Superficies totales instaladas y perdidas de cultivos perennes

Dato de Actividad	2000	2005	2010	2012
Superficie Instalada (ha)	740,316.3	781,506.0	972,098.5	1,101,281.0
Superficie Perdida (ha)	87,835.0	95,667.9	114,067.3	126,768.8

Fuente: Estadísticas Agrarias (MINAGRI). Elaboración Propia

4.5.5.1.3. Variables y constantes

Los factores de emisión/absorción consisten en la acumulación de biomasa (C) y las tasas de pérdida (P) obtenidas de sistemas agroforestales, tomando en cuenta los ciclos de recolección, la asociación de especies, las labores culturales y la región climática entre otros factores. Para los inventarios desarrollados, se han tomado los valores por defecto para todos los cultivos por igual.

Tabla 241: Factores de emisión para calcular variación de carbono en la biomasa aérea en TATA

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Tasa de acumulación de biomasa (C)	2.6	t C/ha/ año	Cuadro 3.3.2 para región climática Tropical – Húmeda, GBP 2003
Reserva de carbono en la biomasa sobre el suelo en la recolección	21	t C/ha	Cuadro 3.3.2 para región climática Tropical – Húmeda, GBP 2003.
Ciclo de recolección/ madurez	8	años	Cuadro 3.3.2 para región climática Tropical – Húmeda, GBP 2003.

Elaboración Propia

Supuestos

- Variación de Carbono de Biomasa Viva. Sólo se aplica a cultivos perennes porque se supone no hay incremento a largo plazo en cultivos anuales.
- Se asumió que el área de cultivos anuales perdida por año equivale a un octavo del área instalada de un año anterior al año del inventario, considerando que 8 años dura el ciclo de recolección (por defecto).

4.5.5.2. Tierras convertidas en tierras forestales

Esta categoría de la tierra está compuesta por todos los cultivos anuales y perennes. También incluye las tierras de barbecho (tierras dejadas a descanso por 1 o más años), a menos que hayan sido catalogadas como Tierras Forestales.

4.5.6. Praderas

Las Praderas comprenden los pastizales y tierras de pastoreo que no se hayan considerado como tierras agrícolas. Se consideran también las áreas con vegetación que, sin intervención humana, no se espera sobrepase los umbrales que definen al bosque. Asimismo, incluyen todas las praderas, desde las áreas incultas hasta las zonas recreativas, y los sistemas agrícolas y de silvopastoreo, subdivididos en gestionados y no gestionados.

4.5.6.1. Praderas que siguen siendo praderas

Las praderas permanentes son influidas por las actividades humanas y las alteraciones naturales, sobre todo por la recolección de la biomasa boscosa, la degradación de pastizales, el pastoreo, los incendios, la gestión de pastos, entre otros.

En las praderas suele predominar la vegetación perenne, utilizada principalmente para pastar, y se diferencian de los bosques porque de tener dosel arbóreo, este no sobrepasa los límites de altura, superficie y/o cubierta que caracteriza a los bosques.

La superficie de pastos naturales en el Perú fue de 18'468,25578 ha en 1999, según el Mapa de Pastos Altoandinos (INRENA, 1999). Una información más actualizada contenida en el Mapa de Cobertura Vegetal (MINAM, 2012), establece que al año 2009 existieron 18'246,926.0 hectáreas de Pajonales Altoandinos y 225,860.0 hectáreas de Páramos. Por su lado, el Censo Agropecuario 2012 indica que existen 18'018,794.6 hectáreas. En la siguiente tabla se puede ver esta superficie distribuida por departamento, de acuerdo a lo determinado por el Censo Agropecuario 2012.

Tabla 242: Superficies de Pastos Naturales Altoandinos por Departamento

Departamento	Total de Pastos Naturales (ha)
Amazonas	195 843.41
Ancash	769 451.07
Apurímac	839 279.04
Arequipa	1 512 062.86
Ayacucho	1 608 354.10
Cajamarca	529 465.90
Cusco	1 647 508.70
Huancavelica	978 825.05
Huánuco	511 456.58
Ica	302 390.30
Junín	1 104 300.05
La Libertad	397 731.77

Departamento	Total de Pastos Naturales (ha)
Lambayeque	52 746.30
Lima	1 209 505.50
Loreto	173 081.74
Madre de Dios	30 133.54
Moquegua	427 716.36
Pasco	454 230.10
Piura	1 209 554.26
Puno	3 501 506.56
San Martín	87 099.70
Tacna	421 915.55
Tumbes	220.19
Ucayali	54 415.98
TOTAL NACIONAL	18 018 794.61

Fuente: INEI, 2012

Con respecto a la sub-categoría Praderas que siguen siendo Praderas (PP), las GBP 2003 menciona la necesidad de estimar las emisiones/absorciones que puedan ocurrir por cambios de manejo de las pasturas, como por ejemplo: cambios en el régimen de incendios, de pastoreo, mejora de pastos, cosecha de biomasa, degradación, etc. En Nivel 1 la metodología determina que en praderas con prácticas de gestión estáticas, los contenidos de carbono son aproximadamente estacionarios; mientras que en praderas con cambio de gestión sí podrían darse cambios significativos en el stock de carbono. A pesar de ello, no se dispone de factores que permitan su cálculo. Usar niveles más específicos requiere mejor calidad y periodicidad de datos de actividad, con los que tampoco se cuenta. En conclusión, en esta subcategoría se asume que las variaciones del carbono son iguales a cero (en Nivel 1).

4.5.6.2. Tierras convertidas en praderas

Mayormente dado por conversión de tierras forestales y tierras agrícolas a praderas. Esto puede conllevar a emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero.

Los pastos, o la conversión de Tierras Forestales a Pastos es otra de las causas principales de deforestación de los bosques en la Amazonía, ya sea para validar y asegurar la posesión de un terreno, como para el desarrollo de actividades económicas (crianza de animales mayores). Ya en el año 2000, los pastos representaban el 16% de las tierras deforestadas (INRENA, 2005); y al año 2010, la proporción es igual a 10.5% del área deforestada en el periodo 2000-2010, según en el análisis hecho para este inventario.

La conversión también se da desde Tierras Agrícolas a pastos, por el agotamiento de nutrientes y degradación debido a la erosión del suelo y práctica de técnicas inadecuadas, luego de algunos años de cultivo. En la Memoria Descriptiva del Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana- 2000 se menciona que en las zonas degradadas, principalmente en terrenos de fuerte pendiente y suelos

superficiales, crecen especies invasoras de porte herbáceo de baja calidad y palatabilidad, que casi no sustentan actividad pecuaria. El cambio de TAP no está siendo contabilizado por falta de información.

4.5.6.2.1. Elección del nivel de cálculo

El procedimiento es similar al aplicado en Tierras Convertidas en Tierras Agrícolas. La ecuación general contempla los siguientes parámetros:

$$\Delta C_{TP} = \Delta C_{TP_{BV}} - \Delta C_{TP_{suelos}}$$

Dónde:

- ΔC_{TP} es la variación total de las reservas de carbono en tierras convertidas en praderas, en t C año⁻¹
- $\Delta C_{TP_{BV}}$ es la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en praderas, en t C año⁻¹
- $\Delta C_{TP_{suelos}}$ es la variación de las reservas de carbono en el suelo en tierras convertidas en praderas, en t C año⁻¹

A este total también se le agrega las emisiones de otros GEI por quema de biomasa.

Biomasa Viva

$$\Delta C_{TP_{BV}} = S_{Conversión} * (T_{Conversión} + \Delta C_{Crecimiento})$$

$$T_{Conversión} = (C_{Después} - C_{Antes})$$

Dónde:

- $S_{Conversión}$ es la superficie anual de tierras convertidas en praderas, en ha año⁻¹
- $T_{Conversión}$, $\Delta C_{Crecimiento}$, $C_{Después}$ y C_{Antes} son los factores de emisión relacionados a los stocks de carbono antes, inmediatamente después y un año después de la conversión, en t C ha⁻¹

Esta ecuación es la metodología del Nivel 1. Usa el supuesto que toda la biomasa se pierde, tanto dentro como fuera del lugar.

Carbono Orgánico del Suelo

La ecuación general, así como las ecuaciones respectivas para suelos orgánicos y suelos minerales, el procedimiento del cálculo son lo mismo que lo presentado en TFTA. Lo que varía son los factores de emisión (Factor de Uso de la Tierra, Factor de Aporte y Factor de Gestión), que para TFP, los valores seleccionados por ser más apropiados se pueden ver en la tabla 247.

Emisiones de GEI diferentes al CO2

De igual manera, el procedimiento es el mismo que el seguido en TFTA y TFTF. Las ecuaciones y el procedimiento ya han sido presentados en esta última subcategoría.

Las áreas quemadas son las mismas que las áreas de cambio.

4.5.6.2.2. Niveles de actividad

Al igual que en los demás casos de conversión de tierras, sólo se analizará el ámbito Amazónico, dado que no se ha podido determinar cuantitativamente los usos posteriores a la deforestación en Costa y Sierra.

Como ya se describió en secciones anteriores, se evaluaron los usos de la tierra en el área de pérdida anual de los años 2000, 2005, 2010 y 2012 para poder determinar el área de cambio, en este caso de Bosque a Praderas.

Tabla 243: Resumen de datos de actividad necesarios para TFP, válidos para cada Año INGEI

Dato	Detalle	Unidad	Fuente	Uso
Superficie de Bosque (Primario) Amazónico que se convierte a Praderas, por Ecozona	Estimado por interpretación visual del cambio anual respectivo de los años 2000, 2005, 2010 y 2012	Ha	Análisis de cambio de uso de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Cambio anual de stock de carbono en la biomasa viva
Superficie de suelos minerales tipo AAA bajo cambio TFP	Cruce de Mapa de Suelos con áreas de CUS	Ha	Mapa de Suelos del Perú, MINAG 1996; Análisis CUS de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Cambio anual de stock de carbono en Suelos Minerales
Superficie de suelos minerales tipo ABA bajo cambio TFP	Cruce de Mapa de Suelos con áreas de CUS	Ha	Mapa de Suelos del Perú, MINAG 1996; Análisis CUS de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Cambio anual de stock de carbono en Suelos Minerales
Superficie de Suelos Orgánicos bajo cambio TFP	Cruce de Mapa de Suelos con áreas de CUS	Ha	Mapa de Suelos del Perú, MINAG 1996; Análisis CUS de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Cambio anual de stock de carbono en Suelos Orgánicos
Superficie quemada por cambio TFP (Bosque Primario)	Supuesto que toda el área de cambio es quemada durante deforestación	Ha	Análisis de cambio de uso de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Emisiones de otros gases

Elaboración Propia

En la siguiente tabla se pueden ver las áreas convertidas por Ecozona, resultantes del análisis CUS.

Tabla 244: Tierra Forestal convertida anualmente en Praderas, por Año INGEI

Ecozona	Cambio TFP (ha)			
	2000	2005	2010	2012
Selva Alta de Dificil Acceso	-	2.68	255.62	564.07
Selva Alta Transitable	10.80	27.20	1,376.40	3,391.98
Selva Baja	2,911.05	2,525.40	13,771.01	11,096.89
Ucamará	-	-	-	6.93
TOTAL	2,921.85	2,555.28	15,403.03	15,059.88

Elaboración Propia

Como en TFTA, estas mismas áreas han sido utilizadas para la estimación de emisión de GEI diferentes al CO₂, asumiendo que se quema la vegetación durante la deforestación (cambio de uso).

Con respecto a suelos, también se siguió el mismo método para obtener las superficies de cambio TFP clasificadas por tipo de suelo. El resultado fue el siguiente.

Tabla 245: Área anual de TFP, por Tipo de Suelo, por Año INGEI

TFP	Superficie de Cambio (ha)			
	2000	2005	2010	2012
Mineral Tipo AAA	97.83	2,554.9	9,300.33	7,953.72
Mineral Tipo ABA	2,823.28	-	6,094.99	7,092.83
Suelos Orgánicos	-	-	-	5.58
Total	2,921.11	2,554.93	15,395.32	15,052.13

Elaboración Propia

Las pequeñas diferencias vistas entre los totales de los anteriores se deben a que los bodes del Mapa de Suelos del Perú (MINAG 1996) no calzan exactamente con los límites de los Mapas de Ecozonas y de CUS. Esto mismo sucede en TFTA, pero al ser la diferencia mínima en relación a los totales, se ha trabajado tal como está.

4.5.6.2.3. Variables y constantes

Tabla 246: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de Biomasa Viva por conversión TFP

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente después de la conversión ($C_{\text{después}}$)	0	t C/ha	Valor por defecto, GBP 2003 (Pág. 3.131)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Alta Difícil	98.06	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Alta Transitable	84.54	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Baja	116.74	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Ucamará	70.26	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento en P ($\Delta C_{\text{crecimiento}}$)	8.05	t C/ha	Cuadro 3.4.9 para Tropical-Húmeda/Muy Húmeda, GBP 2003
Relación Raíz/Vástago de Bosque Primario	0.24	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8 para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003
Relación Raíz/Vástago de Bosque Secundario	0.42	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8 para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003

Elaboración Propia

El valor original de $\Delta C_{\text{crecimiento}}$ está dado en t m.s./ha, y equivale a 16.1. Como el cálculo pide el valor en t C/ha, se hizo la conversión multiplicándolo por la Fracción de Carbono igual a 0.5.

Con respecto a suelos, los factores de emisión utilizados son:

Tabla 247: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de suelos por conversión TFP

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Stock de Carbono de referencia en Suelos Minerales tipo AAA (SOC_{ref})	65.0	t C/ha	Cuadro 3.4.4 para región Tropical, húmeda, GBP 2003
Stock de Carbono de referencia en Suelos Minerales tipo ABA (SOC_{ref})	47.0	t C/ha	Cuadro 4.4.4 para región Tropical, húmeda, GBP 2003
Factor de Uso de la Tierra (F_{UT}) en año inicial	1.0	Sin dimensión	Valor por defecto para uso inicial de bosque, GBP 2003(Pág. 3.137)
Factor de Uso de la Tierra (F_{UT}) en año inventario	1.0	Sin dimensión	Cuadro 3.4.5 para Todos, GBP 2003 (Pág. 3.127)

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Factor de Gestión (F_{RG}) en año inicial	1.0	Sin dimensión	Valor por defecto para uso inicial de bosque, GBP 2003(Pág. 3.127)
Factor de Gestión (F_{RG}) en año inventario	0.97	Sin dimensión	Cuadro 3.4.5 para Pradera Moderadamente Degradada - Tropical, GBP 2003 (Pág. 3.127)
Factor de Aporte (F_E) en año inicial	1.0	Sin dimensión	Valor por defecto para uso inicial de bosque, GBP 2003(Pág. 3.127)
Factor de Aporte (F_E) en año inventario	1.0	Sin dimensión	Cuadro 3.4.5 para Aporte Nominal - Todos, GBP 2003 (Pág. 3.127)
Factor de Emisión de Suelos Orgánicos	5.0	t C /ha /año	Cuadro 3.4.6 para Tropical/Subtropical, GBP 2003(Pág. 3.127)

Elaboración Propia

Los factores de Aporte y Gestión se eligieron en base a opinión de experto⁵⁷, que indicó que no se utilizan aportes de materia orgánica adicionales, y que el estado de los pastos es degradado/sobrepastoreado. Al igual que en TFTA, el $COS_{(0-T)}$ es igual a COS_{REF} , lo que significa que los factores de gestión, uso y aporte son iguales a 1, cuando el uso inicial es bosque.

Para la estimación de las emisiones de los GEI distintos al CO_2 por quema de biomasa se usa los siguientes factores de emisión:

Tabla 248: Factores de emisión para calcular emisiones de otros gases conversión TFP

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Masa combustible disponible en Selva Alta de Difícil Acceso	200,110.0	Kg m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Masa combustible disponible en Selva Alta Transitable	172,530.0	Kg m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Masa combustible disponible en Selva Baja	238,240.0	Kg m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Masa combustible disponible en Ucamará	143,390.0	Kg m.s./ha	Existencias de Carbono para el Reservorio de Biomasa Aérea Arbórea. MINAM 2014
Factor de emisión de CO	130.0	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Factor de emisión de CH_4	9.0	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Factor de emisión de N_2O	0.11	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Factor de emisión de NO_x	0.7	g/Kg m.s. quemada	Cuadro 3A.1.16, para Incendios Forestales, GBP 2003 (Pág. 3.196)
Fracción de biomasa quemada	0.5	Sin dimensión	Valor por defecto, GBP 2003 (Pág. 3.52 y 3.95)

Elaboración Propia

Sólo se considera la biomasa aérea porque se presume que el fuego no afecta a las raíces.

Supuestos

- Solo se ha considerado el cambio de uso de Bosque primario a pastos, únicamente para el ámbito amazónico.

⁵⁷ Opinión del experto en suelos Ing. Miguel Remigio

- b) Se asumió que toda la conversión ocurrida en Bosque Secundario pasa a Tierras Agrícolas, por tanto no hay una estimación al respecto en esta subcategoría.
- c) Se asumió que toda el área de cambio TFP es quemada durante la deforestación.

4.5.7. Asentamientos

Abarcan las tierras con todo tipo de infraestructura antrópica, desde ciudades, pueblos, hasta carreteras.

4.5.7.1. Tierras convertidas en asentamientos

En los INGEI corresponden a Tierras Forestales convertidas en Asentamientos (tierra con infraestructura). Esto puede conllevar a emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero.

4.5.7.1.1. Elección del nivel de cálculo

Para TFA, la GBP 2003 sólo provee lineamientos para la estimación de emisiones del depósito de biomasa viva.

$$\Delta C_{TFA_{BV}} = S * (C_{Después} - C_{Antes})$$

Dónde:

- $\Delta C_{TFA_{BV}}$ es la variación anual de las existencias de carbono en la biomasa viva por efecto de la conversión de TF a Asentamientos, en $t\ C\ año^{-1}$
- S es la superficie de cambio TFA, en $ha\ año^{-1}$
- C_{Antes} y $C_{Después}$ son los stocks de carbono antes y después de la conversión, en $t\ C\ ha^{-1}$

No se han estimado las emisiones del suelo porque la GBP 2003 no tiene metodologías disponibles para dicho cálculo en esta categoría.

4.5.7.1.2. Niveles de actividad

Sólo se ha analizado la conversión en el ámbito Amazónico, dado que no se ha podido determinar cuantitativamente los usos posteriores a la deforestación en Costa y Sierra.

Como en las otras categorías, las superficies correspondientes a TFA provienen del análisis de cambio de uso de la tierra de las áreas de pérdida anual. Se presentan a continuación los datos de actividad necesarios.

Tabla 249: Resumen de datos de actividad necesarios para TFA, válidos para cada Año INGEI

Dato	Detalle	Unidad	Fuente	Uso
Superficie de Bosque (Primario) Amazónico que se convierte a Asentamientos, por Ecozona	Estimado por interpretación visual del cambio anual respectivo de los años 2000, 2005, 2010 y 2012	Ha	Análisis de cambio de uso de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Cambio anual de stock de carbono en la biomasa viva

En comparación con las categorías anteriores, aquí sólo se han estimado las variaciones de la biomasa viva, por lo cual no hay datos de actividad relacionados a suelos u otros GEI. Los cambios TFA son relativamente pequeños en comparación con otros cambios de uso, pero es importante incluirlo en el inventario para que este sea completo. Las áreas de cambio encontradas fueron:

Tabla 250: Tierra Forestal convertida anualmente en Asentamientos, por Año INGEI

Ecozona	Cambio TFA (ha)			
	2000	2005	2010	2012
Selva Alta de Difícil Acceso	-	1.35	17.46	40.59
Selva Alta Transitable	-	0.18	0.54	0.72
Selva Baja	28.08	44.73	300.42	1,039.59
Ucamará	1.35	0.45	12.78	41.49
TOTAL	29.43	46.71	331.20	1,122.39

Elaboración Propia

4.5.7.1.3. Variables y constantes

Se han usado los stocks de carbono presentes en la vegetación inicial (bosque) por Ecozona, considerando tanto biomasa aérea como biomasa radicular (aplicando la relación raíz/vástago).

Tabla 251: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de Biomasa Viva por conversión TFA

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente después de la conversión ($C_{\text{después}}$)	0	t C/ha	Valor por defecto, GBP 2003 (Pág. 3.131)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Alta Difícil	98.06	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Alta Transitable	84.54	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Baja	116.74	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Ucamará	70.26	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Relación Raíz/Vástago de Bosque Primario	0.24	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8 para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003
Relación Raíz/Vástago de Bosque Secundario	0.42	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8 para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003

Elaboración Propia

Se asume que en los Asentamientos no hay biomasa, por tanto el stock de carbono final es igual a cero.

Supuestos

Se asume que luego de la conversión no hay biomasa restante en el nuevo uso. Además se considera que toda la biomasa se pierde inmediatamente a la atmósfera.

4.5.8. Otras tierras

Abarcan las tierras sin vegetación, suelo desnudo, roca, hielo y todas las superficies que no están incluidas en las categorías precedentes

4.5.8.1. Tierras convertidas en otras tierras

En los INGEI corresponden a Tierras Forestales convertidas en tierras sin vegetación, incluidas las áreas mineras. Esto genera a emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero.

4.5.8.1.1. Elección del nivel de cálculo

La categoría TFOT incluye las emisiones de la biomasa viva como del suelo. No obstante en los INGEI sólo se ha analizado el depósito de biomasa viva. La ecuación correspondiente es:

$$\Delta C_{TOTABV} = S_{Conversión} * (B_{Después} - B_{Antes}) * FC$$

Dónde:

- ΔC_{TFABV} es la variación anual de las existencias de carbono en la biomasa viva por efecto de la conversión de TF a Otras Tierras, en t C año⁻¹
- $S_{Conversión}$ es la superficie de cambio TFOT, en ha año⁻¹
- B_{Antes} y $B_{Después}$ son la cantidad de biomasa viva antes y después de la conversión, en t m.s. ha⁻¹
- FC es la fracción de carbono de la materia seca, en t C (t m.s.)⁻¹

El cálculo es el mismo que en TFA, con la diferencia que aquí se trabaja con stocks de biomasa y no de carbono. El cálculo se hizo por Ecozona.

4.5.8.1.2. Niveles de actividad

Como en las otras categorías, las superficies correspondientes a TFOT provienen del análisis de cambio de uso de la tierra de las áreas de pérdida anual. Se presentan a continuación los datos de actividad necesarios.

Tabla 252: Resumen de datos de actividad necesarios para TFOT, válidos para cada Año INGEI

Dato	Detalle	Unidad	Fuente	Uso
Superficie de Bosque (Primario) Amazónico que se convierte a Otras Tierras, por Ecozona	Estimado por interpretación visual del cambio anual respectivo de los años 2000, 2005, 2010 y 2012	Ha	Análisis de cambio de uso de las áreas de pérdida anual del Mapa Bosque/No Bosque 2000-2013 del MINAM (Equipo USCUS)	Cambio anual de stock de carbono en la biomasa viva

Aquí tampoco se han considerado datos de actividad de suelos ni otros gases. También es necesario estimar los cambios TFOT para que los inventarios cumplan con el criterio de exhaustividad.

Las áreas de cambio encontradas fueron:

Tabla 253: Tierra Forestal convertida anualmente en Otras Tierras, por Año INGEI

Ecozona	Cambio TFOT (ha)			
	2000	2005	2010	2012
Selva Alta de Difícil Acceso	13.83	23.85	35.60	25.79
Selva Alta Transitable	3.42	86.49	146.70	31.54
Selva Baja	134.13	302.31	4,028.35	2,256.84
Ucamará	8.64	0.63	6.57	5.58
TOTAL	160.02	413.28	4,217.22	2,319.75

Elaboración Propia

4.5.8.1.3. Variables y constantes

Son los mismos factores, para el cálculo de variación de carbono de la biomasa viva, que los usados en las categorías anteriores.

Tabla 254: Factores de emisión para calcular pérdidas de carbono de Biomasa Viva por conversión TFA

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente después de la conversión ($C_{\text{después}}$)	0	t C/ha	Valor por defecto, GBP 2003 (Pág. 3.131)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Alta Dificil	98.06	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Alta Transitable	84.54	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Selva Baja	116.74	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Stock de carbono en biomasa presente inmediatamente antes de la conversión (C_{antes}) en Ucamará	70.26	t C/ha	Existencias de Carbono para el Reservoirio de Biomasa Aérea Arbórea (MINAM, preliminar)
Relación Raíz/Vástago de Bosque Primario	0.24	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8 para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003
Relación Raíz/Vástago de Bosque Secundario	0.42	Sin dimensión	Cuadro 3A.1.8 para B. Tropical/Subtropical, GBP 2003

Elaboración Propia

Asimismo, se asume que en esta categoría no hay biomasa, por tanto el stock de carbono final es igual a cero.

Supuestos

Se asume que luego de la conversión no hay biomasa restante en el nuevo uso. Además se considera que toda la biomasa se pierde inmediatamente a la atmósfera.

4.6. Desechos

Las emisiones provenientes del sector desechos se generan por la descomposición de los residuos han sido estimadas aplicando las GL 1996 y OBP 2000.

Las fuentes de emisión consideradas en este sector son:

Codificación				Descripción	Categorización INGEI
6				Desechos	Sector
	6A			Disposición de residuos sólidos	Categoría
		6A1		Residuos sólidos ^{*1}	Sub categoría
	6B			Tratamiento de aguas residuales	Categoría
		6B1		Efluentes industriales	Sub categoría
		6B2		Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Sub categoría
			6B2a	Aguas residuales domésticas	Fuente
			6B2b	Excretas humanas ^{*2}	Fuente

Fuente: Elaboración propia

^{*1} La clasificación GL1996 incluye: Sitios manejados, no manejados y otros. En esta subcategoría se incluyen todos los sitios de disposición

^{*2} Excretas humanas forma parte de Aguas residuales domésticas, sin embargo, puesto que el nivel de actividad y las fórmulas de cálculo se manejan por separado, se ha considerado esta como una fuente.

4.6.1. Residuos sólidos

En esta fuente se contabilizan las emisiones de metano procedentes de la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos dispuestos en sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS). La metodología a seguir para realizar la estimación de emisiones se detalla a continuación.

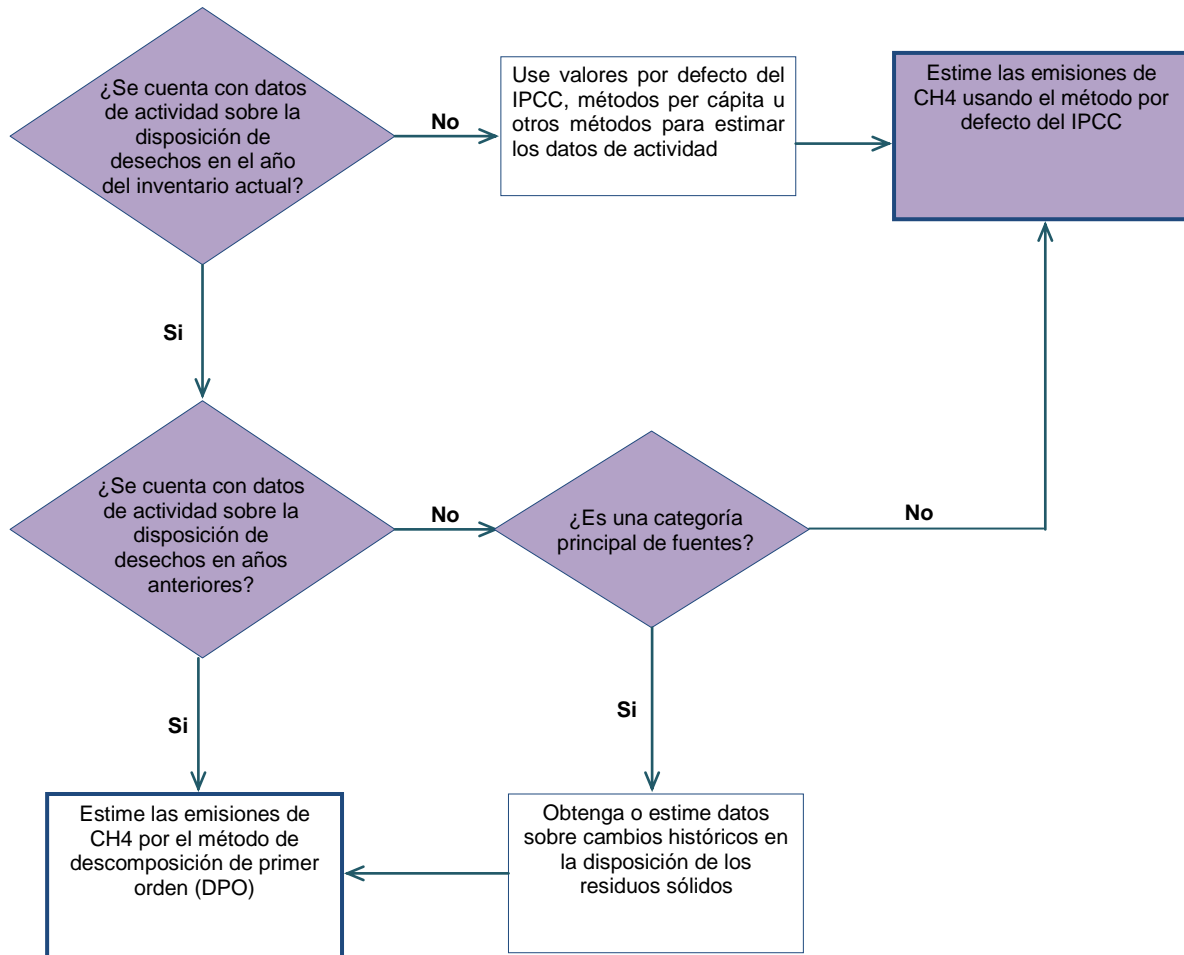
Existen dos métodos de cálculo para esta fuente, el método por defecto (nivel 1) y el método de descomposición de primer orden (DPO) (nivel 2). La principal diferencia entre ambos métodos es que el método DPO da lugar a un perfil de emisión que depende del tiempo transcurrido y que refleja mejor las verdaderas pautas del proceso de degradación a lo largo del tiempo, mientras que el método por defecto se basa en la suposición de que la totalidad del CH₄ potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los desechos. La metodología a seguir para realizar la estimación de emisiones se detalla a continuación.

4.6.1.1. Elección del nivel de cálculo

En esta fuente se contabilizan las emisiones de metano procedentes de la descomposición anaeróbica de los residuos sólidos dispuestos en sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS). La metodología a seguir para realizar la estimación de emisiones se detalla a continuación.

Existen dos métodos de cálculo para esta fuente, el método por defecto (nivel 1) y el método de descomposición de primer orden (DPO) (nivel 2). La principal diferencia entre ambos métodos es que el método DPO da lugar a un perfil de emisión que depende del tiempo transcurrido y que refleja mejor las verdaderas pautas del proceso de degradación a lo largo del tiempo, mientras que el método por defecto se basa en la suposición de que la totalidad del CH₄ potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los desechos. La metodología a seguir para realizar la estimación de emisiones se detalla a continuación, donde el primer paso es la elección del método de cálculo, dependiendo de la cantidad y calidad de la información disponible para los INGEI.

Diagrama 33: Árbol de decisión aplicable a las emisiones de CH₄ procedentes de los vertederos de residuos sólidos



Fuente: OBP 2000, figura 5.1, página 5.6

Una vez identificada la metodología (nivel 1), sobre la base de la información disponible, se procedió a estimar las emisiones siguiendo las siguientes ecuaciones.

Ecuación 44: Emisiones de CH₄ generadas por los residuos sólidos

$$\text{Emisiones de CH}_4 = [(\text{RSU}_T \cdot \text{RSU}_F \cdot L_0) - R] \cdot (1 - \text{OX})$$

Dónde:

Emisiones de CH ₄	= CH ₄ emitido durante el año base del inventario (2012)
RSU _T	= cantidad total de residuos sólidos urbanos (RSU) generados en el año 2012
RSU _F	= fracción de RSU eliminados en los vertederos de residuos
L ₀	= potencial de generación de metano
R	= CH ₄ recuperado, que según se indicó ha sido considerado como cero para el año 2012
OX	= factor de oxidación (fracción), cero

Fuente: OBP 2000, ecuación 5.3, página 5.8

Nota: es importante señalar que no hay información disponible sobre la fracción de residuos que llega al vertedero, por lo tanto en un escenario conservador, se ha asumido que es el 100%

De la ecuación anterior se hace necesario contar con el potencial de generación de metano, el cual se estima a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 45: Potencial de generación de CH₄

$$L_0 = [FCM \cdot COD \cdot COD_f \cdot F \cdot 16/12]$$

Dónde:

L ₀	= Potencial de generación de metano
FCM	= factor de corrección para el metano
COD	= carbono orgánico degradable
COD _f	= fracción de COD no asimilada
F	= fracción por volumen de CH ₄ en el gas de vertedero, 50%
16/12	= cociente de pesos moleculares CH ₄ /C

Fuente: OBP 2000, página 5.8

Por último, para poder estimar el potencial de generación de metano es necesario calcular el carbono orgánico degradable, el mismo que se obtiene a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 46: Carbono orgánico degradable

$$COD = (0.4 \cdot A) + (0.17 \cdot B) + (0.15 \cdot C) + (0.3 \cdot D)$$

Dónde:




A	= fracción de RSU compuesto de papeles y textiles
B	= fracción de RSU de desechos de jardín
C	= fracción de RSU compuesto de restos de alimentos
D	= fracción de RSU compuesto de madera o paja

Fuente: OBP 2000, ecuación 5.4, página 5.9

4.6.1.2. Niveles de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para los INGEI en la categoría residuos sólidos.

Tabla 255: Nivel de actividad para residuos sólidos

Código				Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
6				Desechos			
	6A			Disposición de residuos sólidos			
		6A1		Residuos sólidos	Población urbana 2007 según región/provincia/distrito	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)	
			Población nacional según región, provincia y distritos – 2000, 2005, 2010 y 2012		Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)		
			Generación per cápita		Ministerio del Ambiente (MINAM)		
			Caracterización de residuos sólidos (papeles, jardín, alimentos, madera)		Ministerio del Ambiente (MINAM)		
Leyenda de Calidad:							
 No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.							
 Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.							
 La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector							

Generación per cápita:

El valor de la generación per cápita, de residuos sólidos, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se resume en las siguientes tablas:

Tabla 256: Generación per cápita residuos sólidos – 2000, 2005 y 2010

Rango de población	Costa	Sierra	Selva
< 1,999	0.4900	0.4038	0.5284
2,000 - 19,999	0.5606	0.4371	0.5378
20,000 - 49,999	0.5216	0.4913	0.5548
50,000 - 99,999	0.5500	0.5101	0.5753
100,000 - 499,999	0.6078	0.6263	-
> 500,000	0.5560	-	-

Fuente: Adaptado del Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012, Cuadro 5, página 41

Tabla 257: Generación per cápita residuos sólidos - 2012

Rango de población	Costa	Sierra	Selva
< 1,999	0.49	0.455	0.663
2,000 - 19,999	0.511	0.474	0.581
20,000 - 49,999	0.578	0.563	0.586
50,000 - 99,999	0.565	0.543	0.37
100,000 - 499,999	0.633	0.599	0.809
> 500,000	0.579		

Fuente: Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012, Cuadro 5, página 41

Caracterización de residuos sólidos a nivel de distrito:

Además se pudo establecer la composición promedio de los residuos sólidos, de acuerdo a información brindada por SIGERSOL de los años 2000, 2005, 2010 y 2012:

Tabla 258: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2000

Región natural	Intervalo de población	Papel y textiles	Desechos de jardín, desechos de parques u otros	Compuesta de restos de alimentos	Madera o paja
Costa	menos de 1,999	18.92%	1.10%	58.07%	0.23%
Costa	2,000 - 19,999	21.24%	3.44%	44.46%	0.77%
Costa	20,000 - 49,999	18.63%	2.20%	43.51%	0.86%
Costa	50,000 - 99,999	17.19%	1.76%	52.38%	0.50%
Costa	100,000 - 499,999	16.11%	3.10%	48.39%	0.70%
Costa	500,000 a más	6.49%	0.00%	52.06%	0.00%
Sierra	menos de 1,999	7.22%	0.09%	70.70%	0.09%
Sierra	2,000 - 19,999	12.21%	1.44%	55.53%	1.19%
Sierra	20,000 - 49,999	13.65%	1.68%	48.51%	0.85%
Sierra	50,000 - 99,999	15.08%	3.29%	50.81%	0.48%
Sierra	100,000 - 499,999	21.58%	1.81%	49.66%	1.03%
Sierra	500,000 a más				
Selva	menos de 1,999	7.09%	0.04%	63.41%	0.02%
Selva	2,000 - 19,999	8.34%	0.44%	64.57%	0.22%
Selva	20,000 - 49,999	9.55%	1.00%	58.40%	2.04%
Selva	50,000 - 99,999	13.42%	3.86%	61.69%	1.07%
Selva	100,000 - 499,999	11.15%	18.26%	41.07%	0.00%
Selva	500,000 a más				

Fuente: Elaboración propia, en base al Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012

Tabla 259: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2005

Región natural	Intervalo de población	Papel y textiles	Desechos de jardín, desechos de parques u otros	Compuesta de restos de alimentos	Madera o paja
Costa	menos de 1,999	19.16%	2.08%	50.79%	0.50%
Costa	2,000 - 19,999	20.04%	2.88%	47.76%	0.70%
Costa	20,000 - 49,999	20.25%	2.21%	47.27%	0.76%
Costa	50,000 - 99,999	20.65%	3.35%	48.21%	0.90%
Costa	100,000 - 499,999	18.91%	3.27%	43.55%	0.46%
Costa	500,000 a más	8.56%	1.39%	54.73%	0.42%
Sierra	menos de 1,999	7.70%	0.23%	69.33%	0.17%
Sierra	2,000 - 19,999	11.42%	1.23%	57.72%	1.05%
Sierra	20,000 - 49,999	9.08%	0.45%	64.36%	0.42%
Sierra	50,000 - 99,999	11.70%	1.58%	60.35%	0.32%
Sierra	100,000 - 499,999	13.06%	1.19%	58.17%	0.58%
Sierra	500,000 a más				
Selva	menos de 1,999	7.39%	0.22%	63.86%	0.08%
Selva	2,000 - 19,999	8.30%	0.55%	63.57%	0.27%
Selva	20,000 - 49,999	8.15%	0.56%	61.44%	0.96%
Selva	50,000 - 99,999	9.37%	0.34%	63.70%	0.38%
Selva	100,000 - 499,999	8.39%	0.33%	64.98%	0.17%
Selva	500,000 a más				

Fuente: Elaboración propia, en base al Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012

Tabla 260: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2010

Región natural	Intervalo de población	Papel y textiles	Desechos de jardín, desechos de parques u otros	Compuesta de restos de alimentos	Madera o paja
Costa	menos de 1,999	18.04%	0.00%	63.76%	0.00%
Costa	2,000 - 19,999	21.75%	4.23%	41.96%	0.89%
Costa	20,000 - 49,999	20.10%	1.59%	42.30%	0.92%
Costa	50,000 - 99,999	17.65%	2.36%	53.48%	0.51%
Costa	100,000 - 499,999	15.96%	3.24%	46.16%	0.62%
Costa	500,000 a más	12.86%	0.41%	52.14%	0.46%
Sierra	menos de 1,999	6.89%	0.00%	71.77%	0.00%
Sierra	2,000 - 19,999	13.90%	1.91%	49.95%	1.69%
Sierra	20,000 - 49,999	16.10%	1.55%	43.54%	0.84%
Sierra	50,000 - 99,999	14.11%	1.96%	54.65%	0.55%
Sierra	100,000 - 499,999	17.86%	5.42%	45.24%	0.90%
Sierra	500,000 a más				
Selva	menos de 1,999	6.91%	0.00%	63.07%	0.00%
Selva	2,000 - 19,999	8.39%	0.32%	64.98%	0.16%
Selva	20,000 - 49,999	9.52%	1.99%	61.99%	1.53%
Selva	50,000 - 99,999	12.79%	1.14%	57.05%	2.26%
Selva	100,000 - 499,999	9.24%	9.79%	62.18%	0.21%
Selva	500,000 a más				

Fuente: Elaboración propia, en base al Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012

Tabla 261: Caracterización de residuos sólidos según región natural y población - 2012

Región natural	Intervalo de población	Papel y textiles	Desechos de jardín, desechos de parques u otros	Compuesta de restos de alimentos	Madera o paja
Costa	menos de 1,999	18.04%	0.00%	63.76%	0.00%
Costa	2,000 - 19,999	21.72%	4.20%	42.11%	0.88%
Costa	20,000 - 49,999	20.34%	1.68%	41.86%	0.96%
Costa	50,000 - 99,999	17.60%	2.05%	53.18%	0.49%
Costa	100,000 - 499,999	15.93%	3.43%	46.61%	0.61%
Costa	500,000 a más	12.86%	0.41%	52.14%	0.46%
Sierra	menos de 1,999	6.93%	0.01%	71.65%	0.01%
Sierra	2,000 - 19,999	13.84%	1.89%	50.11%	1.68%
Sierra	20,000 - 49,999	15.97%	1.57%	43.90%	0.89%
Sierra	50,000 - 99,999	14.11%	1.96%	54.65%	0.55%
Sierra	100,000 - 499,999	17.86%	5.42%	45.24%	0.90%
Sierra	500,000 a más				
Selva	menos de 1,999	6.92%	0.00%	63.08%	0.00%
Selva	2,000 - 19,999	8.39%	0.32%	64.98%	0.16%
Selva	20,000 - 49,999	9.52%	1.99%	61.99%	1.53%
Selva	50,000 - 99,999	12.43%	1.23%	57.60%	2.18%
Selva	100,000 - 499,999	9.24%	9.79%	62.18%	0.21%
Selva	500,000 a más				

Fuente: Elaboración propia, en base al Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012

4.6.1.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones de la categoría residuos sólidos se requieren de distintas variables y factores de emisión. Parte de estas se estiman en base a información nacional disponible (COD) y en otros casos se usan valores por defecto del IPCC.

En los siguientes párrafos se describen los factores de emisión considerados en esta categoría:

Fracción del carbono orgánico degradable no asimilado (COD_F)

Es la fracción de carbono que se degrada y se libera desde un sitio de disposición o vertedero de residuos sólidos, tomando en cuenta que no todo el carbono orgánico se degrada o lo hace muy lentamente bajo condiciones anaeróbicas. De acuerdo con la Guía de Buenas Prácticas y recomendación de especialistas, se utilizó un valor de **0.5** para todos los INGEI.

Factor de corrección para el metano (FCM)

Refleja el hecho que a partir de una cantidad determinada de desechos, los botaderos (vertederos no controlados) producen menos CH₄ que los rellenos sanitarios (controlados), debido a que la fracción de residuos que se descompone aeróbicamente en las capas superiores de los vertederos o lugares de disposición no controlados es menor por la presencia de oxígeno evitándose la metanogénesis. En ese sentido, la determinación de este factor es concluyente para la estimación final de emisiones de todos los INGEI. Las OBP 2000 consideran los siguientes valores.

Tabla 262: FCM según lugares de eliminación de residuos sólidos

Tipo de vertedero o lugar de eliminación de residuos	Valores por defecto del factor de corrección de metano (FCM)	Comentarios
Relleno sanitario – controlado	1.0	Colocación controlada de los residuos, incluyen: material protector de la cubierta, compactación mecánica o nivelación de desechos
Botaderos – profundo (> 5 m de desechos)	0.8	No cumplen con criterios de los lugares controlados.

Tipo de vertedero o lugar de eliminación de residuos	Valores por defecto del factor de corrección de metano (FCM)	Comentarios
Botadero – poco profundo (< 5 m de desechos)	0.4	No cumplen con criterios de los lugares controlados.
Vertederos no incluidos en ninguna categoría	0.6	Cuando no es posible categorizarlos en las categorías anteriores.

Fuente: OBP 2000, cuadro 5.1, página 5.9

Fracción de CH₄ en el gas de vertedero (F)

La descomposición de los residuos genera gases con aproximadamente un 50% de CH₄, esto se señala en las OBP 2000 del IPCC (página 5.10) y por ende este valor es el que se utilizó para la estimación de las emisiones de metano en todos los INGEI.

Recuperación de metano (R)

Si bien es cierto que en el Perú existen algunas experiencias de recuperación de metano en los rellenos sanitarios para la generación de energía, no se dispuso de información documentada que sustente el volumen de recuperación de metano, por lo tanto el valor por defecto utilizado fue *cero*, para los años 2000 y 2005. Por otro lado, se tuvo acceso a la información de las emisiones verificadas para el relleno sanitario de Huaycoloro, sin embargo correspondían a 10 meses del año 2009, y tomando en consideración las recomendaciones de las Buenas Prácticas del IPCC, se consideró no pertinente extrapolar estos datos al año base 2010 y 2012, asumiendo las mismas reducciones que en el año 2009. Asimismo, se verificó que la emisión disponible del año 2009 representaba menos del 3% del total de emisiones para la categoría de residuos, por lo tanto su influencia en el resultado final hubiera sido mínima.

Las emisiones para el sector Desechos se vienen estimando bajo el nivel de cálculo 1. Esto admite el uso de una serie de supuestos, solucionando así el problema de ausencia de datos; sin embargo, muchas de las categorías pueden ser estimadas sólo con altos rangos de incertidumbre.

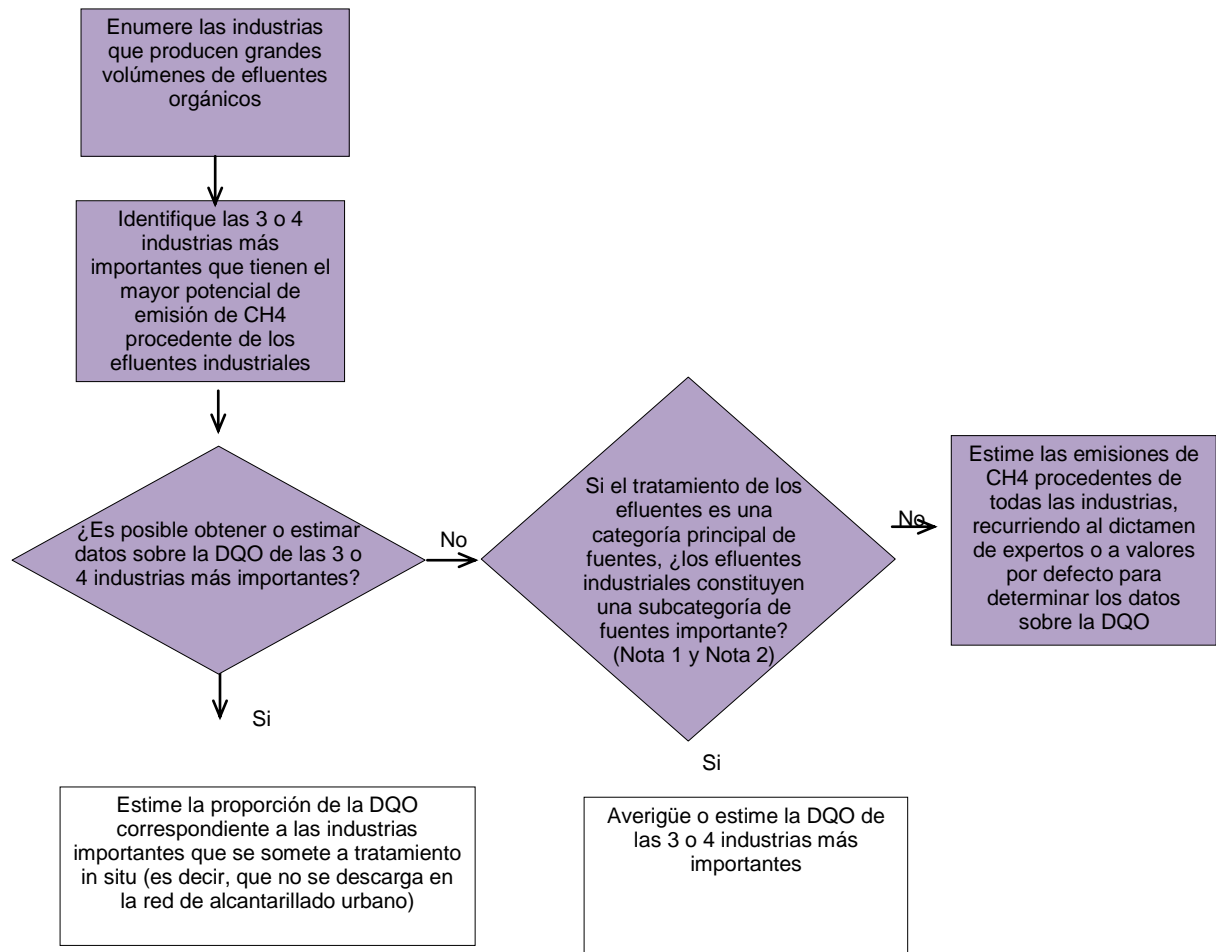
4.6.2. Efluentes industriales

Los efluentes industriales generan emisiones de metano debido a los procesos de tratamiento específicos de diversos tipos de industrias (alimentos, bebidas, químicos, etc.). Según los niveles de producción y la carga orgánica en cada tipo de industria se generan efluentes distintos volúmenes de efluentes y niveles de DQO, los que condicionan la mayor o menor generación de emisiones. La metodología a seguir para realizar la estimación de emisiones se detalla a continuación.

4.6.2.1. Elección del nivel de cálculo

El método de cálculo es similar al seguido para las aguas residuales domésticas, aunque este es más complejo porque requiere de datos específicos de las plantas de tratamiento de cada industria, es decir datos obtenidos en cada fuente. En el Perú no existen datos a ese nivel por lo que se trabaja con factores de emisión del IPCC, en todos los INGEI.

Diagrama 34: Árbol de decisión para las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento de aguas residuales industriales



Fuente: OBP 2000, figura 5.4, página 5.22

Siguiendo las indicaciones señaladas en el árbol de decisión se debe proceder a usar las siguientes ecuaciones:

Ecuación 47: componente orgánico del efluente industrial

$$CO_{EI} = DQO \cdot AR_{PROD} \cdot (1 - Frac_{codL})$$

Dónde:

CO_{EI}	= carbono orgánico del agua residual industrial
DQO	= <i>Demanda Química de Oxígeno</i>
AR_{PROD}	= <i>Agua residual producida</i>
$Frac_{codL}$	= <i>Fracción del componente orgánico degradado como lodo</i>

Fuente: Adecuada en base a indicaciones de los libros de trabajo del IPCC y GL1996, desperdicios, primera parte, página 6.23

Nota: es importante señalar que a nivel nacional no es una práctica común la separación de los lodos. El IPCC en sus GL 1996 da un valor por defecto igual a 0.

A través del uso de la ecuación anterior se estima la totalidad de carbono orgánico existente en el efluente industrial, esta variable deberá multiplicarse por un factor de emisión a determinar según la siguiente ecuación:

Ecuación 48: factor de emisión del tratamiento del efluente industrial

$$FE_{EI} = Frac_{AR} \cdot FCM \cdot B_O$$

Dónde:

FE_{EI}	= factor de emisión del efluente industrial
$Frac_{EIT}$	= fracción del efluente industrial tratado a nivel nacional
FCM	= <i>factor de conversión de metano</i>
B_O	= <i>capacidad máxima de producción de metano</i>

Fuente: Adecuada en base a indicaciones de los libros de trabajo del IPCC y GL1996, Desperdicios, primera parte, página 6.24

Una vez obtenido el factor de emisión correspondiente, este debe ser multiplicado por la totalidad del carbono orgánico presente en el efluente industrial y además por la capacidad máxima de producción de metano.

Ecuación 49: emisiones de metano procedentes del tratamiento del agua residual industrial

$$Emisiones_{(CH_4)} = CO_{EI} \cdot FE_{EI}$$

Dónde:

$Emisiones_{(CH_4)}$	= emisiones de metano
CO_{EI}	= carbono orgánico del efluente industrial
FE_{EI}	= factor de emisión de efluentes industriales

Fuente: Adecuada en base a indicaciones de los libros de trabajo del IPCC y GL1996, Desperdicios, primera parte, página 6.24

4.6.2.2. Niveles de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para los INGEI en la categoría efluentes industriales.

Tabla 263: Nivel de actividad para el tratamiento de efluentes industriales

Código				Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
6				Desechos			
	6B			Tratamiento de aguas residuales			
		6B1		Efluentes industriales	Producción industrial según tipo de industria.	Ministerio de la Producción (PRODUCE) (2000, 2005, 2010 y 2012)	
Leyenda de Calidad:  No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.  Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.  La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector							

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

- Producción industrial.- esta información es de suma importancia porque a través de esta y otras variables y constantes se hace posible tener un estimado del carbono orgánico

degradable en los efluentes industriales. Se consideran los productos que figuran en las guías del IPCC, los mismos que han sido considerados en todos los inventarios.

Tabla 264: Producción nacional por tipo de producto - 2000

Descripción del producto	Unidad	Producción
ALIMENTOS		
Carne de Ave Beneficiada	TM.	317,428
Carne de Vacuno Beneficiada	TM.	126,058
Conservas de Pescados y Mariscos	TM.	74,264
Harina de Anchoveta, otras Especies y Residuos	TM.	1,522,716
Jugos y Refrescos Diversos	KG.	39,852,776
Espárragos Congelados	KG.	7,268,444
Conservas de Espárragos	KG.	27,021,852
Margarina	TM.	12,804
Aceites Vegetal y Compuesto	TM.	186,918
Leche Evaporada	TM.	250,479
Quesos	KG.	5,517,606
Yogurt	KG.	7,137,944
Azúcar Refinada	TM.	864,688
ELABORACION DE BEBIDAS		
Vinos y Espumantes	LT.	3,294,361
Cerveza Blanca	ML.LT.	511,173
FABRICACION DE PAPEL Y DE PRODUCTOS DE PAPEL		
Papel Kraft y Similares	TM.	5,017
Papel Bond y Similares	TM.	44,870
Cartón Liner	TM.	17,931
Cartón Corrugado	TM.	1,597
FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS		
Productos de Limpieza del Hogar	KG.	10,787,399
Champú	TM.	4,669
Detergentes	TM.	52,677
Jabón para Lavar Ropa	TM.	32,448
Jabón de Tocador	TM.	1,496
FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO		
Polietileno (Consumo de)	KG.	28,313,435
Poliestireno (Consumo de)	KG.	1,748,339
Polipropileno (Consumo de)	KG.	31,913,595
P V C (Consumo de)	KG.	12,261,675
Plastificantes D O P (Consumo de)	KG.	1,983,007
Masterbatch (Consumo de)	KG.	1,076,424
Resina Pet para Envases (Consumo de)	KG.	44,934,302

Fuente: Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2012

Tabla 265: Producción nacional por tipo de producto - 2005

Descripción del producto	Unidad	Producción
ALIMENTOS		
Carne de Ave Beneficiada	TM.	498,822
Carne de Vacuno Beneficiada	TM.	153,109
Conservas de Pescados y Mariscos	TM.	55,500
Harina de Anchoveta, otras Especies y Residuos	TM.	1,930,700
Jugos y Refrescos Diversos	KG.	63,327,317
Espárragos Congelados	KG.	6,596,000
Conservas de Espárragos	KG.	25,783,000

Descripción del producto	Unidad	Producción
Margarina	TM.	16,194
Aceites Vegetal y Compuesto	TM.	186,297
Leche Evaporada	TM.	327,423
Quesos	KG.	6,202,458
Yogurt	KG.	51,151,457
Azúcar Refinada	TM.	695,598
ELABORACION DE BEBIDAS		
Vinos y Espumantes	LT.	5,864,560
Cerveza Blanca	ML.LT.	781,111
FABRICACION DE PAPEL Y DE PRODUCTOS DE PAPEL		
Papel Kraft y Similares	TM.	3,863
Papel Bond y Similares	TM.	48,337
Cartón Liner	TM.	33,350
Cartón Corrugado	TM.	5,137
FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS		
Productos de Limpieza del Hogar	KG.	13,592,163
Champú	TM.	5,080
Detergentes	TM.	77,135
Jabón para Lavar Ropa	TM.	33,292
Jabón de Tocador	TM.	3,305
FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO		
Polietileno (Consumo de)	KG.	29,808,369
Poliestireno (Consumo de)	KG.	1,014,304
Polipropileno (Consumo de)	KG.	36,883,409
P V C (Consumo de)	KG.	30,489,345
Plastificantes D O P (Consumo de)	KG.	2,052,589
Masterbatch (Consumo de)	KG.	989,720
Resina Pet para Envases (Consumo de)	KG.	67,239,056

Fuente: Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2012

Tabla 266: Producción nacional por tipo de producto - 2010

Descripción del producto	Unidad	Producción
ALIMENTOS		
Carne de Ave Beneficiada	TM.	782,365
Carne de Vacuno Beneficiada	TM.	171,872
Conservas de Pescados y Mariscos	TM.	77,800
Harina de Anchoveta, otras Especies y Residuos	TM.	787,400
Jugos y Refrescos Diversos	KG.	310,346,156
Espárragos Congelados	KG.	10,603,000
Conservas de Espárragos	KG.	31,735,000
Margarina	TM.	21,920
Aceites Vegetal y Compuesto	TM.	233,965
Leche Evaporada	TM.	409,469
Quesos	KG.	6,358,935
Yogurt	KG.	135,351,577
Azúcar Refinada	TM.	1,039,168
ELABORACION DE BEBIDAS		
Vinos y Espumantes	LT.	9,794,177
Cerveza Blanca	ML.LT.	1,230,335
FABRICACION DE PAPEL Y DE PRODUCTOS DE PAPEL		
Papel Kraft y Similares	TM.	3,429
Papel Bond y Similares	TM.	38,625

Descripción del producto	Unidad	Producción
Cartón Liner	TM.	55,857
Cartón Corrugado	TM.	18,725
FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS		
Productos de Limpieza del Hogar	KG.	22,807,607
Champú	TM.	7,679
Detergentes	TM.	169,945
Jabón para Lavar Ropa	TM.	34,025
Jabón de Tocador	TM.	6,973
FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO		
Polietileno (Consumo de)	KG.	42,688,122
Poliestireno (Consumo de)	KG.	1,083,704
Polipropileno (Consumo de)	KG.	40,956,920
P V C (Consumo de)	KG.	69,437,690
Plastificantes D O P (Consumo de)	KG.	3,016,367
Masterbatch (Consumo de)	KG.	1,465,875
Resina Pet para Envases (Consumo de)	KG.	84,830,154

Fuente: Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2012

Tabla 267: Producción nacional por tipo de producto - 2012

Descripción del producto	Unidad	Producción
ALIMENTOS		
Carne de Ave Beneficiada	TM.	896,602.0
Carne de Vacuno Beneficiada	TM.	186,997.0
Conservas de Pescados y Mariscos	TM.	63,800.0
Harina de Anchoveta, otras Especies y Residuos	TM.	846,200.0
Jugos y Refrescos Diversos	KG.	363,846,717.6
Espárragos Congelados	KG.	13,964,000.0
Conservas de Espárragos	KG.	37,513,000.0
Margarina	TM.	19,525.0
Aceites Vegetal y Compuesto	TM.	248,871.0
Leche Evaporada	TM.	425,475.7
Quesos	KG.	6,257,370.0
Yogurt	KG.	158,138,066.0
Azúcar Refinada	TM.	1,106,278.0
ELABORACION DE BEBIDAS		
Vinos y Espumantes	LT.	99,988,856.0
Cerveza Blanca	ML.LT.	1,364,318.0
FABRICACION DE PAPEL Y DE PRODUCTOS DE PAPEL		
Papel Kraft y Similares	TM.	3,157.7
Papel Bond y Similares	TM.	36,400.5
Cartón Liner	TM.	63,336.2
Cartón Corrugado	TM.	22,686.7
FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS		
Productos de Limpieza del Hogar	KG.	17,203,675.7
Champú	TM.	6,211.1
Detergentes	TM.	193,183.6
Jabón para Lavar Ropa	TM.	29,481.1
Jabón de Tocador	TM.	8,674.5
FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO		
Polietileno (Consumo de)	KG.	38,682,651.3
Poliestireno (Consumo de)	KG.	1,088,827.4
Polipropileno (Consumo de)	KG.	41,003,510.2

Descripción del producto	Unidad	Producción
P V C (Consumo de)	KG.	77,955,797.2
Plastificantes D O P (Consumo de)	KG.	2,884,154.0
Masterbatch (Consumo de)	KG.	1,086,368.8
Resina Pet para Envases (Consumo de)	KG.	89,928,292.7

Fuente: Anuario Estadístico Industrial, Mipyme y Comercio Interno 2012

4.6.2.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones de los efluentes industriales se requieren de distintas variables y factores de emisión, que por tratarse del nivel más básico, son obtenidas del IPCC, es decir valores por defecto y usados en todos los INGEI.

Tabla 268: Variables consideradas para efluentes industriales

Variable	Descripción	Valor	Fuente
Densidad del vino	Masa que representa cierto volumen de vino	996.5 g/l	OBP 2000
Densidad de la cerveza	Masa que representa cierto volumen de cerveza	1,010 g/cm ³	Universidad Nacional Agraria la Molina

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se requiere contar para las estimaciones con distintos factores de emisión, los mismos que se detallan a continuación y fueron usados en todos los INGEI.

Tabla 269: Factores de emisión usados para efluentes industriales

ALIMENTOS	DQO (g/l)	Generación de efluentes (m ³ /Mg)
ALIMENTOS		
Carne de Ave Beneficiada	4.1	13
Carne de Vacuno Beneficiada	4.1	13
Conservas de Pescados y Mariscos	2.5	13
Harina de Anchoveta, otras Especies y Residuos	2.5	13
Jugos y Refrescos Diversos	2	2
Espárragos Congelados	5	20
Conservas de Espárragos	5	20
Margarina	0.85	3.1
Aceites Vegetal y Compuesto	0.85	3.1
Leche Evaporada	2.7	7
Quesos	2.7	7
Yogurt	2.7	7
Azúcar Refinada	3.2	11
ELABORACION DE BEBIDAS		
Vinos y Espumantes	1.5	23
Cerveza Blanca	2.9	6.3
FABRICACION DE PAPEL Y DE PRODUCTOS DE PAPEL		
Papel Kraft y Similares	9	162
Papel Bond y Similares	9	162
Cartón Liner	9	162
Cartón Corrugado	9	162
FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUIMICOS		

ALIMENTOS	DQO (g/l)	Generación de efluentes (m ³ /Mg)
Productos de Limpieza del Hogar	0.85	3
Champú	0.85	3
Detergentes	0.85	3
Jabón para Lavar Ropa	0.85	3
Jabón de Tocador	0.85	3
FABRICACION DE PRODUCTOS DE PLASTICO		
Polietileno (Consumo de)	3.7	0.6
Poliestireno (Consumo de)	3.7	0.6
Polipropileno (Consumo de)	3.7	0.6
P V C (Consumo de)	3.7	0.6
Plastificantes D O P (Consumo de)	3.7	0.6
Masterbatch (Consumo de)	3.7	0.6
Resina Pet para Envases (Consumo de)	3.7	0.6

Fuente: OBP - Cuadro 5.4

Finalmente, se han usado los siguientes factores para la estimación de emisiones en todos los INGEI:

Tabla 270: Otros factores de emisión usados para efluentes industriales

Factor	Valor
Fracción de los efluentes tratados	0.2
Factor de conversión de metano	0.9

Fuente: IPCC 1996 – tabla 6-8

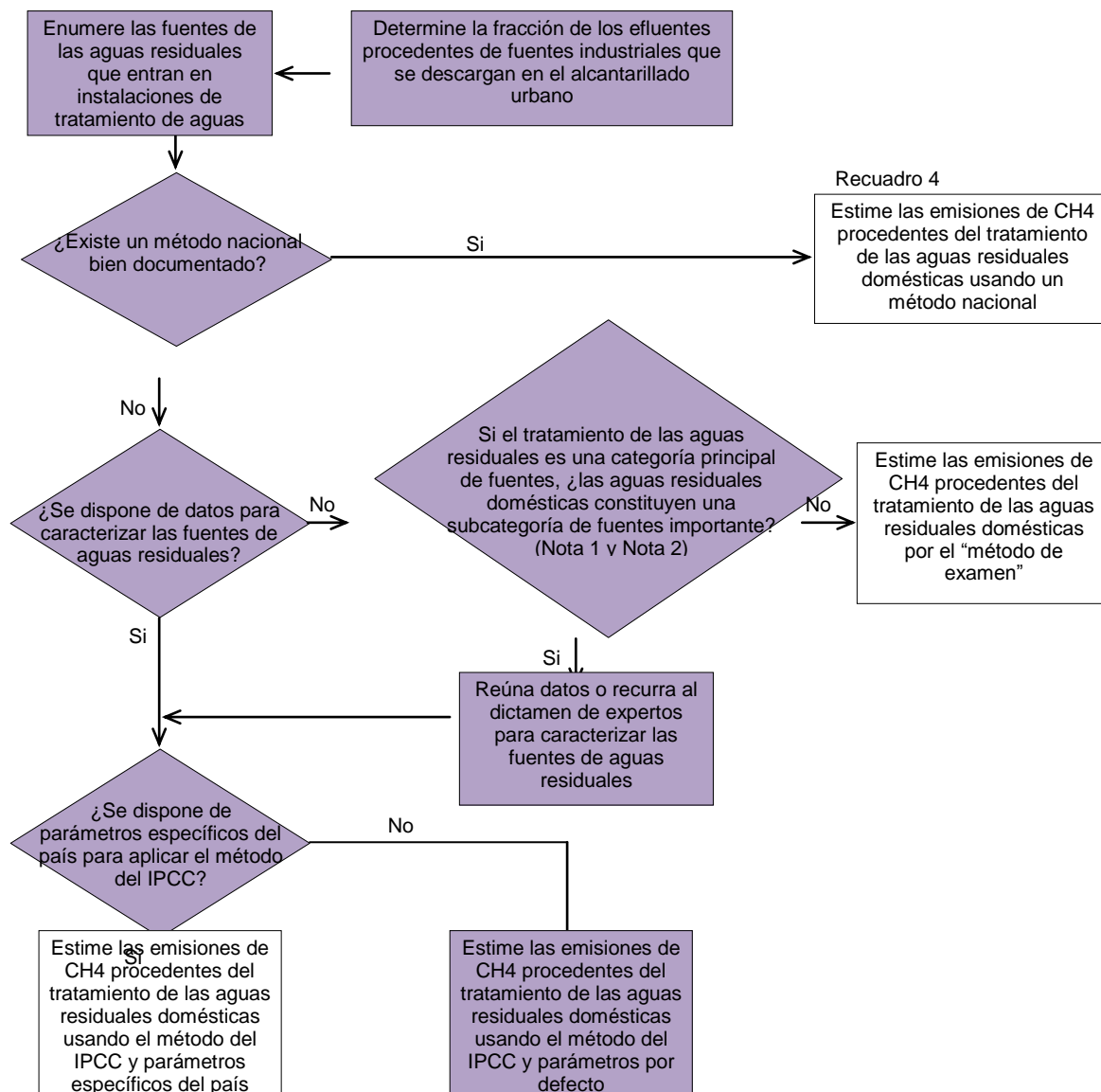
4.6.3. Aguas residuales domésticas

4.6.3.1. Elección del nivel de cálculo

Las aguas residuales domésticas generan emisiones de metano debido a sus procesos de tratamiento en situaciones anaerobias. El IPCC describe un solo método de cálculo por lo que no existen estimaciones de nivel 2 o 3. Sin embargo las estimaciones pueden ser más o menos precisas en base a la información que se disponga

La metodología a seguir para realizar la estimación de emisiones se detalla a continuación.

Diagrama 35: Árbol de decisión para las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento de aguas residuales domésticas



Fuente: OBP 2000, figura 5.2, página 5.16

Una vez identificada la metodología, sobre la base de la información disponible, se procedió a estimar las emisiones siguiendo las siguientes ecuaciones.

Ecuación 50: componente orgánico del agua residual doméstica

$$CO_{ARD} = Pob \cdot DBO \cdot (1 - Frac_{codL})$$

Dónde:

CO_{ARD}	= carbono orgánico del agua residual doméstica
Pob	= población
DBO	= Demanda Biológica de Oxígeno
$Frac_{codL}$	= Fracción del componente orgánico degradado como lodo

Fuente: Adecuada en base a indicaciones de los libros de trabajo del IPCC y GL1996, desperdicios, primera parte, páginas 6.15 y 6.16

Nota: es importante señalar que a nivel nacional no es una práctica común la separación de los lodos. El IPCC en sus GL 1996 da un valor por defecto igual a 0.

Una vez obtenido, el total del componente orgánico presente en las aguas residuales, se debe de multiplicar por el factor de emisión correspondiente a las aguas residuales domésticas para así obtener las emisiones de la presente fuente. El factor de emisión se calcula a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 51: factor de emisión del tratamiento de agua residual doméstica

$$FE_{ARD} = B_O \cdot \text{promedio ponderado de los FCM}$$

Dónde:

FE_{ARD}	= factor de emisión de aguas residuales domésticas
B_O	= capacidad máxima de producción de metano
FCM	= factor de conversión de metano

Fuente: OBP 2000, desechos, ecuación 5.7, página 5.18

Nota: El FCM es un valor que depende de las características del sistema de tratamiento de aguas. Como en el caso peruano, no se dispone de datos, se ha asumido un único FCM, para todos los sistemas de tratamiento, el FE_{ARD} se estima a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 52: factor de emisión del tratamiento de agua residual doméstica (adecuada)

$$FE_{ARD} = F_{ART} \cdot B_O \cdot FCM$$

Dónde:

F_{ART}	= fracción del agua residual doméstica tratada a nivel nacional
-----------	---

Finalmente y para hallar las emisiones de metano procedentes de las aguas residuales domésticas se debe aplicar la siguiente ecuación.

Ecuación 53: emisiones de metano procedentes del tratamiento del agua residual doméstica

$$Emisiones_{(CH_4)} = CO_{ARD} \cdot FE_{ARD}$$

Dónde:




$Emisiones_{(CH_4)}$	= emisiones de metano
CO_{ARD}	= carbono orgánico del agua residual doméstica
FE_{ARD}	= factor de emisión de aguas residuales industriales domésticas

Fuente: Adecuada en base a indicaciones de los libros de trabajo del IPCC y GL1996, desperdicios, primera parte, página 6.17.

4.6.3.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerido y recopilado para el INGEI en la categoría aguas residuales domésticas.

Tabla 271: Nivel de actividad para el tratamiento de aguas residuales domésticas

Código				Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
6				Desechos			
	6B			Tratamiento de aguas residuales			
		6B2		Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas			
			6B2a	Aguas residuales domésticas	Población con alcantarillado 2000, 2005, 2010 y 2012	Las EPS y su desarrollo 2013:Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) Información enviada por SUNASS (correo electrónico en septiembre 2015)	
					Componente orgánico degradable (DBO)	Reglamento Nacional de Edificaciones	
					Volumen de aguas residuales tratadas (%)	Las EPS y su desarrollo 2013:Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)	
Leyenda de Calidad:  No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio.  Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados.  La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector							

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

- a) Población con alcantarillado según región.- Es necesario, para realizar las estimaciones de emisiones de GEI, contar con información de la población urbana a nivel nacional. Esta información oficial se obtiene de las estadísticas brindadas por SUNASS, tal como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 272: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2000

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Amazonas	EMUSAP Amazonas	0.00%	20	16
Amazonas	EPSSMU S.R.Ltda.	0.00%	27	15
Amazonas	EMAPAB S.R.LTDA.	0.00%	25	16
Áncash	SEDACHIMBOTE S.A.	43.74%	329	263
Áncash	EPS CHAVIN S.A.	0.00%	99	58
Apurímac	EMUSAP ABANCAY S.A.	0.00%	45	30
Apurímac	EMSAP CHANKA S.R.L.	0.00%	22	-
Arequipa	SEDAPAR S.R.L. (Rioja)	0.00%	19	-
Ayacucho	EPSASA	0.00%	164	88
Cajamarca	SEDACAJ S.A.	47.71%	126	83
Cajamarca	EPS MARAÑON S.R.L.	0.00%	80	-
Cerro de Pasco	EMAPA Pasco S.A.	0.00%	78	-
Cusco	SEDACUSCO S.A.	40.21%	308	228
Cusco	EMAQ S.R.LTDA.	0.00%	27	10
Cusco	EMPSSAPAL S.A.	0.00%	51	30
Cusco	EMSAPA CALCA S.R.L.	0.00%	9	-
Huancavelica	EMAPA HUANCAMELICA S.A.C	0.00%	31	20

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Huánuco	SEDA Huánuco S.A.	0.00%	194	58
Ica	EMAPISCO S.A.	0.00%	78	52
Ica	EMAPAVIGS S.A.C.	0.00%	34	28
Ica	SEMAPACH S.A.	100.00%	149	90
Ica	EMAPICA S.A.	51.76%	181	107
Junín	EPS Selva Central S.A.	18.10%	99	45
Junín	EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	0.00%	47	31
Junín	EPS MANTARO S.A.	0.00%	79	46
Junín	SEDAM HUANCAYO S.A.C.	0.00%	327	-
Junín	EMSAPA YAULI S.R.L.	0.00%	36	-
La Libertad	SEDALIB S.A.	87.73%	750	522
Lambayeque	EPSEL S.A.	70.29%	737	525
Lima	EMAPA Cañete S.A.	0.75%	150	71
Lima	EMAPA HUARAL S.A.	0.00%	72	35
Lima	EMAPA HUACHO S.A.	0.00%	103	72
Lima	SEDAPAL S.A.	5.79%	7,499	5,640
Lima	SEMAPA BARRANCA S.A.	0.00%	63	47
Loreto	EPS SEDALORETO S.A.	0.00%	399	189
Madre de Dios	EMAPAT S.R.Ltda.	0.00%	43	14
Moquegua	EPS MOQUEGUA S.A.	70.42%	41	31
Moquegua	EPS ILO S.A.	63.07%	58	38
Piura	EPS GRAU S.A.	57.59%	895	579
Puno	EMSA Puno S.A.	74.93%	143	76
Puno	EMAPA Y S.R.L.	0.00%	13	6
Puno	EPS NOR PUNO S.A.	0.00%	25	-
Puno	SEDAJULIACA S.A.	80.07%	180	111
Puno	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	0.00%	20	-
San Martín	EMAPA San Martín S.A.	0.00%	164	85
San Martín	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA	22.68%	44	32
San Martín	SEDAPAR S.A.	13.57%	878	714
Tacna	EPS TACNA S.A.	95.81%	208	181
Tumbes	Aguas de Tumbes	26.59%	155	59
Ucayali	EMAPACOP S.A.	0.00%	182	82

Fuente: INEI/ <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

Tabla 273: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2005

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Amazonas	EMUSAP Amazonas	0.00%	22	16
Amazonas	EPSSMU S.R.Ltda.	0.00%	29	16
Amazonas	EMAPAB S.R.LTDA.	0.00%	26	17
Áncash	SEDACHIMBOTE S.A.	59.55%	349	291
Áncash	EPS CHAVIN S.A.	0.00%	107	74
Apurímac	EMUSAP ABANCAY S.A.	0.00%	46	38
Apurímac	EMSAP CHANKA S.R.L.	0.00%	26	13
Arequipa	SEDAPAR S.R.L. (Rioja)	0.00%	20	-
Ayacucho	EPSASA	97.44%	187	121
Cajamarca	SEDACAJ S.A.	5.72%	148	119
Cajamarca	EPS MARAÑON S.R.L.	97.65%	87	25
Cerro de Pasco	EMAPA Pasco S.A.	0.00%	77	-
Cusco	SEDACUSCO S.A.	85.07%	344	280

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Cusco	EMAQ S.R.LTDA.	0.00%	27	13
Cusco	EMPSSAPAL S.A.	0.00%	52	37
Cusco	EMSAPA CALCA S.R.L.	0.00%	10	9
Huancavelica	EMAPA HUANCVELICA S.A.C	0.00%	32	21
Huánuco	SEDA Huánuco S.A.	0.00%	208	131
Ica	EMAPISCO S.A.	92.73%	80	60
Ica	EMAPAVIGS S.A.C.	85.88%	35	26
Ica	SEMAPACH S.A.	100.00%	162	96
Ica	EMAPICA S.A.	98.22%	191	127
Junín	EPS Selva Central S.A.	25.01%	107	48
Junín	EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	0.00%	44	27
Junín	EPS MANTARO S.A.	7.42%	79	40
Junín	SEDAM HUANCAYO S.A.C.	0.00%	347	226
Junín	EMSAPA YAULI S.R.L.L.	0.00%	31	6
La Libertad	SEDALIB S.A.	92.76%	827	560
Lambayeque	EPSEL S.A.	89.13%	790	582
Lima	EMAPA Cañete S.A.	17.53%	161	82
Lima	EMAPA HUARAL S.A.	0.00%	77	48
Lima	EMAPA HUACHO S.A.	0.00%	107	80
Lima	SEDAPAL S.A.	12.17%	8,221	6,308
Lima	SEMAPA BARRANCA S.A.	0.00%	68	56
Loreto	EPS SEDALORETO S.A.	0.00%	431	221
Madre de Dios	EMAPAT S.R.Ltda.	0.00%	53	18
Moquegua	EPS MOQUEGUA S.A.	81.97%	45	38
Moquegua	EPS ILO S.A.	80.17%	62	47
Piura	EPS GRAU S.A.	42.69%	955	606
Puno	EMSA Puno S.A.	99.70%	156	109
Puno	EMAPA Y S.R.L.	0.00%	12	6
Puno	EPS NOR PUNO S.A.	0.00%	24	15
Puno	SEDAJULIACA S.A.	62.62%	207	148
Puno	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	0.00%	19	11
San Martín	EMAPA San Martín S.A.	3.79%	175	133
San Martín	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA.	31.80%	53	35
San Martín	SEDAPAR S.A.	15.85%	941	746
Tacna	EPS TACNA S.A.	95.22%	235	215
Tumbes	Aguas de Tumbes	23.20%	172	87
Ucayali	EMAPACOP S.A.	0.00%	199	102

Fuente: INEI/ <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

Tabla 274: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2010

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Amazonas	EMUSAP Amazonas	0.00%	24	18
Amazonas	EPSSMU S.R.Ltda.	0.00%	30	15
Amazonas	EMAPAB S.R.LTDA.	0.00%	26	16
Áncash	SEDACHIMBOTE S.A.	57.98%	398	328
Áncash	EPS CHAVIN S.A.	0.00%	114	85
Apurímac	EMUSAP ABANCAY S.A.	0.00%	46	39
Apurímac	EMSAP CHANKA S.R.L.	0.00%	30	13
Arequipa	SEDAPAR S.R.L. (Rioja)	0.00%	20	10
Ayacucho	EPSASA	99.72%	209	166

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Cajamarca	SEDACAJ S.A.	7.41%	172	140
Cajamarca	EPS MARAÑON S.R.L.	92.78%	93	39
Cerro de Pasco	EMAPA Pasco S.A.	0.00%	75	57
Cusco	SEDACUSCO S.A.	92.94%	374	345
Cusco	EMAQ S.R.LTDA.	0.00%	26	17
Cusco	EMPSSAPAL S.A.	0.00%	53	40
Cusco	EMSAPA CALCA S.R.L.	0.00%	11	-
Huancavelica	EMAPA HUANCVELICA S.A.C	0.00%	33	24
Huánuco	SEDA Huánuco S.A.	0.00%	223	164
Ica	EMAPISCO S.A.	100.00%	81	66
Ica	EMAPAVIGS S.A.C.	97.16%	36	27
Ica	SEMAPACH S.A.	99.85%	174	127
Ica	EMAPICA S.A.	100.00%	198	150
Junín	EPS Selva Central S.A.	33.93%	114	41
Junín	EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	0.00%	41	33
Junín	EPS MANTARO S.A.	3.84%	77	40
Junín	SEDAM HUANCAYO S.A.C.	0.00%	362	248
Junín	EMSAPA YAULI S.R.L.L.	0.00%	26	8
La Libertad	SEDALIB S.A.	67.06%	900	675
Lambayeque	EPSEL S.A.	88.06%	837	673
Lima	EMAPA Cañete S.A.	8.59%	172	98
Lima	EMAPA HUARAL S.A.	0.00%	82	60
Lima	EMAPA HUACHO S.A.	0.00%	116	97
Lima	SEDAPAL S.A.	20.74%	8,966	7,633
Lima	SEMAPA BARRANCA S.A.	0.00%	72	64
Loreto	EPS SEDALORETO S.A.	0.00%	460	194
Madre de Dios	EMAPAT S.R.Ltda.	0.00%	63	25
Moquegua	EPS MOQUEGUA S.A.	53.14%	49	41
Moquegua	EPS ILO S.A.	97.63%	65	60
Piura	EPS GRAU S.A.	48.97%	1,009	695
Puno	EMSA Puno S.A.	65.55%	164	132
Puno	EMAPA Y S.R.L.	0.00%	12	9
Puno	EPS NOR PUNO S.A.	51.70%	23	16
Puno	SEDAJULIACA S.A.	0.00%	233	185
Puno	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	24.31%	19	18
San Martín	EMAPA San Martín S.A.	4.24%	161	134
San Martín	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA.	21.49%	64	39
San Martín	SEDAPAR S.A.	15.04%	999	764
Tacna	EPS TACNA S.A.	87.87%	258	243
Tumbes	Aguas de Tumbes	29.47%	188	93
Ucayali	EMAPACOP S.A.	0.00%	214	111

Fuente: INEI/ <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

Tabla 275: Población urbana con alcantarillado, según regiones - 2012

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Amazonas	EMUSAP Amazonas	0.00%	25	19
Amazonas	EPSSMU S.R.Ltda.	0.00%	31	21
Amazonas	EMAPAB S.R.LTDA.	0.00%	26	14
Áncash	SEDACHIMBOTE S.A.	56.36%	376	329

Región	Empresa Prestadora de Servicio	Tratamiento de aguas residuales [%]	Población ámbito EPS [miles]	Población con alcantarillado [miles]
Áncash	EPS CHAVIN S.A.	0.00%	117	92
Apurímac	EMUSAP ABANCAY S.A.	0.00%	46	42
Apurímac	EMSAP CHANKA S.R.L.	0.00%	31	16
Arequipa	SEDAPAR S.R.L. (Rioja)	0.00%	20	9
Ayacucho	EPSASA	99.98%	220	178
Cajamarca	SEDACAJ S.A.	0.00%	181	147
Cajamarca	EPS MARAÑON S.R.L.	96.01%	95	47
Cerro de Pasco	EMAPA Pasco S.A.	0.00%	74	44
Cusco	SEDACUSCO S.A.	93.85%	387	362
Cusco	EMAQ S.R.LTDA.	0.00%	26	19
Cusco	EMPSSAPAL S.A.	0.00%	53	43
Cusco	EMSAPA CALCA S.R.L.	0.00%	11	11
Huancavelica	EMAPA HUANCVELICA S.A.C	0.00%	34	27
Huánuco	SEDA Huánuco S.A.	0.00%	229	173
Ica	EMAPISCO S.A.	100.00%	81	72
Ica	EMAPAVIGS S.A.C.	91.91%	37	27
Ica	SEMAPACH S.A.	99.77%	179	140
Ica	EMAPICA S.A.	99.97%	201	166
Junín	EPS Selva Central S.A.	25.43%	116	45
Junín	EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	0.00%	40	34
Junín	EPS MANTARO S.A.	77.30%	76	43
Junín	SEDAM HUANCAYO S.A.C.	0.00%	366	257
Junín	EMSAPA YAULI S.R.L.L.	0.00%	25	8
La Libertad	SEDALIB S.A.	58.18%	929	718
Lambayeque	EPSEL S.A.	90.58%	855	687
Lima	EMAPA Cañete S.A.	8.63%	177	107
Lima	EMAPA HUARAL S.A.	0.00%	84	58
Lima	EMAPA HUACHO S.A.	0.00%	112	104
Lima	SEDAPAL S.A.	21.27%	9,204	8,270
Lima	SEMAPA BARRANCA S.A.	0.00%	74	57
Loreto	EPS SEDALORETO S.A.	0.00%	469	241
Madre de Dios	EMAPAT S.R.Ltda.	0.00%	67	32
Moquegua	EPS MOQUEGUA S.A.	51.82%	51	45
Moquegua	EPS ILO S.A.	14.83%	66	61
Piura	EPS GRAU S.A.	45.47%	1,031	755
Puno	EMSA Puno S.A.	59.22%	169	145
Puno	EMAPA Y S.R.L.	0.00%	11	9
Puno	EPS NOR PUNO S.A.	45.10%	22	17
Puno	SEDAJULIACA S.A.	53.76%	245	201
Puno	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	37.93%	19	20
San Martín	EMAPA San Martín S.A.	0.00%	165	132
San Martín	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA.	0.00%	51	33
San Martín	SEDAPAR S.A.	14.97%	1,023	824
Tacna	EPS TACNA S.A.	77.47%	267	254
Tumbes	Aguas de Tumbes	26.09%	194	100
Ucayali	EMAPACOP S.A.	0.00%	219	136

Fuente: INEI/ <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

- b) Demanda biológica de oxígeno.- Esta variable es fundamental para la estimación de emisiones de metano de la fuente. Al no poseerse datos a nivel nacional se ha utilizado el valor correspondiente al Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, acápite 4.3.6. Este valor se encuentra en g/persona/día pero como se requiere en unidades de kg/1000 personas/día se ha realizado la respectiva conversión, y es usado para todos los INGEI.

Tabla 276: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

PAIS	DBO		
	g/persona/día	Kg/persona/día	Kg/1000 personas/año
PERU	50	0.05	18,250

Fuente: Elaboración propia en base a información del Reglamento Nacional de Edificaciones

4.6.3.3. Variables y constantes

Para estimar las emisiones de las aguas residuales domésticas se requieren de distintas variables y factores de emisión. Al no disponerse de información nacional se usan los sugeridos por el IPCC, es decir valores por defecto, usados para todos los INGEI.

Tabla 277: Otros factores de emisión usados para aguas residuales domésticas

Factor	Valor	Unidad
Factor de conversión de metano*	0.8	
Capacidad máxima de producción de metano**	0.6	kg CH ₄ /kg DBO
Volumen tratado de aguas residuales	32	%
Cobertura de tratamiento de aguas residuales domésticas en poblaciones urbanas	82.72	%

Fuente: * GL 2006, cuadro 6.8, página 6.23

** OBP 2000, página 5.18

Las EPS y su desarrollo 2013 (SUNASS)

4.6.4. Excretas humanas

4.6.4.1. Elección del nivel de cálculo

El IPCC no contiene un árbol de decisión para esta fuente pero si describe en sus GL1996 los modos de cálculo para determinar estas emisiones.

Ecuación 54: emisiones de N₂O procedentes de las excretas humanas

$$Emisiones_{(N_2O)} = CPC_{Prot} \cdot Pob \cdot FracN_{Prot} \cdot FE_6$$

Dónde:

$Emisiones_{(N_2O)}$	= emisiones de óxido nitroso
CPC_{Prot}	= consumo per cápita de proteínas
Pob	= población urbana
$FracN_{Prot}$	= fracción de nitrógeno en la proteína
FE_6	= factor de emisión del excremento producido

Fuente: Adecuada en base a indicaciones de los libros de trabajo del IPCC y GL1996, desperdicios, primera parte, página 6.25

4.6.4.2. Descripción del nivel de actividad

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad requerida y recopilada para los INGEI en la categoría excretas humana.

Tabla 278: Nivel de actividad requerido para excretas humanas

Código	Fuente de emisión	Nivel de actividad	Fuente de información	Calidad
6				Desechos
	6B			Tratamiento de aguas residuales
		6B2		Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas
			6Bb	Excretas humanas
		Población nacional 2000, 2005, 2010 y 2012	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI)	
Legenda de Calidad: <div> No es posible asegurar la calidad de los datos: Han sido estimados solo para fines del INGEI, puesto que no está disponible la información. Por tanto, si se cambian los criterios de estimación, los resultados son susceptibles de cambio. </div> <div> Buena parte de la información es oficial, sin embargo, esta es estimada en base a estudios que necesitarían ser actualizados. </div> <div> La información se considera confiable: Es manejada por dos o más entidades y no hay diferencias significativas entre estas, o bien se considera RELEVANTE, puesto que sirve para la toma de decisiones en el sector </div>				

- a) Población nacional. - Se requiere de este dato, para poder estimar la cantidad de nitrógeno en las excretas producidas. Tal como se señaló anteriormente, esta información se ha obtenido del INEI, teniéndose para los respectivos años:

Tabla 279: Población nacional 2012 - 2000

Año	Población
2000	25,985,588
2005	27,810,540
2010	29,461,933
2012	30,135,875

Fuente: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/#>

4.6.4.3. Variables y constantes

La variable requerida para estimar las emisiones de esta fuente son el consumo per-cápita de proteínas en el país, el cual fue obtenida del documento “Perfiles Nutricionales por Países - Perú”, emitido por la FAO⁵⁸ en el año 2000, y usado para todos los INGEI.

Tabla 280: Variable considerada para excretas humanas

Variable	Valor	Unidad
Porcentaje de proteínas	67	g/pers/día

Fuente: Perfil de País: Indicadores de Seguridad Alimentaria - FAO

Los factores de emisión requeridos y utilizados, disponibles en las GL 1996 son los siguientes:

Tabla 281: Otros factores de emisión usados para excretas humanas

Factor	Valor	Unidad
Fracción de nitrógeno en la proteína	0.16	Kg N/Kg proteína
Factor de emisión por excretas humanas	0.01	kgCH ₄ /kgDBO

Fuente: GL1996, desechos, página 6.

⁵⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

5. Resultados INGEI 2012 – 2005 y actualizaciones INGEI 2000 – 2010

De acuerdo a los resultados, las emisiones de GEI en el Perú se vienen incrementando, con diferentes crecimientos para cada uno de los sectores. La tendencia mostrada en los resultados de los cuatro INGEI es la mayor participación de USCUS (más del 50%), seguido del sector Energía (17% - 26%) y Agricultura (13% – 15%).

En el periodo 2000 – 2012, las emisiones de GEI del Perú (incluyendo USCUS) reportaron un incremento anual promedio de: 0.29%; sin considerar USCUS el crecimiento anual promedio fue de 3.05%. Los sectores con mayor crecimiento anual -en el periodo 2000-2012- fueron: PIUP (8.77%), Desechos (4.05%) y Energía (3.96%), este último reportó su mayor crecimiento anual en sus fuentes móviles o Transportes (5.37%), en comparación con sus fuentes fijas (3.18%). Considerando los años base de los INGEI, el mayor incremento anual (sin USCUS) se reportó en el periodo 2005-2010, impulsado –sobretudo- por el incremento en Energía, específicamente en Transportes (fuentes móviles). Los incrementos anuales por periodos se resumen en la siguiente tabla (Energía se ha dividido en fuentes fijas y móviles):

Tabla 282: Incrementos anuales de emisiones en los INGEI (%)

Sectores INGEI	% $\Delta_{2000-2005}$	% $\Delta_{2005-2010}$	% $\Delta_{2010-2012}$	% $\Delta_{2000-2012}$
Energía (fuentes fijas)	-0.34%	8.79%	1.09%	3.18%
Energía (fuentes móviles)	4.14%	7.63%	4.33%	5.37%
PIUP	7.26%	8.56%	10.50%	8.77%
Agricultura	0.95%	0.98%	0.50%	0.81%
USCUS	2.58%	-5.14%	-1.76%	-1.44%
Desechos	1.73%	4.69%	5.72%	4.05%
Total (con USCUS)	2.16%	-1.57%	0.28%	0.29%
Total (sin USCUS)	1.42%	5.19%	2.55%	3.05%

Fuentes: Elaboración propia

El periodo 2005-2010 reportó los mayores incrementos, tanto nacionales (sin USCUS), como para los sectores de PIUP, Energía y Desechos (incremento en el periodo de 42.81%, 41.66% y 23.45%, respectivamente). En el sector Energía, el mayor incremento del periodo se reportó para las fuentes fijas (43.93%), en comparación con sus fuentes móviles o Transporte (38.17%). Los incrementos por periodos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 283: Incrementos periódicos de emisiones en los INGEI (%)

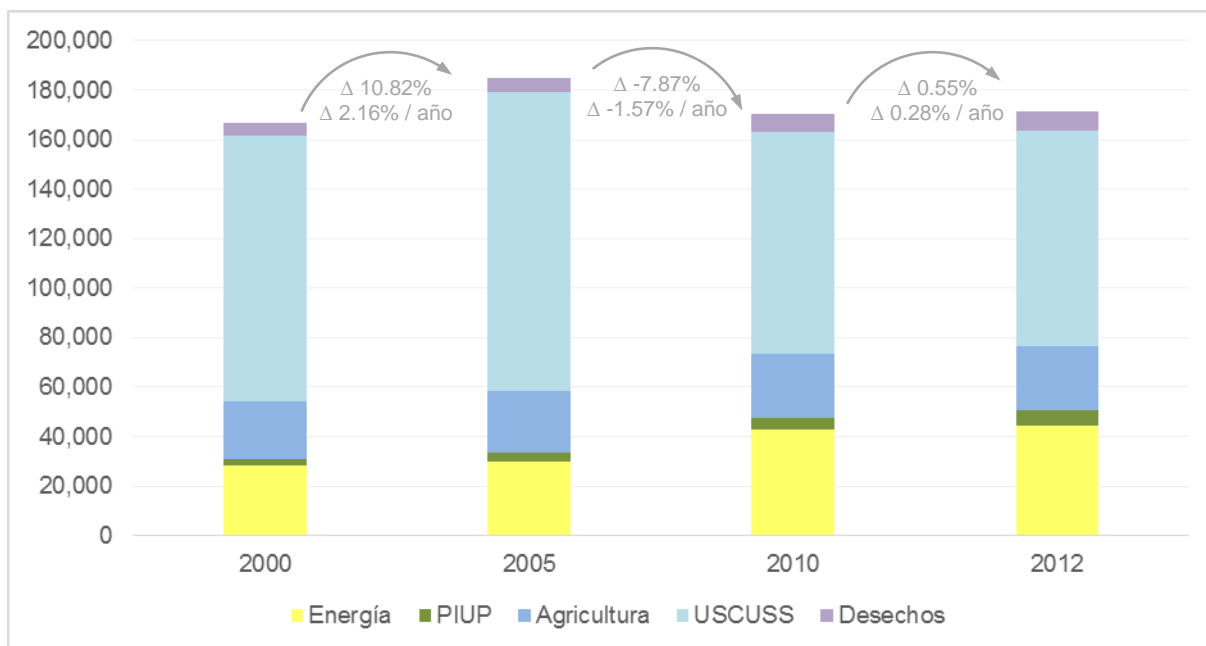
Sectores INGEI	% $\Delta_{2000-2005}$	% $\Delta_{2005-2010}$	% $\Delta_{2010-2012}$	% $\Delta_{2000-2012}$
Energía (fuentes fijas)	-1.69%	43.93%	2.18%	-1.69%
Energía (fuentes móviles)	20.71%	38.17%	8.66%	20.71%
PIUP	36.29%	42.81%	20.99%	36.29%
Agricultura	4.74%	4.91%	1.01%	4.74%
USCUS	12.90%	-25.72%	-3.52%	12.90%
Desechos	8.65%	23.45%	11.44%	8.65%
Total (con USCUS)	10.82%	-7.87%	0.55%	10.82%
Total (sin USCUS)	7.09%	25.96%	5.11%	7.09%

Fuentes: Elaboración propia

Aunque las emisiones de USCUS no se relacionan directamente con el incremento del PBI o la población, los resultados de los INGEI sugieren incrementos en el periodo. Es importante resaltar que el periodo ha sido bastante influido por el ingreso del gas natural –como combustible de consumo masivo-, el auge de la construcción (mayor uso de cemento, hierro y acero), el incremento del parque

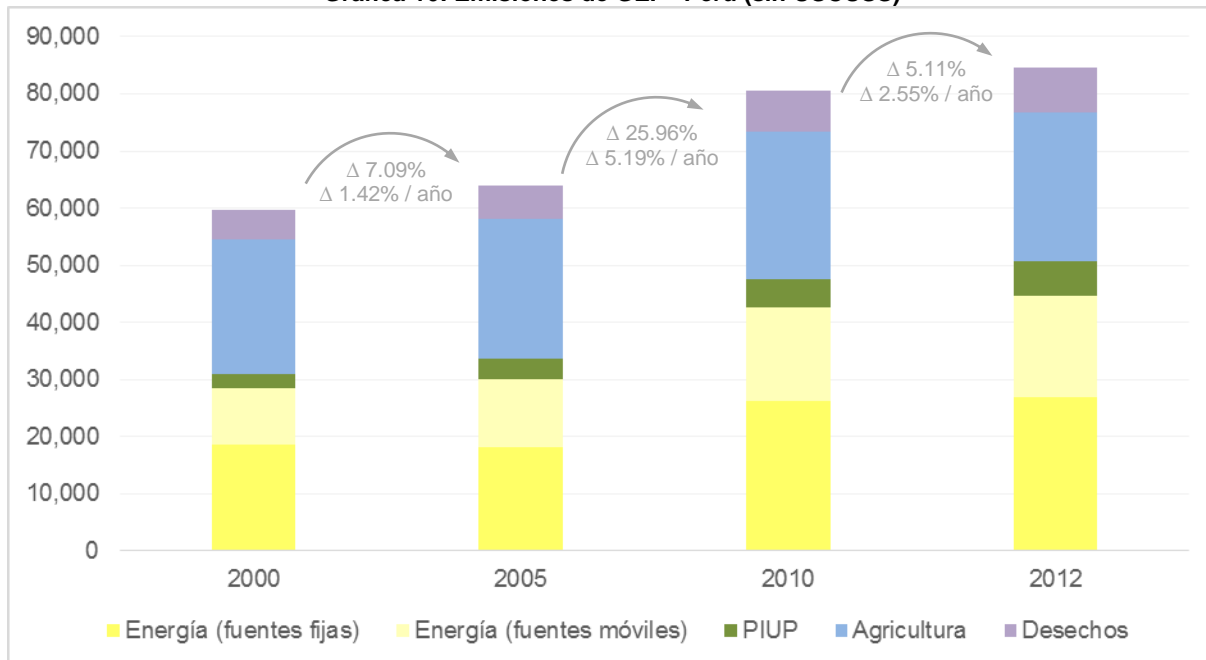
automotor, entre otros. Las emisiones de GEI y sus incrementos, se presentan en los siguientes gráficos:

Gráfica 15: Emisiones de GEI – Perú (con USCUS)



Fuente: resumen de tablas 5 - 8

Gráfica 16: Emisiones de GEI – Perú (sin USCUS)



Fuente: resumen de tablas 5 - 8

Considerando la población total del Perú⁽⁵⁹⁾, según los reportes oficiales del INEI, las emisiones per cápita reportan incrementos en los años de los INGEI, tal como se resume en la siguiente tabla:

⁵⁹ Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/#>

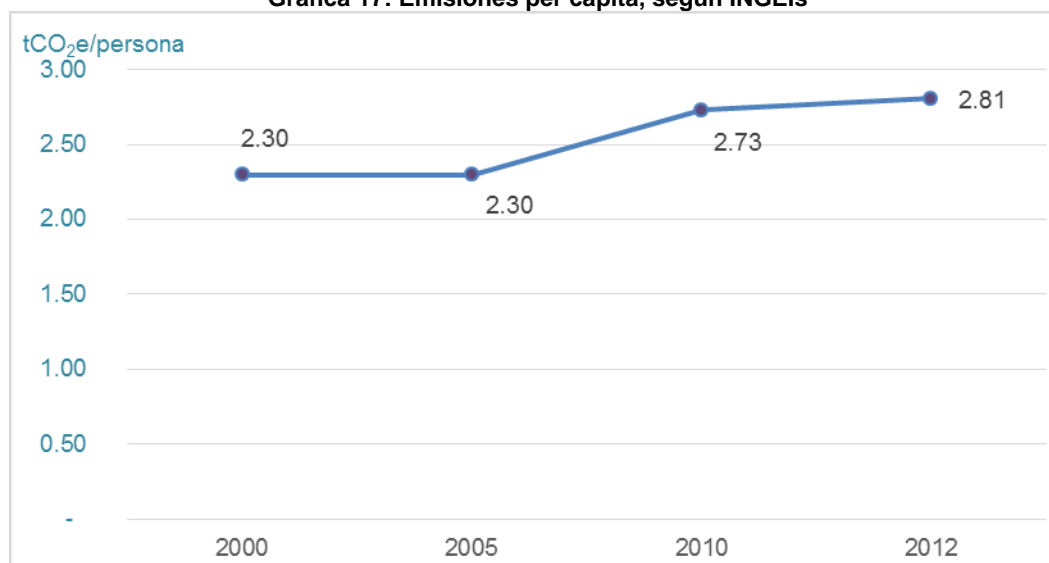
Tabla 284: Emisiones per cápita

Indicador	Per cápita 2000 [tCO ₂ e/persona]	Per cápita 2005 [tCO ₂ e/persona]	Per cápita 2010 [tCO ₂ e/persona]	Per cápita 2012 [tCO ₂ e/persona]
Población Perú	25,983,588	27,810,540	29,461,933	30,135,875
Emisiones (GgCO ₂ e)	166,857.64	184,910.61	170,365.81	171,309.57
Per cápita con USCUS	6.42	6.65	5.78	5.68
Per cápita sin USCUS	2.30	2.30	2.73	2.81

Fuentes: Elaboración propia

Las emisiones per cápita, se representan en la siguiente gráfica:

Gráfica 17: Emisiones per cápita, según INGEI



Fuentes: Tabla

Además, se comparó las emisiones de GEI reportadas (sin USCUS), con sus respectivos PBI a nivel sectorial (reportes financieros oficiales del INEI⁽⁶⁰⁾).

Tabla 285: PBI sectoriales por año

Valores del PBI [10 ⁶ PEN]*				
Descripción	2000	2005	2010	2012
Total	121,057	148,640	210,112	238,836
Energía (fuentes fijas)	44,666	45,069	48,240	50,017
Energía (fuentes móviles)	6,190	7,427	9,999	11,145
PIUP	6,099	7,276	14,135	16,721
Agricultura	10,729	12,259	15,820	17,384

Fuentes: Elaboración propia, con base en las partidas 17 y 25 de los indicadores financieros del INGEI

*Partidas consideradas por sectores IPCC:

Energía (fuentes fijas): energía, gas y agua.

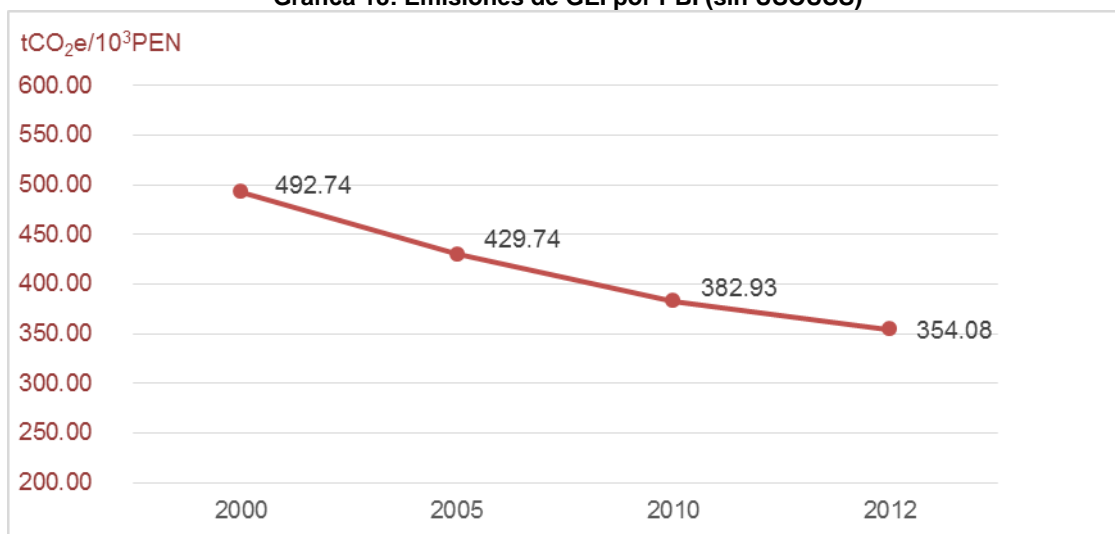
Energía (fuentes móviles): transporte terrestre, aéreo y marítimo.

PIUP: manufactura y construcción

Agricultura: agricultura, ganadería y silvicultura.

Así, se consideró el indicador de toneladas de dióxido de carbono equivalente por cada mil nuevos soles del PBI sectorial (tCO₂e/10³PEN). El indicador general (emisiones totales y PBI nacional) sugiere que las emisiones se incrementarían en menor medida que el PBI nacional, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

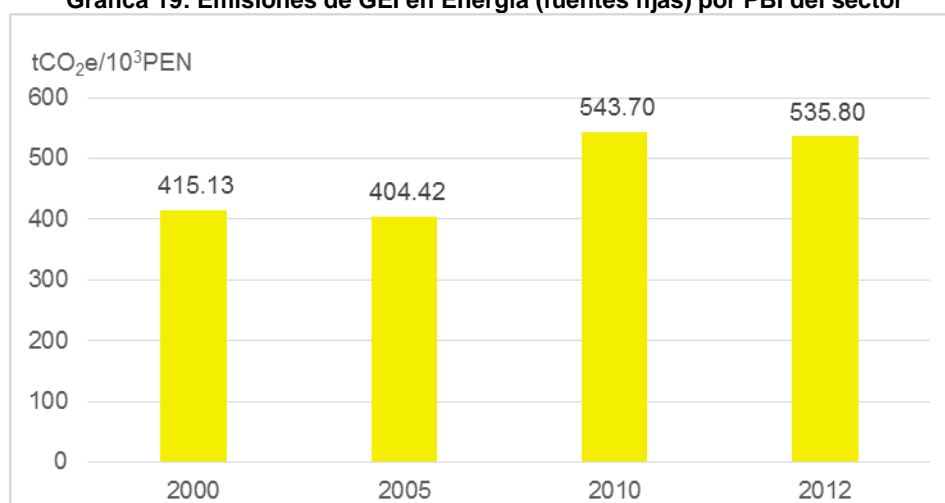
Gráfica 18: Emisiones de GEI por PBI (sin USCUS)



Fuentes: Elaboración propia

Este indicador se reportó de manera diferente en los diferentes sectores, tal como se muestra en las siguientes gráficas:

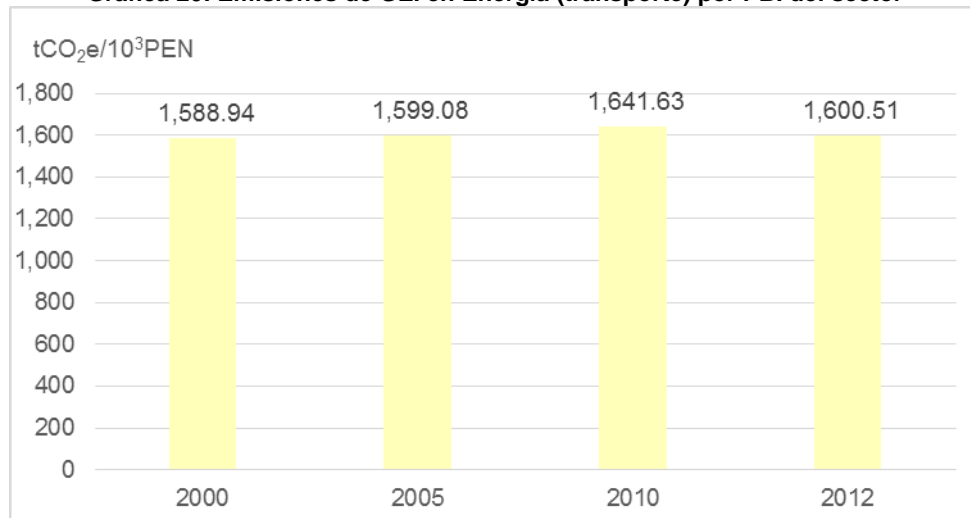
Gráfica 19: Emisiones de GEI en Energía (fuentes fijas) por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

De la gráfica anterior, si bien hay algunos años que reportan una leve desaceleraron (2005 y 2012) en las emisiones de GEI de Energía (fuentes fijas), respecto al crecimiento del PBI sectorial (partida de Electricidad, gas y agua), la tendencia general es el mayor crecimiento de las emisiones de GEI. Esta leve desaceleración sería generada por el ingreso del gas natural como fuente para la generación de electricidad en ciclo combinado.

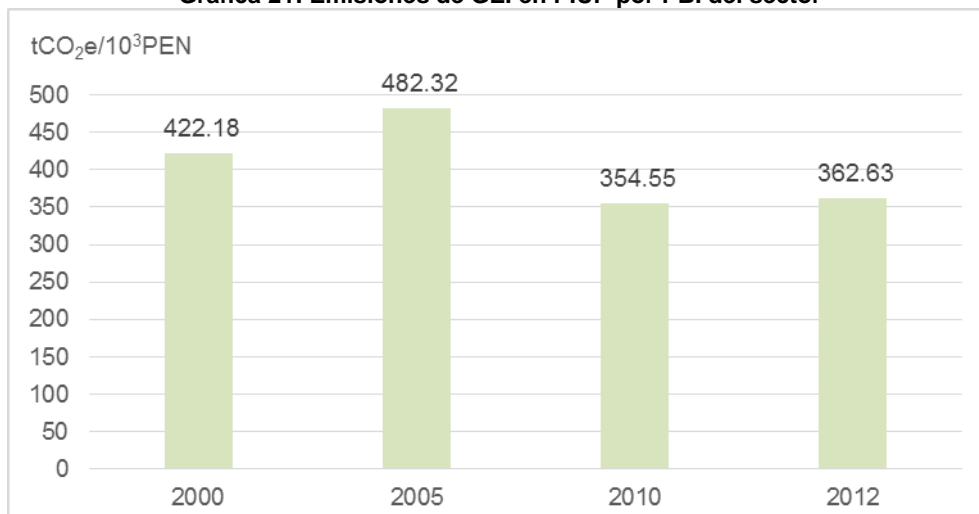
Gráfica 20: Emisiones de GEI en Energía (transporte) por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

De la gráfica anterior, las emisiones de GEI de Transporte (Energía – fuentes móviles) crecen en la misma medida del PBI sectorial (partidas de transporte terrestre, acuático y aviación), salvo en el año 2012 que se reportó una leve desaceleración en el incremento de las emisiones de GEI, respecto a su PBI sectorial. La tendencia general es a seguir la aceleración en las emisiones del sector transporte, no obstante el ingreso del gas natural y los biocombustibles.

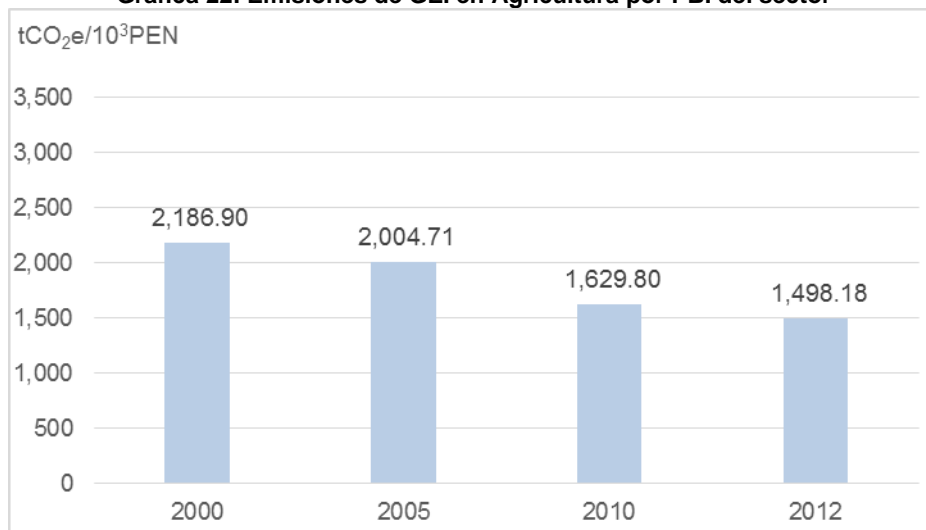
Gráfica 21: Emisiones de GEI en PIUP por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

En la gráfica anterior, se reportó una leve desaceleración de las emisiones de GEI de Procesos Industriales del año 2010, respecto a su PBI sectorial (partidas de Manufactura y Construcción). Esta leve desaceleración podría deberse al incremento de los precios del hierro y el acero en el periodo 2010-2011. Sin embargo las emisiones de GEI en Procesos Industriales, tiende a acelerarse, respecto de su PBI.

Gráfica 22: Emisiones de GEI en Agricultura por PBI del sector



Fuentes: Elaboración propia

En la gráfica anterior, se reportó una continua desaceleración de las emisiones de GEI de Agricultura, respecto a su PBI sectorial (partidas Agricultura, ganadería y silvicultura). Esta desaceleración podría explicarse por el crecimiento de productos que no incrementan las emisiones de GEI, como el plátano, palma aceitera, uva, naranja y café.

Las emisiones de GEI, para los años 2000, 2005, 2010 y 2012, se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 286: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000						128,680.36	1,187,886.18	42,682.79	166,857.64
1					Energía	23,889.78	204,635.95	613.14	28,377.21
	1A				Quema de combustibles	23,837.19	3,256.24	613.13	24,095.64
		1A1			Industrias de energía	2,558.59	195.34	34.10	2,573.26
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	2,024.02	60.57	15.97	2,030.24
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	1,767.41	50.09	13.88	1,772.76
				1A1a ⁱⁱ ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	256.61	10.47	2.09	257.48
			1A1b		Refinerías de petróleo	1.17	0.05	0.01	1.17
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	533.40	134.72	18.12	541.85
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	6,799.63	371.94	65.68	6,827.81
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	2,537.87	137.56	24.63	2,548.39
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	4,261.77	234.38	41.05	4,279.41
		1A3			Transporte	9,655.12	2,073.96	479.37	9,847.28
			1A3a		Aviación	426.12	2.98	11.92	429.88
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3a ⁱⁱ	Aviación nacional	426.12	2.98	11.92	429.88
			1A3b		Terrestre	9,021.73	2,052.98	453.39	9,205.39
			1A3c		Ferrovionario	24.23	1.36	9.35	27.16
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	170.77	16.15	4.61	172.54
			1A3e		Otro tipo de transporte	12.26	0.50	0.10	12.31
		1A4			Otros sectores	4,823.85	615.01	33.97	4,847.29
			1A4a		Público ^{*5}	733.16	103.14	6.18	737.24
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	2,831.54	347.26	17.53	2,844.26
			1A4c		Agricultura ^{*7}	197.81	20.88	1.64	198.76
			1A4d		Pesquería ^{*8}	1,061.34	143.74	8.62	1,067.03

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
1B					Emisiones fugitivas de combustibles	52.59	201,379.71	0.01	4,281.57
	1B1				Combustibles sólidos	0.61	222.22	0.00	5.27
	1B2				Petróleo y gas natural	51.99	201,157.49	0.00	4,276.29
2					Procesos Industriales y uso de productos	2,574.88	-	-	2,574.88
	2A				Productos minerales	1,921.92	-	-	1,921.92
		2A1			Producción de cemento	1,711.13	-	-	1,711.13
		2A2			Producción de cal	107.79	-	-	107.79
		2A4			Otros usos de carbonatos	103.01	-	-	103.01
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	93.82			93.82
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	9.18			9.18
	2B				Industria química	4.46	-	-	4.46
		2B1			Producción de amoníaco	0.97	-	-	0.97
		2B2			Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
		2B3			Producción de ácido adípico	-	-	-	-
		2B4			Producción de carburo de calcio	3.49	-	-	3.49
	2C				Producción de metal	648.50	-	-	648.50
		2C1			Producción de hierro y acero	506.35	-	-	506.35
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
		2C3			Producción de aluminio	1.45	-	-	1.45
		2C5			Producción de Plomo	140.70	-	-	140.70
		2C6			Producción de Zinc	-	-	-	-
4					Agricultura	-	556,214.06	38,010.38	23,463.71
	4A				Fermentación entérica		478,563.20	-	10,049.83
	4B				Manejo del estiércol		12,988.07	2,418.05	1,022.34
	4C				Cultivos de arroz		39,446.48	-	828.38
	4D				Suelos agrícolas		-	35,223.78	10,919.37
	4E				Quema de sabanas (pastos)		20,175.43	249.67	501.08
	4F				Quema de residuos agrícolas		5,040.89	118.88	142.71

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	102,215.70	201,405.58	2,461.62	107,208.32
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	25,909.62	-	-	25,909.62
		5A1*			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	29,184.51	-	-	29,184.51
		5A2*			Incremento de biomasa	- 2,980.50	-	-	- 2,980.50
		5A3*			Cultivos Perennes	- 294.39	-	-	- 294.39
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	100,346.14	-	-	100,346.14
		5B1*			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	98,784.69	-	-	98,784.69
		5B2*			Tierra Forestal a Praderas	1,463.03	-	-	1,463.03
		5B3*			Tierra Forestal a Asentamientos	15.34	-	-	15.34
		5B4*			Tierra Forestal a otros	83.09	-	-	83.09
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 24,273.07	-	-	- 24,273.07
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	233.00	-	-	233.00
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	201,405.58	2,461.62	4,992.62
6					Desechos	-	225,630.58	1,597.65	5,233.51
	6A				Disposición de residuos sólidos		194,661.42		4,087.89
		6A1			Residuos sólidos		194,661.42		4,087.89
	6B				Tratamiento de aguas residuales		30,969.16	1,597.65	1,145.62
		6B1			Efluentes industriales		10,187.70		213.94
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		20,781.46	1,597.65	931.68
			6B2a		Aguas residuales domésticas		20,781.46		436.41
			6Bb		Excretas humanas		-	1,597.65	495.27

Tabla 287: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2005

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2005						145,556.23	1,220,605.72	44,263.44	184,910.61
1					Energía	26,212.30	175,729.04	649.59	30,103.98
	1A				Quema de combustibles	26,035.44	3,219.71	649.58	26,304.42
		1A1			Industrias de energía	3,425.02	194.74	25.63	3,437.05
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	2,823.98	59.58	7.60	2,827.59
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	2,718.93	55.30	6.74	2,722.18
				1A1a ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	105.05	4.28	0.86	105.41
			1A1b		Refinerías de petróleo	137.00	2.58	0.28	137.14
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	464.04	132.58	17.75	472.32
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,607.36	424.77	71.92	7,638.57
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	1,951.86	99.22	17.78	1,959.46
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	5,655.50	325.55	54.13	5,679.11
		1A3			Transporte	11,675.39	2,209.11	532.81	11,886.95
			1A3a		Aviación	309.11	2.16	8.65	311.84
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3a ⁱⁱ	Aviación nacional	309.11	2.16	8.65	311.84
			1A3b		Terrestre	9,668.78	2,053.81	471.01	9,857.92
			1A3c		Ferrovionario	25.47	1.43	9.83	28.54
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,662.21	151.30	43.23	1,678.79
			1A3e		Otro tipo de transporte	9.83	0.41	0.09	9.87
		1A4			Otros sectores	3,327.67	391.10	19.23	3,341.84
			1A4a		Público ^{*5}	621.78	87.76	5.26	625.25
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	1,642.82	165.88	5.49	1,648.00

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
			1A4c		Agricultura ^{*7}	105.24	9.23	0.87	105.71
			1A4d		Pesquería ^{*8}	957.84	128.23	7.61	962.89
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	176.86	172,509.33	0.00	3,799.56
		1B1			Combustibles sólidos	2.15	786.51		18.67
		1B2			Petróleo y gas natural	174.71	171,722.82	0.00	3,780.89
2					Procesos Industriales y uso de productos	3,509.18	-	-	3,509.18
	2A				Productos minerales	2,642.27			2,642.27
		2A1			Producción de cemento	2,365.48			2,365.48
		2A2			Producción de cal	101.31			101.31
		2A4			Otros usos de carbonatos	175.48			175.48
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	159.87			159.87
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	15.61			15.61
	2B				Industria química	4.77			4.77
		2B1			Producción de amoníaco	1.04			1.04
		2B2			Producción de ácido nítrico	-			-
		2B3			Producción de ácido adípico	-			-
		2B4			Producción de carburo de calcio	3.73			3.73
	2C				Producción de metal	862.13			862.13
		2C1			Producción de hierro y acero	692.19			692.19
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-			-
		2C3			Producción de aluminio	3.88			3.88
		2C5			Producción de Plomo	166.07			166.07
		2C6			Producción de Zinc	-			-
4					Agricultura	-	589,576.61	39,340.03	24,576.52
	4A				Fermentación entérica		499,838.45	-	10,496.61
	4B				Manejo del estiércol		13,906.79	2,642.20	1,111.13
	4C				Cultivos de arroz		50,461.50	-	1,059.69
	4D				Suelos agrícolas		-	36,287.30	11,249.06

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
	4E				Quema de sabanas (pastos)		17,476.61	216.27	434.05
	4F				Quema de residuos agrícolas		7,893.26	194.25	225.98
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	115,834.75	209,768.80	2,563.84	121,034.69
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	51,919.78	-	-	51,919.78
		5A1*			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	54,502.58	-	-	54,502.58
		5A2*			Incremento de biomasa	- 2,498.87	-	-	- 2,498.87
		5A3*			Cultivos Perennes	83.93	-	-	- 83.93
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	75,911.12	-	-	75,911.12
		5B1*			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	74,401.20	-	-	74,401.20
		5B2*			Tierra Forestal a Praderas	1,276.65	-	-	1,276.65
		5B3*			Tierra Forestal a Asentamientos	24.56	-	-	24.56
		5B4*			Tierra Forestal a otros	208.71	-	-	208.71
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 12,342.55	-	-	- 12,342.55
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	346.40	-	-	346.40
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	209,768.80	2,563.84	5,199.94
6					Desechos	-	245,531.27	1,709.98	5,686.25
	6A				Disposición de residuos sólidos		201,427.93		4,229.99
		6A1			Residuos sólidos		201,427.93		4,229.99
	6B				Tratamiento de aguas residuales		44,103.34	1,709.98	1,456.26
		6B1			Efluentes industriales		12,718.34		267.09
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		31,385.00	1,709.98	1,189.18
			6B2a		Aguas residuales domésticas		31,385.00		659.09
			6Bb		Excretas humanas			1,709.98	530.09

Tabla 288: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2010

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2010							1,251,737.11	46,706.29	170,365.81
1					Energía	38,786.83	170,801.60	871.98	42,643.98
	1A				Quema de combustibles	38,222.75	5,327.32	871.98	38,604.94
		1A1			Industrias de energía	11,248.17	328.75	58.99	11,273.36
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	7,980.22	156.94	34.41	7,994.18
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	7,669.44	144.35	31.89	7,682.36
				1A1aii ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	310.78	12.59	2.52	311.83
			1A1b		Refinerías de petróleo	2,130.08	50.06	7.16	2,133.35
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	1,137.87	121.75	17.42	1,145.83
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,520.12	386.37	61.73	7,547.37
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	5,835.25	309.40	48.01	5,856.63
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	1,684.87	76.97	13.72	1,690.74
		1A3			Transporte	16,106.29	4,266.51	737.00	16,424.36
			1A3a		Aviación	677.08	4.74	18.94	683.05
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3aii	Aviación nacional	677.08	4.74	18.94	683.05
			1A3b		Terrestre	13,650.85	4,101.39	659.61	13,941.46
			1A3c		Ferroviario	34.19	1.91	13.20	38.32
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,735.30	158.10	45.17	1,752.62
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.88	0.37	0.08	8.92
		1A4			Otros sectores	3,348.17	345.70	14.26	3,359.85
			1A4a		Público ^{*5}	711.75	100.44	6.01	715.72
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	2,058.47	167.43	3.64	2,063.11
			1A4c		Agricultura ^{*7}	101.64	14.10	0.85	102.20
			1A4d		Pesquería ^{*8}	476.31	63.73	3.76	478.81
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	564.08	165,474.28	0.01	4,039.04

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		1B1			Combustibles sólidos	4.42	1,616.73	-	38.37
		1B2			Petróleo y gas natural	559.66	163,857.55	0.01	4,000.67
2					Procesos Industriales y uso de productos	5,011.56	-	-	5,011.56
	2A				Productos minerales	3,790.53	-	-	3,790.53
		2A1			Producción de cemento	3,266.70	-	-	3,266.70
		2A2			Producción de cal	243.87	-	-	243.87
		2A4			Otros usos de carbonatos	279.95	-	-	279.95
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	249.55	-	-	249.55
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	30.41	-	-	30.41
	2B				Industria química	8.37	-	-	8.37
		2B1			Producción de amoníaco	1.89	-	-	1.89
		2B2			Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
		2B3			Producción de ácido adípico	-	-	-	-
		2B4			Producción de carburo de calcio	6.48	-	-	6.48
	2C				Producción de metal	1,212.66	-	-	1,212.66
		2C1			Producción de hierro y acero	1,071.47	-	-	1,071.47
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
		2C3			Producción de aluminio	4.96	-	-	4.96
		2C5			Producción de Plomo	136.23	-	-	136.23
		2C6			Producción de Zinc	-	-	-	-
4					Agricultura	-	607,799.31	41,998.71	25,783.39
	4A				Fermentación entérica		516,020.12	-	10,836.42
	4B				Manejo del estiércol		14,570.43	3,221.03	1,304.50
	4C				Cultivos de arroz		54,723.24	-	1,149.19
	4D				Suelos agrícolas		-	38,408.54	11,906.65
	4E				Quema de sabanas (pastos)		14,512.29	179.59	360.43
	4F				Quema de residuos agrícolas		7,973.22	189.56	226.20
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	85,801.98	165,605.55	2,024.07	89,907.16
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	13,169.82	-	-	13,169.82

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		5A1*			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	17,110.56	-	-	17,110.56
		5A2*			Incremento de biomasa	- 3,456.59	-	-	- 3,456.59
		5A3*			Cultivos Perennes	- 484.16	-	-	- 484.16
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	83,238.36	-	-	83,238.36
		5B1*			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	73,311.48	-	-	73,311.48
		5B2*			Tierra Forestal a Praderas	7,497.72	-	-	7,497.72
		5B3*			Tierra Forestal a Asentamientos	171.53	-	-	171.53
		5B4*			Tierra Forestal a otros	2,257.62	-	-	2,257.62
	5C				Abandono de tierras cultivadas	- 10,948.06	-	-	- 10,948.06
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	341.88	-	-	341.88
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	165,605.55	2,024.07	4,105.18
6					Desechos	-	307,530.66	1,811.52	7,019.72
	6A				Disposición de residuos sólidos		252,248.16		5,297.21
		6A1			Residuos sólidos		252,248.16		5,297.21
	6B				Tratamiento de aguas residuales		55,282.50	1,811.52	1,722.50
		6B1			Efluentes industriales		14,686.97		308.43
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		40,595.53	1,811.52	1,414.08
			6B2a		Aguas residuales domésticas		40,595.53		852.51
			6Bb		Excretas humanas			1,811.52	561.57

Tabla 289: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012						130,871.39	1,219,776.58	47,815.69	171,309.57
1					Energía	42,147.17	105,118.45	913.45	44,637.83
	1A				Quema de combustibles	40,856.88	6,573.72	913.44	41,278.10
		1A1			Industrias de energía	11,857.00	358.15	52.59	11,880.83
			1A1a		Producción de electricidad como actividad principal	8,653.26	159.49	25.95	8,664.66
				1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	8,468.02	151.93	24.44	8,478.79
				1A1a ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	185.24	7.56	1.51	185.87
			1A1b		Refinerías de petróleo	1,913.13	34.35	3.48	1,914.93
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	1,290.61	164.30	23.16	1,301.24
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,781.05	418.76	61.39	7,808.88
			1A2a ^{*3}		Minería y cantería	6,175.91	316.76	47.76	6,197.37
			1A2b ^{*4}		Otras industrias de manufactura y construcción	1,605.15	102.01	13.63	1,611.51
		1A3			Transporte	17,490.61	5,392.90	784.12	17,846.94
			1A3a		Aviación	724.87	5.07	20.28	731.26
				1A3ai	Aviación internacional				
				1A3a ⁱⁱ	Aviación nacional	724.87	5.07	20.28	731.26
			1A3b		Terrestre	14,934.66	5,222.28	706.95	15,263.48
			1A3c		Ferroviario	26.00	1.46	10.03	29.14
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,796.61	163.74	46.78	1,814.55
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.48	0.35	0.08	8.51
		1A4			Otros sectores	3,728.22	403.91	15.35	3,741.46
			1A4a		Público ^{*5}	814.99	114.61	6.85	819.52
			1A4b		Residencial / Comercial ^{*6}	2,363.89	194.39	4.06	2,369.23
			1A4c		Agricultura ^{*7}	126.00	38.30	1.09	127.14
			1A4d		Pesquería ^{*8}	423.34	56.61	3.34	425.57
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	1,290.29	98,544.73	0.01	3,359.73
		1B1			Combustibles sólidos	8.29	3,034.20	0.00	72.01
		1B2			Petróleo y gas natural	1,282.00	95,510.54	0.01	3,287.72

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
2					Procesos Industriales y uso de productos	6,063.54	-	-	6,063.54
	2A				Productos minerales	4,518.20	-	-	4,518.20
		2A1			Producción de cemento	3,812.90		-	3,812.90
		2A2			Producción de cal	325.38	-	-	325.38
		2A4			Otros usos de carbonatos	379.93			379.93
			2A4a		Cerámicas (ladrillos)	352.98	-	-	352.98
			2A4b		Otros usos de ceniza de sosa	26.95	-	-	26.95
	2B				Industria química	10.97	-	-	10.97
		2B1			Producción de amoníaco	2.39	-	-	2.39
		2B2			Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
		2B3			Producción de ácido adípico	-	-	-	-
		2B4			Producción de carburo de calcio	8.58	-	-	8.58
	2C				Producción de metal	1,534.37	-	-	1,534.37
		2C1			Producción de hierro y acero	1,390.04	-	-	1,390.04
		2C2			Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
		2C3			Producción de aluminio	4.27	-	-	4.27
		2C5			Producción de Plomo	131.64	-	-	131.64
		2C6			Producción de Zinc	8.42	-	-	8.42
4					Agricultura	-	604,867.00	43,037.01	26,043.68
	4A				Fermentación entérica		511,197.28	-	10,735.14
	4B				Manejo del estiércol		14,106.69	3,298.14	1,318.66
	4C				Cultivos de arroz		55,774.87	-	1,171.27
	4D				Suelos agrícolas		-	39,340.54	12,195.57
	4E				Quema de sabanas (pastos)		14,724.69	182.22	365.71
	4F				Quema de residuos agrícolas		9,063.47	216.12	257.33
5					Uso de suelos, cambio de uso de suelos y silvicultura	82,660.68	164,640.59	2,012.27	86,741.94
	5A				Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	14,777.02	-	-	14,777.02
		5A1*			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	18,700.49	-	-	18,700.49
		5A2*			Incremento de biomasa	3,185.80			3,185.80
		5A3*			Cultivos Perennes	737.68			737.68
	5B				Conversión de Bosques y Praderas	79,771.81			79,771.81
		5B1*			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	70,939.21			70,939.21

Clasificación					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nítrico [MgN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
		5B2*			Tierra Forestal a Praderas	7,000.96	-	-	7,000.96
		5B3*			Tierra Forestal a Asentamientos	583.42	-	-	583.42
		5B4*			Tierra Forestal a otros	1,248.22	-	-	1,248.22
	5C				Abandono de tierras cultivadas	12,300.58	-	-	12,300.58
	5D				Emisiones y absorciones en el suelo	412.44	-	-	412.44
	5E				Otros (gases no CO ₂)	-	164,640.59	2,012.27	4,081.26
6					Desechos	-	345,150.54	1,852.96	7,822.58
	6A				Disposición de residuos sólidos	-	285,964.38	-	6,005.25
		6A1			Residuos sólidos		285,964.38	-	6,005.25
	6B				Tratamiento de aguas residuales		59,186.16	1,852.96	1,817.33
		6B1			Efluentes industriales		15,959.88	-	335.16
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	43,226.28	1,852.96	1,482.17
			6B2a		Aguas residuales domésticas		43,226.28	-	907.75
			6Bb		Excretas humanas		-	1,852.96	574.42

5.1. Energía

Las emisiones en Energía (incluyendo Transportes) se han incrementado de manera continua en el periodo 2000 – 2012, con un crecimiento total de 57.33%. El periodo de mayor incremento fue reportado en 2005 -2010, con un crecimiento de las emisiones de 41.66%, influenciado –sobretudo- por la alta demanda de energía eléctrica en los diferentes sectores económicos del país.

El crecimiento anual promedio en el periodo 2000 – 2012 fue de 3.97%, reportándose el mayor crecimiento anual promedio en el periodo 2005 y 2010 (8.33% anual).

5.1.1. Energía (fuentes estacionarias)

Los resultados de los INGEI y las actualizaciones, en el sector Energía, se detallan en las siguientes tablas:

El sector Energía, incluyendo Transporte, reportó 28,377.21 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2000**. Las emisiones por fuentes fijas se reportaron en 18,529.93 GgCO₂e. El reporte de las emisiones en Energía se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 290: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2000

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1					Energía	23,889.78	204,635.95	613.14	28,377.21
	1A				Quema de combustibles	23,837.19	3,256.24	613.13	24,095.64
		1A1			Industrias de energía	2,558.59	195.34	34.10	2,573.26
			1A1a		Producción de electricidad y calor como actividad principal	2,024.02	60.57	15.97	2,030.24
				1A1ai	Generación de electricidad - SEIN	1,767.41	50.09	13.88	1,772.76
				1A1a _{ii}	Generación de electricidad - SA	256.61	10.47	2.09	257.48
			1A1b		Refinación de petróleo	1.17	0.05	0.01	1.17
			1A1c		Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	533.40	134.72	18.12	541.85
				1A1ci	Combustibles sólidos	438.48	131.54	17.54	446.68
				1A1c _{ii}	Otras industrias de la energía	94.92	3.18	0.58	95.17
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	6,799.63	371.94	65.68	6,827.81
			1A2a		Minería	2,537.87	137.56	24.63	2,548.39
			1A2b		Otras industrias de manufactura y construcción	4,261.77	234.38	41.05	4,279.41
		1A3			Transporte	9,655.12	2,073.96	479.37	9,847.28
			1A3a		Aviación civil	426.12	2.98	11.92	429.88

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
			1A3b		Transporte terrestre	9,021.73	2,052.98	453.39	9,205.39
			1A3c		Ferroviario	24.23	1.36	9.35	27.16
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	170.77	16.15	4.61	172.54
			1A3e		Otro tipo de transporte	12.26	0.50	0.10	12.31
		1A4			Otros sectores	4,823.85	615.01	33.97	4,847.29
			1A4a		Público	733.16	103.14	6.18	737.24
			1A4b		Residencial / Comercial	2,831.54	347.26	17.53	2,844.26
			1A4c		Agricultura	197.81	20.88	1.64	198.76
			1A4d		Pesquería	1,061.34	143.74	8.62	1,067.03
	B				Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	52.59	201,379.71	0.01	4,281.57
		1B1			Combustibles sólidos	0.61	222.22	0.00	5.27
		1B2			Petróleo y gas natural	51.99	201,157.49	0.00	4,276.29

Fuente: Elaboración propia

El sector Energía, incluyendo Transporte, reportó 30,103.98 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), para el **INGEI 2005**. Las emisiones por fuentes fijas se reportaron en 18,217.02 GgCO₂e. El reporte de las emisiones en Energía se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 291: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2005

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1					Energía	26,212.30	175,729.04	649.59	30,103.98
	1A				Quema de combustibles	26,035.44	3,219.71	649.58	26,304.42
		1A1			Industrias de energía	3,425.02	194.74	25.63	3,437.05
			1A1a		Producción de electricidad y calor como actividad principal	2,823.98	59.58	7.60	2,827.59
				1A1ai	Generación de electricidad - SEIN	2,718.93	55.30	6.74	2,722.18
				1A1aii	Generación de electricidad - SA	105.05	4.28	0.86	105.41
			1A1b		Refinación de petróleo	137.00	2.58	0.28	137.14
			1A1c		Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	464.04	132.58	17.75	472.32
				1A1ci	Combustibles sólidos	438.48	131.54	17.54	446.68
				1A1cii	Otras industrias de la energía	25.56	1.03	0.21	25.64

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,607.36	424.77	71.92	7,638.57
			1A2a		Minería y cantería	1,951.86	99.22	17.78	1,959.46
			1A2b		Otras industrias de manufactura y construcción	5,655.50	325.55	54.13	5,679.11
		1A3			Transporte	11,675.39	2,209.11	532.81	11,886.95
			1A3a		Aviación civil	309.11	2.16	8.65	311.84
			1A3b		Transporte terrestre	9,668.78	2,053.81	471.01	9,857.92
			1A3c		Ferrovial	25.47	1.43	9.83	28.54
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,662.21	151.30	43.23	1,678.79
			1A3e		Otro tipo de transporte	9.83	0.41	0.09	9.87
				1A2ei	Transporte por gaseoductos	9.83	0.40	0.08	9.86
				1A2eii	Todo terreno	0.00	0.01	0.01	0.00
		1A4			Otros sectores	3,327.67	391.10	19.23	3,341.84
			1A4a		Público	621.78	87.76	5.26	625.25
			1A4b		Residencial / Comercial	1,642.82	165.88	5.49	1,648.00
			1A4c		Agricultura	105.24	9.23	0.87	105.71
			1A4d		Pesquería	957.84	128.23	7.61	962.89
	1B				Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	176.86	172,509.33	0.00	3,799.56
		1B1			Combustibles sólidos	2.15	786.51	-	18.67
		1B2			Petróleo y gas natural	174.71	171,722.82	0.00	3,780.89

Fuente: Elaboración propia

El sector Energía, incluyendo Transporte, reportó 42,643.98 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), para el **INGEI 2010**. Las emisiones por fuentes fijas se reportaron en 26,798.94 GgCO₂e. El reporte de las emisiones en Energía se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 292: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2010

Código de sector y categorías de fuentes (GL1996)					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nitroso [tN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
1					Energía	38,786.64	170,801.60	871.98	42,643.79
	1A				Quema de combustibles	38,222.56	5,327.32	871.98	38,604.75
		1A1			Industrias de energía	11,247.98	328.75	58.99	11,273.17

Código de sector y categorías de fuentes (GL1996)					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
			1A1a		Producción de electricidad y calor públicas	7,980.03	156.94	34.41	7,993.99
				1A1ai	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)	7,669.44	144.35	31.89	7,682.36
				1A1aii	Sistema Aislado (SA)	310.59	12.59	2.52	311.64
			1A1b		Refinerías de petróleo	2,130.08	50.06	7.16	2,133.35
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	1,137.87	121.75	17.42	1,145.83
				1A1ci	Combustibles sólidos	314.60	95.00	12.59	320.50
				1A1cii	Otras industrias de la energía	823.27	26.75	4.83	825.33
		1A2			Industrias de la manufactura y construcción	7,520.12	386.37	61.73	7,547.37
			1A2a		Minería y cantería	1,684.87	76.97	13.72	1,690.74
			1A2b		Otras industrias de manufactura y construcción	5,835.25	309.40	48.01	5,856.63
		1A3			Transporte	16,106.29	4,266.51	737.00	16,424.36
			1A3a		Aviación	677.08	4.74	18.94	683.05
			1A3b		Terrestre	13,650.85	4,101.39	659.61	13,941.46
			1A3c		Ferrovioario	34.19	1.91	13.20	38.32
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,735.30	158.10	45.17	1,752.62
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.88	0.37	0.08	8.92
		1A4			Otros sectores	3,348.17	345.70	14.26	3,359.85
			1A4a		Público	711.75	100.44	6.01	715.72
			1A4b		Residencial / Comercial	2,058.47	167.43	3.64	2,063.11
			1A4c		Agricultura	101.64	14.10	0.85	102.20
			1A4d		Pesquería	476.31	63.73	3.76	478.81
	1B				Emisiones fugitivas de combustibles	564.08	165,474.28	0.01	4,039.04
		1B1			Combustibles sólidos	4.42	1,616.73	-	38.37
		1B2			Petróleo y gas natural	559.66	163,857.55	0.01	4,000.67

Fuente: Elaboración propia

El sector Energía, incluyendo Transporte, reportó 44,637.83 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), para el **INGEI 2012**. Las emisiones por fuentes fijas se reportaron en 26,798.94 GgCO₂e. El reporte de las emisiones en Energía se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 293: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Energía (fuentes estacionarias) – 2012

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1					Energía	42,147.17	105,118.45	913.45	44,637.83
	1A				Quema de combustibles	40,856.88	6,573.72	913.44	41,278.10
		1A1			Industrias de energía	11,857.00	358.15	52.59	11,880.83
			1A1a		Producción de electricidad y calor como actividad principal	8,653.26	159.49	25.95	8,664.66
				1A1ai	Generación de electricidad - SEIN	8,468.02	151.93	24.44	8,478.79
				1A1a ⁱⁱⁱ	Generación de electricidad - SA	185.24	7.56	1.51	185.87
			1A1b		Refinación de petróleo	1,913.13	34.35	3.48	1,914.93
			1A1c		Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	1290.61	164.30	23.16	1301.24
				1A1ci	Combustibles sólidos	460.40	138.12	18.42	469.01
				1A1c ⁱⁱ	Otras industrias de la energía	830.21	26.18	4.74	832.23
		1A2			Industrias de manufactura y construcción	7,781.05	418.76	61.39	7,808.88
			1A2a		Minería	1,605.15	102.01	13.63	1,611.51
			1A2b		Otras industrias de manufactura y construcción	6,175.91	316.76	47.76	6,197.37
		1A3			Transporte	17,490.61	5,392.90	784.12	17,846.94
			1A3a		Aviación civil	724.87	5.07	20.28	731.26
					Aviación nacional	724.87	5.07	20.28	731.26
			1A3b		Transporte terrestre	14,934.66	5,222.28	706.95	15,263.48
			1A3c		Ferrovionario	26.00	1.46	10.03	29.14
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,796.61	163.74	46.78	1,814.55
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.48	0.35	0.08	8.51
				1A2e ⁱ	Transporte por gaseoductos	8.32	0.34	0.07	8.35
				1A2e ⁱⁱ	Todo terreno	0.16	0.01	0.01	0.16
		1A4			Otros sectores	3,728.22	403.91	15.35	3,741.46
			1A4a		Público	814.99	114.61	6.85	819.52
			1A4b		Residencial / Comercial	2,363.89	194.39	4.06	2,369.23
			1A4c		Agricultura	126.00	38.30	1.09	127.14

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [MgCH ₄]	Óxido nitroso [MgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
			1A4d		Pesca	423.34	56.61	3.34	425.57
	B				Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	1,290.29	98,544.73	0.01	3,359.73
		1B1			Combustibles sólidos	8.29	3,034.20	0.00	72.01
		1B2			Petróleo y gas natural	1,282.00	95,510.54	0.01	3,287.72

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Energía (fuentes móviles)

La categoría de Transporte generó 17,846.94 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), para el **INGEI 2012**, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 294: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2012

Código de categorías de fuentes - GL2006					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nitroso [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1					Energía				
	1A				Quema de Combustibles				
		1A3			Transporte	17,490.61	5,392.90	784.12	17,846.94
				1A3ai	Aviación Internacional				
				1A3a ⁱⁱ	Aviación de nacional	724.87	5.07	20.28	731.26
			1A3b		Transporte terrestre	14,934.66	5,222.28	706.95	15,263.48
				1A3bi	Automóviles	3,685.79	2,491.66	153.17	3,785.60
				1A3b ⁱⁱ	Camiones para servicio ligero	4,871.77	700.01	243.89	4,962.08
				1A3b ⁱⁱⁱ	Camiones para servicio pesado y autobuses	5,523.93	1,527.18	278.53	5,642.35
				1A3b ^{iv}	Motocicletas	853.16	503.43	31.37	873.45
			1A3c		Ferrovial	26.00	1.46	10.03	29.14
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,796.61	163.74	46.78	1,814.55
				1A3d ⁱ	Navegación marítima internacional	1316.39	119.25	34.07	1,329.45
				1A3d ⁱⁱ	Navegación fluvial y marítima nacional	480.22	44.50	12.71	485.10
			1A3e		Otro tipo de transporte	8.48	0.35	0.08	8.51
				1A3e ⁱ	Transporte por gaseoductos	8.32	0.34	0.07	8.35
				1A3e ⁱⁱ	Todo terreno	0.16	0.01	0.01	0.16

Fuente: Elaboración propia

El INGEI 2010 original, elaborado con las GL 1996 y el nivel de actividad proyectado o estimado por falta de información es de 15,205.68 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente, tal como se presenta a continuación:

Tabla 295: Emisiones GEI en la categoría de Transporte año 2010 (Original)

Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nitroso [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
Transporte	15,111.07	2,600.36	129.03	15,205.68
Aviación de nacional	457.90	3.21	12.83	461.94
Transporte terrestre	14358.19	2577.28	113.81	14447.60
Ferrovial	28.53	1.95	0.23	28.64
Navegación nacional	266.45	17.93	2.15	267.49

Actualizando el nivel de actividad (descrito en este informe en capítulos anteriores) y utilizando las GL 2006, el **INGEI 2010** generó 16, 424.36 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 296: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2010 (Actualizado)

Código de categorías de fuentes - GL2006	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1A3	Transporte	16,106.29	4,266.51	737.00	16,424.36
1A3a	Aviación civil	677.08	4.74	18.94	683.05
1A3a _{ii}	Aviación nacional	677.08	4.74	18.94	683.05
1A3b	Transporte terrestre	13,650.85	4,101.39	659.61	13,941.46
1A3b _i	Automóviles	3,806.63	2,816.97	159.55	3,915.24
1A3b _{ii}	Camiones para servicio ligero	5,254.31	634.92	267.45	5,350.55
1A3b _{iii}	Camiones para servicio pesado y autobuses	3,910.48	271.01	205.81	3,979.97
1A3b _{iv}	Motocicletas	679.43	378.49	26.80	695.69
1A3c	Ferroviario	34.19	1.91	13.20	38.32
1A3d	Navegación marítima y fluvial	1,735.30	158.10	45.17	1,752.62
1A3d _i	Navegación marítima internacional	1289.16	116.86	33.39	1,301.96
1A3d _{ii}	Navegación fluvial y marítima nacional	446.14	41.24	11.78	450.66
1A3e	Otro tipo de transporte	8.88	0.37	0.08	8.92
1A3e _i	Transporte por gaseoductos	8.73	0.35	0.07	8.76
1A3e _{ii}	Todo terreno	0.15	0.01	0.01	0.15

Fuente: Elaboración propia

A continuación se hace una comparación entre la estimación del INGEI 2010 original con el INGEI 2010 actualizado (sin incluir –Otro tipo de transporte- y –Navegación marítima internacional-), obteniendo una variación de ↓0.6% de la actualización del INGEI sobre la estimación original.

En la siguiente tabla, se puede apreciar la variación porcentual de los INGEI:

Tabla 297: Comparación de las Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2010

Categorías de fuentes y sumideros	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]		Variación [Δ%]
	INGEI Original	INGEI Actualizado	
Transporte	15,205.68	15,113.48	-0.6%
Aviación de nacional	461.94	683.05	47.9%
Transporte terrestre	14447.60	13941.46	-3.5%
Ferroviario	28.64	38.32	33.8%
Navegación nacional	267.49	450.66	68.5%

Para el **INGEI 2005**, la categoría de Transporte generó 11, 886.95 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 298: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2005

Código de categorías de fuentes - GL2006	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1A3	Transporte	11,675.39	2,209.10	532.80	11,886.95
1A3a	Aviación civil	309.11	2.16	8.65	311.84
1A3a _{ii}	Aviación de nacional	309.11	2.16	8.65	311.84
1A3b	Transporte terrestre	9,668.78	2,053.81	471.01	9,857.92
1A3b _i	Automóviles	2,556.05	1,391.04	102.60	2,617.07
1A3b _{ii}	Camiones para servicio ligero	3,808.05	387.45	196.25	3,877.02
1A3b _{iii}	Camiones para servicio pesado y autobuses	3,074.41	163.24	161.76	3,127.98
1A3b _{iv}	Motocicletas	230.27	112.08	10.40	235.84
1A3c	Ferroviario	25.47	1.43	9.83	28.54

Código de categorías de fuentes - GL2006			Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
	1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,662.21	151.30	43.23	1,678.79
		1A3di	Navegación marítima internacional	1275.75	115.69	33.05	1,288.42
		1A3dii	Navegación fluvial y marítima nacional	386.46	35.61	10.18	390.36
	1A3e		Otro tipo de transporte	9.83	0.40	0.08	9.86
		1A3ei	Transporte por gaseoductos	9.83	0.40	0.08	9.86

Para el **INGEI 2000**, elaborado con las GL 1996 y sin incluir “Otro tipo de transporte” la categoría de Transporte generó 9, 742.65 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 299: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2000 con las GL 1996

Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
Transporte	9,686.36	1,374.88	88.45	9,742.65
Aviación de nacional	421.84	2.98	11.92	425.60
Transporte terrestre	9071.54	1358.73	74.95	9123.31
Ferrovioario	23.98	1.64	0.20	24.08
Navegación nacional	168.99	11.53	1.38	169.66

Para la actualización del **INGEI 2000**, elaborado con las GL 2006 e incluyendo “Otro tipo de transporte” la categoría de Transporte generó 9, 847.28 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 300: Emisiones GEI en la categoría de Transporte 2000

Código de categorías de fuentes - GL2006			Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
1A3			Transporte	9,655.12	2,073.96	479.37	9,847.28
	1A3a		Aviación civil	426.12	2.98	11.92	429.88
		1A3aai	Aviación de nacional	426.12	2.98	11.92	429.88
	1A3b		Transporte terrestre	9,021.73	2,052.98	453.39	9,205.39
	1A3c		Ferrovioario	24.23	1.36	9.35	27.16
	1A3d		Navegación marítima y fluvial	1,662.21	151.30	43.23	1,678.79
		1A3dii	Navegación fluvial y marítima nacional	170.77	16.15	4.61	172.54
	1A3e		Otro tipo de transporte	12.26	0.50	0.10	12.31
		1A3ei	Transporte por gaseoductos	12.26	0.50	0.10	12.31

A continuación, se hace una comparación entre la estimación del INGEI 2000 original con el actualizado (sin incluir –Otro tipo de transporte-), obteniendo una variación de ↑0.9% de la actualización del INGEI sobre la estimación original.

En la siguiente tabla, se puede apreciar que la mayor variación porcentual, se presenta en transporte ferroviario:

**Tabla 301: Comparación de estimaciones de las Emisiones GEI
en la categoría de Transporte 2000**

Categorías de fuentes y sumideros	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]		Variación [Δ%]
	GL 1996	GL 2006	
Transporte	9,742.65	9,834.98	0.9%
Aviación de nacional	425.60	429.88	1.0%
Transporte terrestre	9123.31	9205.39	0.9%
Ferrovial	24.08	27.16	12.8%
Navegación nacional	169.66	172.54	1.7%

En la siguiente tabla se presenta la variación porcentual entre los periodos 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2012:

Tabla 302: Variación porcentual entre los INGEI's

Código de categorías de fuentes - GL2006				Categorías de fuentes y sumideros	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]				%Δ ₂₀₀₅₋₂₀₀₀	%Δ ₂₀₁₀₋₂₀₀₅	%Δ ₂₀₁₀₋₂₀₁₂
					2000	2005	2010	2012			
1				Energía							
	1A			Quema de Combustibles							
		1A3		Transporte	9,847.28	11,886.95	16,424.36	17,846.94	20.7%	38.2%	8.7%
			1A3a	Aviación civil	429.88	311.84	683.05	731.26	-27.5%	119.0%	7.1%
			1A3ai	Aviación Internacional							
			1A3a ⁱⁱ	Aviación de nacional	429.88	311.84	683.05	731.26	-27.5%	119.0%	7.1%
			1A3b	Transporte terrestre	9,205.39	9,857.92	13,941.46	15,263.48	7.1%	41.4%	9.5%
			1A3b ⁱ	Automóviles		2,617.07	3,915.24	3,785.60		49.6%	-3.3%
			1A3b ⁱⁱ	Camiones para servicio ligero		3,877.02	5,350.55	4,962.08		38.0%	-7.3%
			1A3b ⁱⁱⁱ	Camiones para servicio pesado y autobuses		3,127.98	3,979.97	5,642.35		27.2%	41.8%
			1A3b ^{iv}	Motocicletas		235.84	695.69	873.45		195.0%	25.6%
			1A3c	Ferroviario	27.16	28.54	38.32	29.14	5.1%	34.2%	-24.0%
			1A3d	Navegación marítima y fluvial	172.54	1,678.79	1,752.62	1,814.55	873.0%	4.4%	3.5%
			1A3d ⁱ	Navegación marítima internacional		1,288.42	1,301.96	1,329.45		1.1%	2.1%
			1A3d ⁱⁱ	Navegación fluvial y marítima nacional	172.54	390.36	450.66	485.10	126.2%	15.4%	7.6%
			1A3e	Otro tipo de transporte	12.31	9.86	8.92	8.51	-19.8%	-9.6%	-4.6%
			1A3e ⁱ	Transporte por gaseoductos	12.31	9.86	8.76	8.35	-19.8%	-11.2%	-4.7%
			1A3e ⁱⁱ	Todo terreno			0.15	0.16			3.3%

Δ% 2005 – 2000:

- ✓ La sub-categoría de Navegación marítima y fluvial es la que tiene una mayor variación porcentual (↑873%), esta se debe a que para el INGEI 2005 se logró recopilar información en navegación marítima nacional e internacional, proporcionada por la APN.
- ✓ Dentro de la misma sub-categoría, la fuente de “Navegación fluvial y marítima nacional”, tiene una variación considerable de ↑126.2%, esta es debido a que la flota naval del año 2000 al año 2005 crece en un ↑37.4% (562 – 772 unidades de naves)⁶¹. Además que la información presentada para el INGEI 2000 para aviación nacional no es completa como lo es para el INGEI 2005, ya que solo el “Yate Costero” y “Motonave” pertenecen a navegación marítima, mientras que el resto pertenece a navegación fluvial; tal como se aprecia a continuación:

⁶¹ Anuario estadístico del MTC 2012 (PARQUE ACUÁTICO SEGÚN VÍA, PROPIEDAD y TIPO DE NAVE, 2003-2013)

DESCRIPCION	Total	Tipo de Combustible	Total Anual (GI)
ARTEFACTO FLUVIAL	122	Diésel 2	2208566
EMPUJADOR FLUVIAL	71	Diésel 2	3556461
BOTE FLUVIAL	65	Gasolina de 84	263835
MOTONAVE FLUVIAL	164	Diésel 2	4523612
YATE COSTERO	24	Diésel 2	3213432
MOTONAVE	22	Diésel 2	2672758

- ✓ Para el transporte de vuelos aerocomerciales a nivel nacional presenta una disminución de variación de ↓27.5%, esta disminución se presenta debido que el número de aeronaves disminuye, así tenemos para el año 2000 presenta 56 unidades de naves aerocomerciales y para el año 2005 se presentó 43 unidades, resultando una variación de ↓23.2%.
- ✓ La variación porcentual del INGEI 2000 al INGEI 2005, presenta una variación de ↑20.7%, esta se presenta debido a las principales variaciones que se han mencionado anteriormente.

Δ% 2010 – 2005:

- ✓ La variación porcentual del INGEI 2005 al INGEI 2010, presenta una variación de ↑38.2%, esta se presenta debido a las principales variaciones que se presentan a continuación.
- ✓ A diferencia del periodo anterior, para este periodo aumenta la flota de naves aerocomerciales de 43 unidades para el año 2005 a 61 unidades para el año 2010, presentando un aumento de ↑42%. Esta es una de las razones del aumento de ↑119% en la fuente de “Aviación Nacional”. otra de las razones que aumentan las emisiones GEI en este periodo es la actividad directa de cantidad de vuelos a nivel nacional del año 2005 al año 2010, ha crecido un 65.8% de cantidad de vuelos aerocomerciales, siendo para el año 2005 que presenta 53,440 viajes nacionales, mientras que para el año 2010, presenta 88,618 vuelos aerocomerciales a nivel nacional.
- ✓ La sub-categoría de transporte terrestre tiene una variación de ↑41.4%, aunque las emisiones GEI para el año 2010, pudieron ser mayores, si no hubieran hecho su aparición el GNV a partir del año 2005, el gasohol (año 2010) y el diésel DB2 (año 2010). La diferencias de emisiones GEI en la quema del GNV y los demás combustibles en transporte terrestre, se aprecia a continuación a través de un ejemplo, observando que el GNV es el menos emite:

Combustible	Cantidad (TJ)	Emisiones t CO ₂	Emisiones t CH ₄	Emisiones t N ₂ O	Emisiones t CO ₂ e	Variación Δ%
Gasohol	100	6,389	3.04	0.30	6,544.8	-9.9%
Gasolina	100	6,930	3.30	0.32	7,098.5	-16.9%
Diésel	100	7,410	0.39	0.39	7,539.1	-21.8%
Diésel DB2	100	7,262	0.38	0.38	7,388.3	-20.2%
Diésel DB5*	100	7,040	0.37	0.37	7,162.1	-17.7%
GLP	100	6,310	6.2	0.0	6,446.4	-8.5%
GNV	100	5,610	9.20	0.30	5,896.2	

* A partir del 2011

Además a manera de ejemplo se presenta, como los biocombustibles (gasohol y diésel DB2) aportan que las emisiones GEI en transporte terrestre no aumenten más, si no se hiciera uso de ellos, así tenemos que el gasohol (contiene 7.8% de etanol) emite ↓7,8% menos que la gasolina y el diésel DB2 (2% de etanol) emite ↓2% menos que el diésel:

Combustible	Cantidad (TJ)	Emisiones t CO ₂ e	Variación Δ%
Gasohol	100	6,544.8	-7.8%
Gasolina	100	7,098.5	
Combustible	Cantidad (TJ)	Emisiones t CO ₂ e	Variación Δ%
Diésel	100	7,539.1	-2.0%
Diésel DB2	100	7,388.3	

- ✓ La variación del INGEI 2005 al INGEI 2010, se debe mayormente al aumento de parque vehicular en todas las fuentes en especial el aumento de vehículos menores, como son las motos y motocicletas que para el año 2005 circulan 83,083 vehículos menores, mientras que para el año 2010, creció en 211,849 unidades, que se refleja en una variación de ↑155%.
- ✓ Otra variación significativa en este periodo es en “transporte ferroviario”, con ↑34.2%, una de las razones de aumento es el crecimiento de parque de locomotoras; así se tiene para el año 2005, 84 locomotoras circulantes, y para el año 2010 se presentan 92 locomotoras, estos datos conllevan a un ↑9.5% de variación porcentual.

Δ% 2012– 2010:

- ✓ La variación porcentual del INGEI 2010 al INGEI 2012, presenta una variación de ↑8.7%, esta se presenta debido a las principales variaciones que se presentan a continuación.
- ✓ El transporte ferroviario, presenta una variación porcentual de ↓24%, esto se debe que la empresa Central Andino para el año 2010 reporta 3,159.453 galones de diésel B2-S50, mientras que para el año 2012, manifiesta un consumo menor de 2, 433,775 galones de diésel B5, esta diferencia de consumo de combustible se representa en ↓23%, siendo la principal causa de disminución en esta fuente.
- ✓ La ayuda de la aparición del diésel DB5 (contiene 5% de etanol) a partir del año 2011, permite que las emisiones GEI en transporte no aumenten más, tal así se presenta un ejemplo que haciendo usos del diésel DB5 disminuye en ↓3,1% y ↓5% del diésel DB2 y diésel respectivamente:

Combustible	Cantidad (TJ)	Emisiones Kg CO ₂ e	Variación Δ%
Diésel	100	7,539.1	-5.0%
Diésel DB2	100	7,388.3	-3.1%
Diésel DB5	100	7,162.1	

- ✓ Las demás fuentes, tales como transporte terrestre, aviación y transporte marítimo y fluvial, presentan un aumento menor, ocasionado por la actividad y cantidad de unidades en cada fuente.

Emisiones GEI informativas en la categoría de Transporte

En los subcapítulos de variables y constantes de cada subcategoría de transporte los biocombustibles; tales como el diésel con 2% y el 5% de etanol denominado como diésel B2 y diésel B5, o la gasolina con el 7.8% denominado como gasohol.

Para la cantidad de participación de etanol en los biocombustibles, se han estimados emisiones GEI que se presentan como parte informativa a continuación:

Tabla 303: Emisiones GEI de etanol en los biocombustibles en la categoría transporte para el INGEI 2010

Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Transporte	145.03	205.30	28.73	158.25
Aviación civil	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte terrestre	140.64	205.11	28.69	153.85
Ferrovial	0.43	0.02	0.00	0.43
Navegación marítima y fluvial	3.85	0.16	0.03	3.86
Otro tipo de transporte	0.11	0.01	0.00	0.11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 304: Emisiones GEI de etanol en los biocombustibles en la categoría transporte para el INGEI 2012

Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [tCH ₄]	Óxido nítrico [tN ₂ O]	Emisiones GEI [GgCO ₂ e]
Transporte	515.67	577.02	76.05	551.36
Aviación civil	0.00	0.00	0.00	0.00
Transporte terrestre	504.41	576.54	75.95	540.07
Ferrovial	0.85	0.04	0.01	0.85
Navegación marítima y fluvial	10.29	0.44	0.09	10.32
Otro tipo de transporte	0.11	0.01	0.00	0.12

Fuente: Elaboración propia

5.2. Procesos Industriales y Uso de Productos

Las emisiones en Procesos industriales se han incrementado notablemente y de manera continua en el periodo 2000 – 2012, con un crecimiento total de 135.49%. El periodo de mayor incremento fue reportado en 2005 -2010, con un crecimiento de las emisiones de 42.81%, influenciado –sobre todo– por el crecimiento del sector construcción en el país.

El crecimiento anual promedio en el periodo 2000 – 2012 fue de 8.77%, reportándose el mayor crecimiento anual promedio en el periodo 2010 y 2012 (10.5% anual).

Los resultados de los INGEI y las actualizaciones, en el sector Procesos Industriales, se detallan en las siguientes tablas:

El sector Procesos Industriales, reportó 2,574.88 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2000**. El reporte de las emisiones en Procesos Industriales se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 305: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2000

Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)	Categoría de fuente	Emisiones GEI 2000 [GgCO ₂ e]
2	Procesos Industriales	2,574.88
2A	Industria de los minerales	1,921.92
	2A1 Producción de cemento	1,711.13
	2A2 Producción de cal	107.79
	2A4 Otros usos de carbonatos	103.01
	2A4a Cerámica (ladrillos)	93.82
	2A4b Otros (uso de carbonato de sodio)	9.18
2B	Industria química	4.46
	2B1 Producción de amoníaco	0.97
	2B2 Producción de ácido nítrico	
	2B3 Producción de ácido adípico	
	2B5 Producción de carburo de calcio	3.49
2C	Industria de los metales	648.50
	2C1 Producción de hierro y acero	506.35
	2C2 Producción de ferroaleaciones	

Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)			Categoría de fuente	Emisiones GEI 2000 [GgCO ₂ e]
	2C3		Producción de aluminio	1.45
	2C5		Producción de plomo	140.70
	2C6		Producción de zinc	-

Fuente: Elaboración propia

El sector Procesos Industriales, reportó 3,509.18 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2005**. El reporte de las emisiones en Procesos Industriales se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 306: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2005

Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)			Categoría de fuente	Emisiones GEI 2005 [GgCO ₂ e]
2			Procesos Industriales	3,509.18
	2A		Industria de los minerales	2,642.27
		2A1	Producción de cemento	2,365.48
		2A2	Producción de cal	101.31
		2A4	Otros usos de carbonatos	175.48
		2A4a	Cerámica (ladrillos)	159.87
		2A4b	Otros (uso de carbonato de sodio)	15.61
	2B		Industria química	4.77
		2B1	Producción de amoníaco	1.04
		2B2	Producción de ácido nítrico	
		2B3	Producción de ácido adípico	
		2B5	Producción de carburo de calcio	3.73
	2C		Industria de los metales	862.13
		2C1	Producción de hierro y acero	692.19
		2C2	Producción de ferroaleaciones	
		2C3	Producción de aluminio	3.88
		2C5	Producción de plomo	166.07
		2C6	Producción de zinc	-

Fuente: Elaboración propia

El sector Procesos Industriales, reportó 5,011.56 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2010**. El reporte de las emisiones en Procesos Industriales se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 307: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2010

Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)			Categoría de fuente	Emisiones GEI 2010 [GgCO ₂ e]
2			Procesos Industriales	5,011.56
	2A		Industria de los minerales	3,790.53
		2A1	Producción de cemento	3,266.70
		2A2	Producción de cal	243.87
		2A4	Otros usos de carbonatos	
		2A4a	Cerámica (ladrillos)	249.55
		2A4b	Otros (uso de carbonato de sodio)	30.41
	2B		Industria química	8.37
		2B1	Producción de amoníaco	1.89
		2B2	Producción de ácido nítrico	
		2B3	Producción de ácido adípico	
		2B5	Producción de carburo de calcio	6.48
	2C		Industria de los metales	1,212.66
		2C1	Producción de hierro y acero	1,071.47

Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)				Categoría de fuente	Emisiones GEI 2010 [GgCO ₂ e]
		2C2		Producción de ferroaleaciones	
		2C3		Producción de aluminio	4.96
		2C5		Producción de plomo	136.23
		2C6		Producción de zinc	-

Fuente: Elaboración propia

El sector Procesos Industriales, reportó 6,063.54 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2012**. El reporte de las emisiones en Procesos Industriales se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 308: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Procesos Industriales – 2012

Código de sector y categorías de fuentes (GL 2006)				Categoría de fuente	Emisiones GEI 2012 [GgCO ₂ e]
2				Procesos Industriales	6,063.54
	2A			Industria de los minerales	4,518.20
		2A1		Producción de cemento	3,812.90
		2A2		Producción de cal	325.38
		2A4		Otros usos de carbonatos	379.93
			2A4a	Cerámica (ladrillos)	352.98
			2A4b	Otros (uso de carbonato de sodio)	26.95
	2B			Industria química	10.97
		2B1		Producción de amoníaco	2.39
		2B2		Producción de ácido nítrico	
		2B3		Producción de ácido adípico	
		2B5		Producción de carburo de calcio	8.58
	2C			Industria de los metales	1,534.37
		2C1		Producción de hierro y acero	1,390.04
		2C2		Producción de ferroaleaciones	
		2C3		Producción de aluminio	4.27
		2C5		Producción de plomo	131.64
		2C6		Producción de zinc	8.42

Fuente: Elaboración propia

5.3. Agricultura

Las emisiones en Agricultura se han incrementado de manera continua en el periodo 2000 – 2012, aunque con menos crecimiento, comparado con los otros sectores. El incremento total en el periodo 2000-2012 fue 11%. El periodo de mayor incremento fue reportado en 2005 -2010, con un crecimiento de las emisiones de 4.91%, influenciado –sobretudo- por el crecimiento de las cabezas de ganado y su manejo de estiércol.

El crecimiento anual promedio en el periodo 2000 – 2012 fue apenas del 0.81%, reportándose el mayor crecimiento anual promedio en el periodo 2005 y 2010 (0.98% anual).

Los resultados de los INGEI y las actualizaciones, en el sector Agricultura, se detallan en las siguientes tablas:

El sector Agricultura, reportó 23,463.71 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2000**. El reporte de las emisiones en Agricultura se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 309: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2000

Código de categorías de fuentes 1996	Categorías de fuentes y sumideros	Fuente de emisión	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
4	Agricultura		23,463.71
4A	Fermentación entérica	Fermentación entérica	10,050
4B	Manejo de estiércol	Manejo de estiércol	1,022
4C	Cultivos de arroz	Cultivos de arroz	828
4D	Suelos Agrícolas	Suelos Agrícolas	10,919
4E	Quema de sabanas	Quema de sabanas	501
4F	Quema de residuos agrícolas	Quema de residuos agrícolas	143

Fuente: Elaboración propia

El sector Agricultura, reportó 24,576.52 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2005**. El reporte de las emisiones en Agricultura se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 310: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2005

Código de categorías de fuentes 1996	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [GgCH ₄]	Óxido nítrico [GgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
4	Agricultura	-	589.58	39.34	24,576.52
4A	Fermentación entérica		499.84		10,496.61
4B	Manejo de estiércol		13.91	2.64	1,111.13
4C	Cultivos de arroz		50.46		1,059.69
4D	Suelos Agrícolas			36.29	11,249.06
4E	Quema de sabanas		17.48	0.22	434.05
4F	Quema de residuos agrícolas		7.89	0.19	225.98

Fuente: Elaboración propia

El sector Agricultura, reportó 25,783.39 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2010**. El reporte de las emisiones en Agricultura se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 311: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2010

Código de categorías de fuentes 1996	Categorías de fuentes y sumideros	Fuente de emisión	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
4	Agricultura		25,783.39
4A	Fermentación entérica	Fermentación entérica	10,836
4B	Manejo de estiércol	Manejo de estiércol	1,304
4C	Cultivos de arroz	Cultivos de arroz	1,149
4D	Suelos Agrícolas	Suelos Agrícolas	11,907
4E	Quema de sabanas	Quema de sabanas	360
4F	Quema de residuos agrícolas	Quema de residuos agrícolas	226

Fuente: Elaboración propia

El sector Agricultura, reportó 26,043.68 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2012**. El reporte de las emisiones en Agricultura se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 312: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Agricultura – 2012

Código de categorías de fuentes 1996	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [GgCH ₄]	Óxido nítrico [GgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
4	Agricultura	-	604.87	43.04	26,043.68
4A	Fermentación entérica		511.20		10,735.14
4B	Manejo de estiércol		14.11	3.30	1,318.66
4C	Cultivos de arroz		55.77		1,171.27
4D	Suelos Agrícolas			39.34	12,195.57
4E	Quema de sabanas		14.72	0.18	365.71
4F	Quema de residuos agrícolas		9.06	0.22	257.33

Fuente: Elaboración propia

5.4. USCUS

Resultados generales de cada año

- El sector USCUS continúa siendo una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero en Perú.
- Considerando que se han utilizado los mismos criterios para la elaboración de todos los inventarios, que son resultado de la actualización y mejora de aquellos usados en inventarios pasados, los resultados son comparables entre sí.
- Se ha trabajado con información base, que cuentan las autoridades forestales y ambientales. alguna de esta información base, como se verá en el capítulo 12 deberá ser mejorada. Como se mencionó en el capítulo 10, no se ha considerado las pérdidas asociadas a la extracción de madera.
- Los stock de carbono de la biomasa aérea arbórea de cada Ecozona, proporcionados por el Programa Nacional de Conservación de Bosques, son factores nacionales que permiten obtener emisiones más certeras del sector.
- Las áreas base trabajadas para los cálculos (shapes-raster) han sido proporcionadas por el Programa Nacional de Conservación de Bosques PNCB, áreas de bosque, no bosque y pérdida anual de la Amazonía. Ecozonas han sido proporcionadas por el Inventario Nacional Forestal, y el Mapa de cobertura vegetal 2009 por Ministerio del Ambiente.
- La metodología en la determinación de áreas de bosque, no bosque y pérdida anual, se presenta en el documento: **Proceso de clasificación 0711.v2. Borrador**⁶², documento que fue utilizado a la fecha de desarrollado los INGEI y la metodología de interpretación y material utilizado para la interpretación de puntos muestras al azar en áreas de no bosque acumulado y cambio de uso del suelo en áreas de pérdidas se presenta en el documento: **Memoria de Proceso metodológico v3**.
- Se ha realizado la interpretación de imágenes satelitales de cada año del inventario para:
 - Interpretación de puntos/muestra al azar, para hacer una estimación del área de Bosques Secundarios, en el área total de no bosque, a partir de la cual se puede calcular las absorciones por crecimiento de su biomasa. Este muestreo al azar de áreas de deforestación acumulada, se explica en el Capítulo 4.
 - Con la estimación anterior y siendo los puntos de muestreo los mismos en los años de inventario, se puede estimar las áreas de pérdida (cambio de uso) del Bosque Secundario a un uso final: agricultura. Con esto se ha podido calcular las emisiones correspondientes, anteriormente no incluidas en inventarios pasados.

⁶² La versión final y actualizada se puede encontrar en el siguiente link: http://www.bosques.gob.pe/archivo/files/pdf/memoria_descriptiva_2000.pdf

- Interpretación de áreas de pérdida anual, para conocer los usos finales de la deforestación (conversión de Bosques Primarios) en cada año inventario, y con ello calcular las emisiones por conversión de tierras en las respectivas categorías: Agricultura, Pastos, Asentamientos y Otras Tierras.
- Es importante notar que los resultados a continuación presentados no reflejan todas las posibles emisiones generadas en el sector USCUS. Falta generar mucha información, principalmente los mapas de uso y cambio de uso de la tierra que abarquen todo el territorio nacional, y mejorar la disponibilidad de otros datos de actividad, que permitan tener inventarios exhaustivos.
- Es importante también revisar los mapas bases y las diferencias o incertidumbres suscitadas entre las metodologías de realización de estos mapas (Bosque-No bosque) y las metodologías de interpretación visual.

Las emisiones netas del Sector USCUS fueron igual a 107,208.3 Gg CO₂e, 121,034.7 Gg CO₂e, 89,907.2 Gg CO₂e y 86,741.9 Gg CO₂e, en los años INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012, respectivamente.

Todos los cálculos se han realizado siguiendo la organización de la GBP 2003, no obstante, el IPCC indica que los resultados sean presentados usando las categorías generales de las directrices de 1996, para permitir una comparación estándar a través del tiempo y con resultados de otros países. Por tanto, en los siguientes cuadros se presentan las emisiones netas de cada año INGEI, de acuerdo a las categorías IPCC 1996, GBP 2003 y una tabla final con las equivalencias entre ambos.

Tabla 313: Emisiones netas por categorías IPCC 1996

Categorías IPCC 1996	Emisiones Netas (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
5A	25,910	51,920	13,170	14,777
5B	100,346.14	75,911.12	83,238.36	79,771.81
5C	-24,273.1	-12,342.6	-10,948.1	-12,300.6
5D	233.00	346.40	341.88	412.44
5E	4,992.6	5,199.9	4,105.2	4,081.3
Total	107,208	121,035	89,907	86,742

Elaboración Propia

Dónde:

- A. Cambios de biomasa forestal y otros stocks leñosos
- B. Conversión de bosques y praderas
- C. Abandono de Tierras manejadas
- D. Emisiones y remociones de CO₂ del suelo
- E. Otros gases diferentes al CO₂

Tabla 314: Emisiones netas por categorías USCUS de la GBP 2003

Categorías GBP 2003	Emisiones Netas (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
TF	2,082.80	41,060.91	2,726.84	3,378.09
TA	103,485.73	78,395.48	76,850.37	74,153.70
P	1,541.36	1,345.03	7,900.79	7,378.52
A	15.3	24.6	171.5	583.4
OT	83.1	208.7	2,257.6	1,248.2
Total	107,208.32	121,034.69	89,907.16	86,741.94

Elaboración Propia

Dónde:

TF. Tierras Forestales, incluye TFTF (Bosque Primario) y TTF (Plantaciones Forestales y Bosque Secundario)

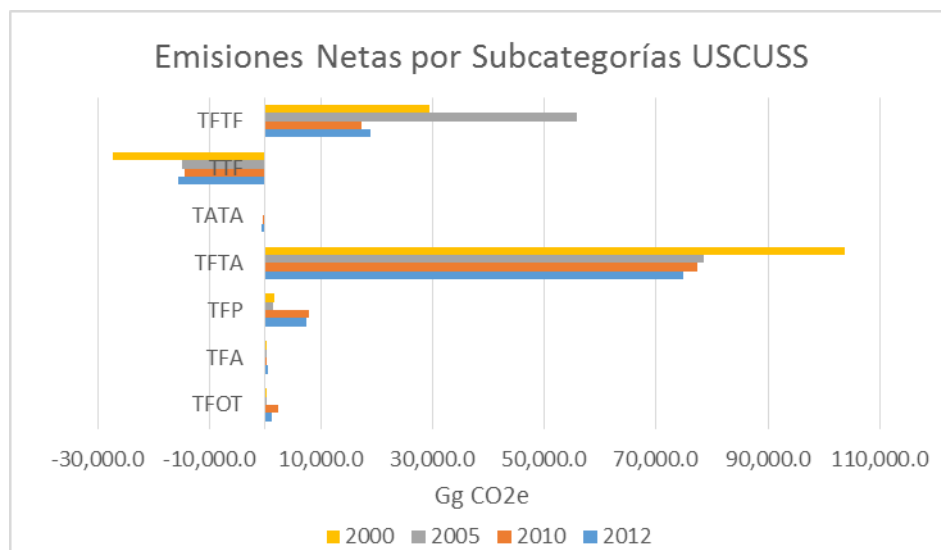
TA. Tierras Agrícolas, incluye TATA (Cultivos Perennes) y TFTA (conversión de BP y BS a Agricultura)

P. Pasturas, incluye TFP (conversión de BP a Pastos)

A. Asentamientos, incluye TFA (conversión de BP a Asentamientos)

OT. Otras Tierras, incluye (conversión de BP a Otras Tierras)

Gráfica 23: Emisiones netas por categorías USCUS para cada Año INGEI



Elaboración Propia

Tabla 315: Resultados Finales de cada año INGEI por categorías USCUS e IPCC 1996

Categoría de Uso del Suelo		Categoría IPCC 96	Emisiones de GEI año 2000 (Gg CO ₂ e)	Emisiones de GEI año 2005 (Gg CO ₂ e)	Emisiones de GEI año 2010 (Gg CO ₂ e)	Emisiones de GEI año 2012 (Gg CO ₂ e)
Uso Inicial	Uso durante el año de reporte					
Tierra Forestal	Tierra Forestal	5A	29,184.51	54,502.58	17,110.56	18,700.49
Tierra Forestal	Tierra Forestal	5E	151.86	1,399.75	20.93	163.97
Tierras	Tierra Forestal	5A	-2,980.50	-2,498.87	-3,456.59	-3,185.80
Tierras	Tierra Forestal	5C	-24,273.07	-12,342.55	-10,948.06	-12,300.58
	Sub-total TF		2,082.80	41,060.91	2,726.84	3,378.09
Tierra Agrícola	Tierra Agrícola	5A	-294.39	-83.93	-484.16	-737.68
Tierra Forestal	Tierra Agrícola	5B	98,784.69	74,401.20	73,311.48	70,939.21
Tierra Forestal	Tierra Agrícola	5D	232.24	345.72	336.98	407.66
Tierra Forestal	Tierra Agrícola	5E	4,763.19	3,732.49	3,686.08	3,544.51
	Sub-total TA		103,485.73	78,395.48	76,850.37	74,153.70
Tierra Forestal	Pradera	5B	1,463.03	1,276.65	7,497.72	7,000.96
Tierra Forestal	Pradera	5D	0.76	0.68	4.90	4.78
Tierra Forestal	Pradera	5E	77.57	67.70	398.17	372.78
	Sub-total P		1,541.36	1,345.03	7,900.79	7,378.52
Tierra Forestal	Asentamientos	5B	15.34	24.56	171.53	583.42
	Sub-Total A		15.34	24.56	171.53	583.42
Tierra Forestal	Otras Tierra	5B	83.09	208.71	2,257.62	1,248.22
	Sub-Total OT		83.09	208.71	2,257.62	1,248.22
Emisiones Totales (Gg CO₂)			107,208.32	121,034.69	89,907.16	86,741.94

El 95% de las emisiones en cada año provienen del depósito de biomasa viva (biomasa aérea y biomasa radicular), correspondiente a pérdidas de biomasa asociadas a cambios de uso, extracción de biomasa para madera y leña, incendios, etc. La materia orgánica muerta tiene emisión cero por supuestos metodológicos (en el Nivel 1 se asume que está en equilibrio, en la categoría de TF), mientras que el suelo tiene una emisión neta poco relevante. Aproximadamente el 5% emisión correspondiente a emisiones de otros gases (CH_4 y N_2O), que se genera durante la quema de biomasa y del suelo.

La categoría que registra las mayores emisiones es TA, la subcategoría TFTA por la conversión de bosque (primario y secundario) a tierras agrícolas, aportando esta subcategoría en 98%, 86% y 86% con relación a la emisión total en los años 2000, 2010 y 2012 respectivamente. Como se puede observar, en el año 2000, se presenta el pico más alto de emisión en la referida subcategoría (incluyendo todos los gases y depósitos estimados) con relación a los otros años. En el año 2005, por el contrario se registra que la subcategoría aporta el 65% de las emisiones totales.

La siguiente subcategoría con mayores emisiones es TTF (de la categoría TF), por pérdidas de biomasa ocurridas en bosques primarios a causa de extracción de madera, leña y ocurrencia de incendios forestales. El aporte de esta subcategoría a las emisiones totales es de 27%, 19 %y 22% durante los años 2000, 2010 y 2012. En el año 2005 el aporte fue muy superior: 46%, esto se debe principalmente por las emisiones reportado por la actividad de incendios forestales, ese año, se quemaron 71,431 ha muy superior a lo registrado en el año 2000, 2010 y 2012 correspondiente a 9,433; 2,057 y 18,794 ha. Esto constituye la principal razón que las emisiones totales de dicho año sean las más elevadas, en comparación con los demás años INGEI.

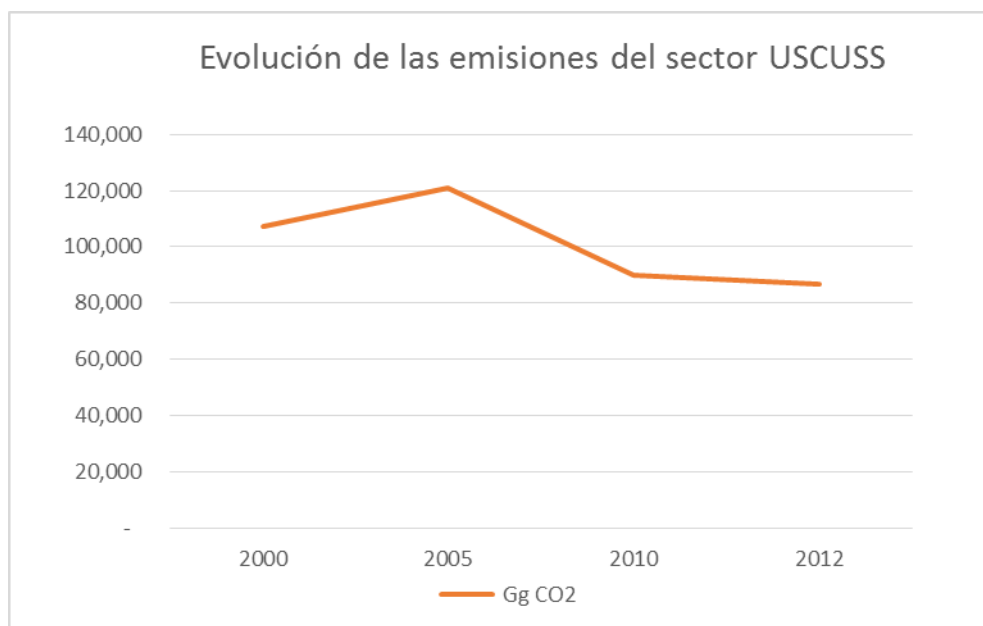
Por otro lado, las emisiones en las categorías P, A y OT crecen hacia los años 2010 y 2012, sobre todo por la conversión de bosques a pasturas (TFP). Si bien su aporte no es significativo al total de emisiones, han incrementado su aporte al total de emisiones de ese año, principalmente la subcategoría TFP que de 1.5% en los años 2000 y 2005 ha aumentado a 9% aproximadamente en los años 2010 y 2012.

Evaluación de concordancia con series temporales de emisiones de GEI

Respecto a los INGEI pasados, el nivel de emisión de GEI en los nuevos inventarios y las actualizaciones es considerablemente mayor, lo que responde a la inclusión de subcategorías antes no consideradas y a la actualización de factores y datos de actividad. Esto se ve con más detalle en el Capítulo 13 del presente documento.

En el siguiente gráfico, podemos observar las emisiones en el rango de tiempo 2000-2012 de acuerdo a los resultados de los INGEI realizados. Considerando que los factores son los mismos, los resultados son comparables.

Gráfica 24: Evolución de las emisiones de GEI en el periodo 2000-2012



Elaboración Propia

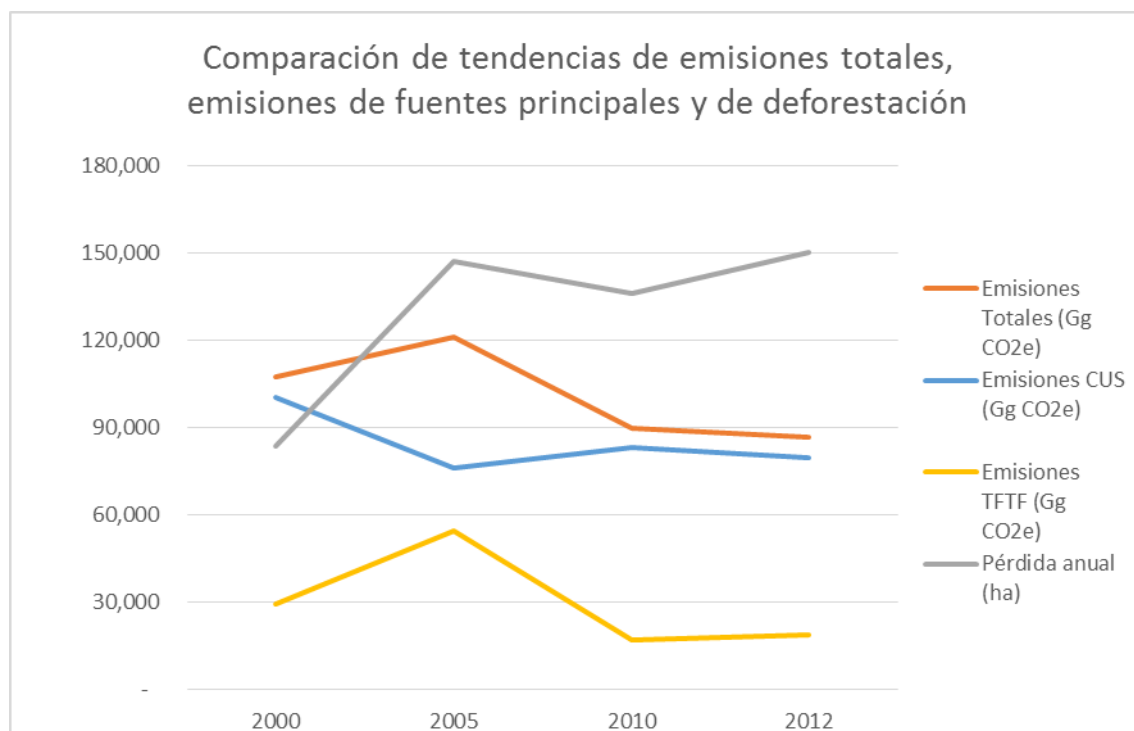
Se observa que las emisiones más altas se dan en el año 2005. Teniendo en cuenta que los resultados son bastante similares en la categoría que más aporta en emisiones, es decir TA, en todos los años, y que incluso aquellas de la categoría P son menores que en otros años, queda claro que el motivo del pico registrado serían las altas emisiones por incendios forestales (que puede verse en la Figura 11), acrecentados por la ocurrencia de una gran sequía en dicho año.

El año 2000 es el siguiente año con mayor cantidad de emisiones, que respondería a la gran superficie de bosque secundario estimado, en comparación con los otros años, la cual incide directamente en las emisiones por conversión de bosques a tierra agrícola.

Pese a lo antes mencionado, no podemos afirmar que haya una tendencia decreciente de emisiones, debido a que la subcategoría que más aporta son las de CUS (TFTA + TFP), como hemos visto es mayor a 95% en tres años de inventario evaluados y las variaciones de área del bosque primario por deforestación van en aumento, de acuerdo a la información de pérdida anual presentada por el PNCB.

La tendencia de pérdida anual debería tener la misma tendencia que las emisiones totales de CO2 registradas para el período 2000-2012. Como podemos observar en la figura 11, Emisiones Totales Vs Pérdidas anuales: incrementa en el período 2000-2005, decrece en el período 2005-2010 y presenta diferente tendencia para el período 2010-2012.

Gráfica 25: Comparación de las tendencias de emisiones totales, emisiones por cambio de uso, emisiones de TFTF y de pérdida anual de bosque primario



Elaboración Propia

La aparentemente la diferencia de tendencia, entre ambas líneas en el tiempo, para pasar del año 2010 al 2012, podría deberse a que las áreas totales netas que entraron al cálculo en el año 2012 fueron de 80% y no del 99% como ocurrió en el año 2010.

Para el período 2000- 2005 , la tendencia de las líneas de emisiones totales Vs pérdida anual sigue la misma tendencia, a pesar que la línea de CUS tiene una tendencia negativa, debido a que el aporte porcentual de CUS en el año 2005 a las emisiones no es tan significativo (66%) como en los otros años (mayor al 95%). El año 2005 los incendios forestales jugaron de la subcategoría TFTF jugaron un rol importante.

Como se muestra en el cuadro 59 y 60 hay áreas del área de pérdida del año de inventario que no ingresan al cálculo de emisiones, debido a que durante la interpretación del análisis de CUS en estas áreas se muestran otros usos finales a tomar en cuenta como son: **bosques primarios, bosques secundarios y cuerpos de agua**. Ninguno de los 3 usos, fue esperado dentro de los resultados, debido a que el espacio analizado es de **pérdida anual**, cambio de bosque primario a agricultura, pasto, asentamiento u otras tierras; en un período de un año. Por tanto se asume que su presencia podría estar asociada a las incertidumbres/errores en los mapas de pérdida y a la incertidumbre/error en la interpretación de CUS, considerando que no representan un cambio de uso propiamente dicho.

El área de bosque secundario se analizó aparte, con el muestreo multianual del área acumulada de no bosque (incremento de bosque secundario acumulado y CUS de bosque secundario a agricultura anualizado). Así, las áreas CUS que se presentaron como Bosque primario, secundario y cuerpos de agua no fueron incluidas en los cálculos. Podría determinarse que en un año se encuentren bosques secundarios, sin embargo como la interpretación no solo encontró este ecosistema sino también bosques primarios se prefirió no ingresarlo en la contabilidad. Asimismo, su ingreso implica una mayor discusión y determinación de que subcategoría se establecería, dado que las GBP 2003 no incorpora CUS de TF a TF con menor stock.

Se presenta en la siguiente tabla las áreas de pérdida anual neta que fueron considerados en los cálculos de emisiones.

Tabla 316: Áreas de CUS no incluidas en los cálculos de los INGEI

Uso Final	2000	2005	2010	2012
Bosque Primario	1,002.15	10,936.84	439.38	5,795.10
Bosque Secundario	82.44	18,628.85	135.54	23,585.24
Cuerpos de Agua	16.02	290.69	57.33	180.63
Total	1,100.61	29,856.37	632.25	29,560.97

Elaboración Propia

Tabla 317: Porcentaje del área de pérdida anual, que ingresan al cálculo de CUS (B. Primario-otros uso final)

Áreas	2000	2005	2010	2012
Pérdida Bosque (ha)	83,598.5	147,134.0	135,915.7	150,036.3
Total CUS (ha ingresa al cálculo)	82,497.9	117,277.6	135,283.4	120,476.3
Porcentaje útil (%)	98.7	79.7	99.5	80.3

Elaboración Propia

Justamente, los años 2005 y 2012 con las tasas de deforestación más altas son los que tendrían la mayor cantidad de áreas “sin calcular”, lo que repercute en las emisiones por cambio de uso (línea celeste en la figura), y por último en la tendencia de las emisiones totales.

Se hace necesaria una revisión **más exhaustiva del mapa de pérdidas anuales**, así como del análisis visual de CUS, principalmente mediante un **sistema de validación** con imágenes de mayor resolución.

A continuación, presentaremos el resultado por categoría y subcategoría de cada año inventario y observaremos el porqué de las diferentes emisiones estimadas:

Tierra Forestal que permanece como Tierra Forestal

Para las categorías IPCC 1996 se subdividen en 5A: Cambios de biomasa forestal y 5E: otros stocks leñosos y otros gases diferentes al CO₂. Si bien en esta categoría se determinó que los bosques primarios estaban en equilibrio y que no había captura de carbono, sí hay pérdida que se da por aprovechamiento de madera, leña e incendios forestales.

Tabla 318: Emisiones de TFTF por categorías IPCC 1996

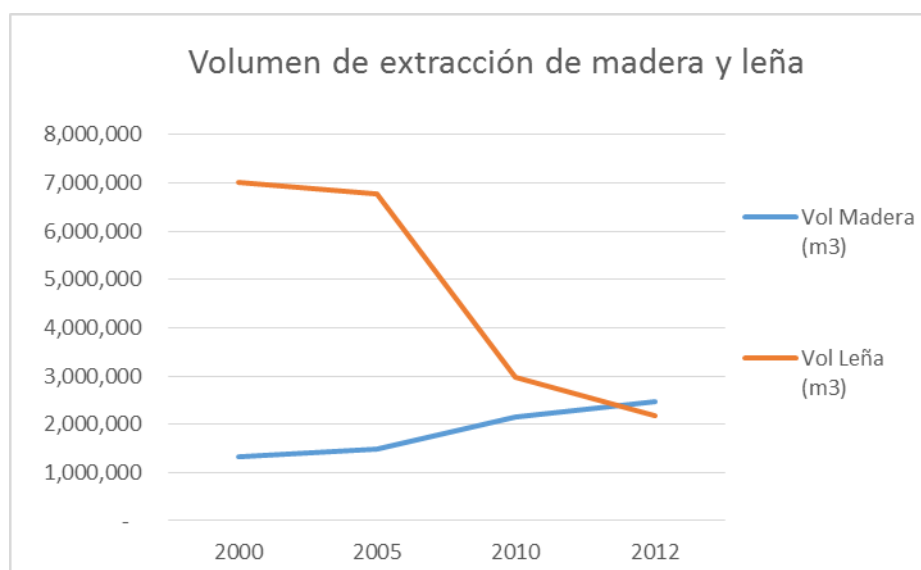
Sector en IPCC 96'	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
5A	29,184.51	54,502.58	16,839.30	18,700.49
5E	151.86	1,399.75	20.93	163.97
Total	29,336.37	55,902.33	16,860.23	18,864.46

Elaboración Propia

Como observamos en las siguientes figuras, el aprovechamiento de madera en los cuadro años han sido superior a 1 millón m³ y ha aumentado durante los años de inventario, de manera constante, llegando a 2'476,860 m³ en el año 2012.

Con relación a la leña, el volumen consumido estimado ha disminuido de casi 7 millones a 2 millones aproximadamente para los últimos años del inventario, lo cual ha reducido notablemente las emisiones dado que en el año 2000 representan casi el 20% de las emisiones totales, mientras que en el año 2012 sólo equivalen al 7% aproximadamente.

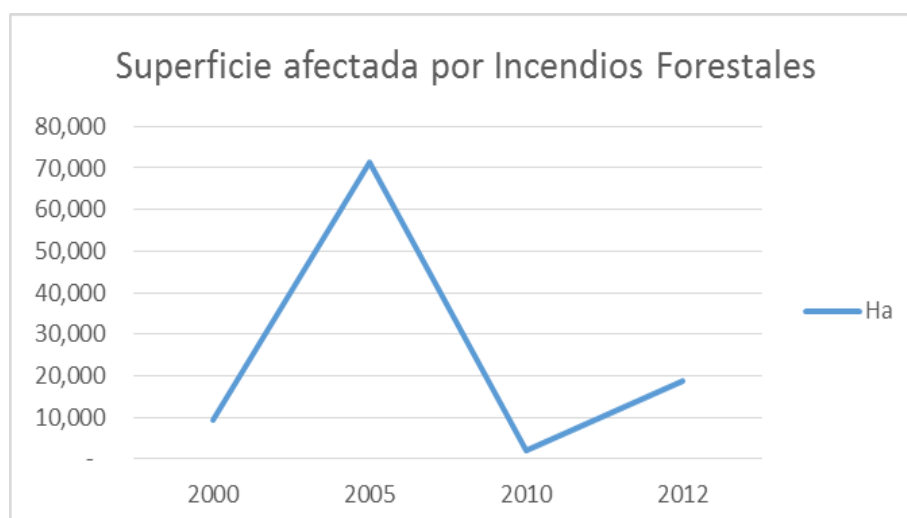
Gráfica 26: Volúmenes de madera y leña extraídos en los años INGEI



Elaboración Propia

La diferencia sustancial se encuentra en las emisiones por incendios forestales, que en el año 2005 presenta un pico de incremento, igual a 71,438 ha, muy superior a cualquier año por haber sido un año de sequía.

Gráfica 27: Superficie afectada por incendios forestales en los años INGEI

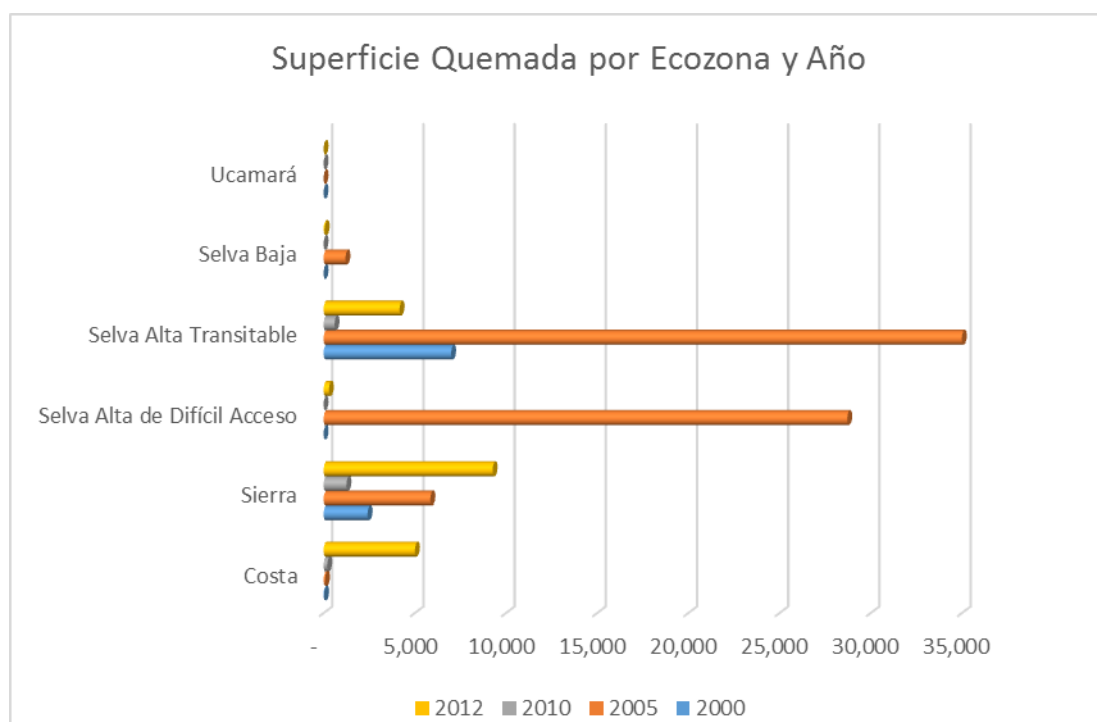


Elaboración Propia

En las estimaciones de pérdidas por incendios forestales, no sólo es importante conocer el valor de las áreas quemadas, sino también los tipos de bosque afectados, ya que cada uno tiene valores de stock de carbono diferentes que determinan el nivel de emisiones final. Así, vemos que a pesar que en el año 2012 hubo casi el doble de áreas afectadas en relación al año 2000, las emisiones calculadas son muy similares, siendo 3,341.6 Gg CO₂e y 3,094.8 CO₂e, respectivamente. Es así porque en el 2012 los incendios sucedieron principalmente en Sierra y Costa, que tienen un stock de carbono muy por debajo de Selva Alta Transitable, Ecozona más afectada en el 2000.

De igual manera, en el año 2005, además de haber mucha superficie afectada, está se localiza básicamente en las Ecozonas de Selva Alta, lo que determina un alto nivel de emisión.

Gráfica 28: Superficie afectada por incendios forestales, por Ecozonas, por años INGEI



Elaboración Propia

Tierras convertidas a Tierras Forestales

Para las categorías IPCC 1996 se subdividen en 5A: Cambios de biomasa forestal y otros stocks leñosos, correspondiente a incremento en plantaciones y 5C: Abandono de Tierras manejadas, correspondiente a incremento en bosques secundarios.

Tabla 319: Emisiones de TTF por categorías IPCC 1996

Sector en IPCC 96'	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
5A	-2,980.50	-2,498.87	-3,456.59	-3,185.80
5C	-24,273.07	-12,342.55	-10,948.06	-12,300.58
Total	-27,253.57	-14,841.42	-14,404.65	-15,486.38

Elaboración Propia

Como observamos en la siguiente tabla y figuras, la captura de CO₂ en plantaciones ha aumentado pero a un ritmo muy bajo. En el año 2000, la captura fue de 2,980 Gg CO₂ e, para el año 2012 fue de 3,185 Gg CO₂.

En el caso de Bosques Secundarios, en el año 2000 hubo una captura de casi el doble con relación a los otros años inventario, en los cuales el área estimada es prácticamente constante. Esto se debe a que el área total de la muestra (interpretada), y en consecuencia el área total de bosque secundario para el año 2000, es mayor en más del doble que cualquiera de los otros años. La respuesta a esta diferencia podría ser que hasta esa fecha, año 2000, la intervención en bosques tenía un ritmo menos acelerado en comparación con años posteriores. Otra posibilidad es la de estar observando superficies de bosque secundario de un largo periodo acumulado, no como los 5 y 2 años de los periodos 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2012.

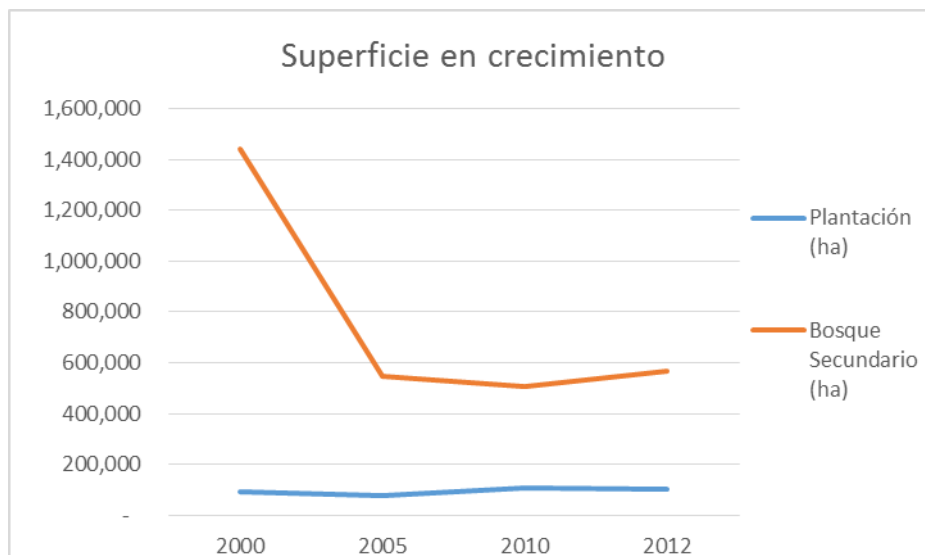
En todo caso, es necesario hacer un análisis de toda el área deforestada, no solo para conocer las áreas reales (y no estimadas) de bosques secundarios, sino también su ubicación espacial.

Tabla 320: Área muestral y total estimada de Bosques Secundarios

Bosque secundario (ha)	2000	2005	2010	2012
Superficie muestral	2,303.6	757.5	695.5	730.9
Superficie total	1'704,725	650,672.40	602,850.20	673,019.20

Elaboración Propia

Gráfica 29: Superficies con biomasa en crecimiento por años INGEI



Elaboración Propia

Tierras Agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas

De las categorías IPCC 1996 solo comprende 5A: Cambios de biomasa forestal y otros stocks leñosos. En los cuatro inventarios se ha contabilizado los mismos cultivos perennes, cuyo balance neto ha arrojado captura neta de CO₂, que conforme han incrementado las áreas se han aumentado con en el tiempo.

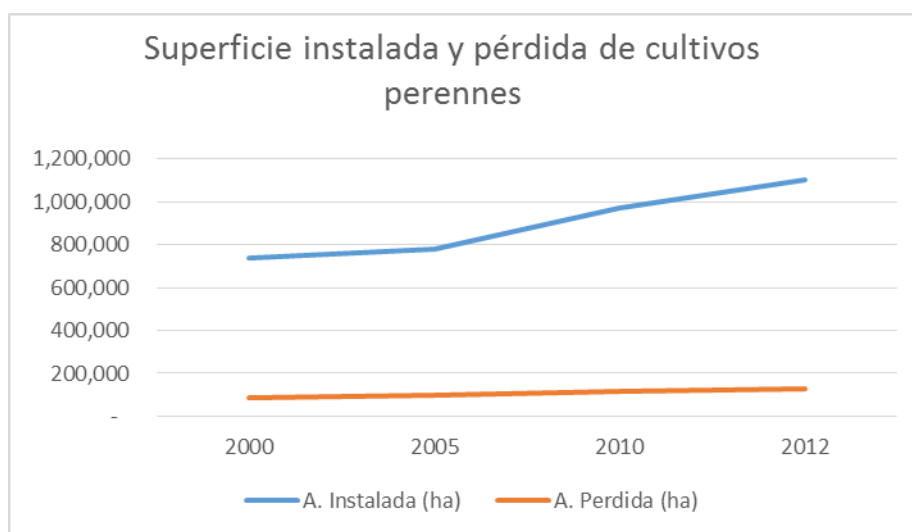
Tabla 321: Emisiones de TATA neta por categorías IPCC 1996

Sector en IPCC 96'	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
5A	-294.4	-83.9	-484.2	-737.7

Elaboración Propia

Las áreas de cultivo perenne instaladas han incrementado durante el transcurso del tiempo pasando de 740,316.3 ha en el año 2000, a 1'10,281 ha en el año 2012. La pérdida en cada año de inventario es en promedio 11.8% de lo instalado. Esto origina que la captura de CO₂ en el tiempo vaya incrementando en este depósito.

Gráfica 30: Superficies con biomasa en crecimiento por años INGEI



Elaboración Propia

Tierras Forestales convertidas a Tierras Agrícolas

Para las categorías IPCC 1996 ésta categoría comprende 5B: Conversión de Bosques y praderas, correspondiente a CUS de bosque primario a agricultura y CUS de bosque secundario a agricultura; 5B: Emisiones y remociones de CO₂ del suelo y 5E Otros gases diferentes al CO₂, correspondiente a emisiones por quema de biomasa al hacer el CUS (CH₄ y N₂O).

Tabla 322: Emisiones netas por conversión TFTA, por categoría IPCC 1996

Sector en IPCC 96'	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
5B	98,784.69	74,401.20	73,311.48	70,939.21
5D	232.24	345.72	336.98	407.66
5E	4,763.19	3,732.49	3,686.08	3,544.51
Total	103,780.11	78,479.42	77,334.53	74,891.38

Elaboración Propia

Las emisiones en estas subcategorías del año 2005 al 2012 han disminuido pero a un ritmo muy bajo. En el año 2000 las emisiones fueron superiores a 24,000 Gg CO₂ aproximadamente, con relación al año 2005, en conversión de bosques. Esto podría deberse a que hubo mayores áreas de pérdida de bosque secundario en el año 2000 que en los otros años de inventario, a pesar que la pérdida para el año 2000 de bosque primario fue menor que en los otros años.

Las pérdidas de bosques secundarios han sido estimadas. Hay mayor superficie de bosques secundarios en el año 2000. Esto como hemos mencionado, puede ser por que la intervención hacia estos bosques tenían un ritmo menos acelerado a lo que se presenta en los años posteriores al año 2000 o que estamos observando superficies de bosque secundario de espacios en el tiempo mayor a 5 y 2 años como los presentados del 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2012.

Con relación a emisiones por suelos minerales, estas emisiones tienen relación directa con el tipo de suelo en el bosque primario (cobertura inicial), que luego cambian a agricultura. Por ello las áreas de pérdida en este tipo de suelo son muy similares a las áreas de pérdida de biomasa en bosque primario. No se ha contabilizado emisiones en suelos de bosques secundarios, primero porque no conocemos su ubicación espacial total, dado que viene de una estimación y segundo porque por **usos de factores al ser el uso final barbecho, no habría variaciones.**

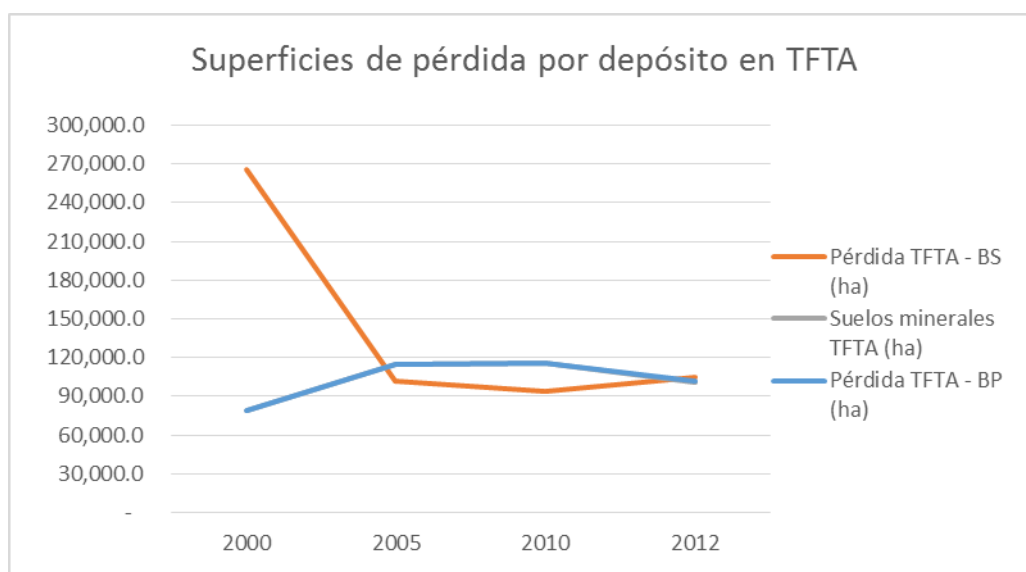
Respecto a las emisiones en suelos orgánicos, solo en el año 2012, tenemos CUS desde un bosque primario con suelo de humedales, correspondiente a 1,512.8 ha.

Tabla 323: Superficies bajo cambio de uso de bosque a agricultura, por depósito analizado

Superficie de Cambio TFTA	2000	2005	2010	2012
Pérdida TFTA - BP (ha)	79,386.6	114,262.3	115,332.0	101,973.3
Pérdida TFTA - BS (ha)	265,936.7	101,504.7	94,044.5	104,990.8
Suelos minerales TFTA (ha)	79,334.1	114,230.9	115,262.0	100,421.0
Suelos orgánicos TFTA (ha)	-	-	-	1,512.8

Elaboración Propia

Gráfica 31: Superficies de pérdida por depósito en TFTA



Elaboración Propia

Como se mencionaba y se puede ver en la figura anterior, las áreas de deforestación de bosque primario son similares, teóricamente iguales, a las áreas estimadas para pérdida de stock de carbono en suelos. En este caso, no se distinguen con los suelos minerales porque no hay casi deforestación de humedales, sino hasta el 2012.

Tierras Forestales convertidas a Praderas

Para las categorías IPCC 1996 ésta categoría comprende 5B: Conversión de Bosques y praderas, correspondiente a CUS de bosque primario a pastos; 5D: Emisiones y remociones de CO₂ del suelo y 5E Otros gases diferentes al CO₂, correspondiente a emisiones por quema de biomasa al hacer el CUS (CH₄ y N₂O).

Tabla 324: Emisiones en TFP por categorías IPCC 1996

Sector en IPCC 96'	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)			
	2000	2005	2010	2012
5B	1,463.03	1,276.65	7,497.72	7,000.96
5D	0.76	0.68	4.90	4.78
5E	77.57	67.70	398.17	372.78
Total	1,541.36	1,345.03	7,900.79	7,378.52

Elaboración Propia

Las emisiones en estas subcategorías del año 2000 al 2005, son muy similares y en los años 2010 y 2012 se incrementan sustancialmente. Esto se debe a que la interpretación en estos dos primeros años de inventarios arrojó superficies inferiores a las de los años 2010 y 2012.

En cuanto a las pérdidas de bosques secundarios y uso final pasturas, se asumió que todo pasaba a agricultura, por eso no se incorpora nada en esta subcategoría.

Con relación a emisiones por suelos minerales, estas emisiones tienen relación directa con el tipo de suelo en el bosque primario (cobertura inicial), que luego cambian a pastos. Por ello las áreas de pérdida en suelo son iguales a las áreas de pérdida de biomasa en bosque primario.

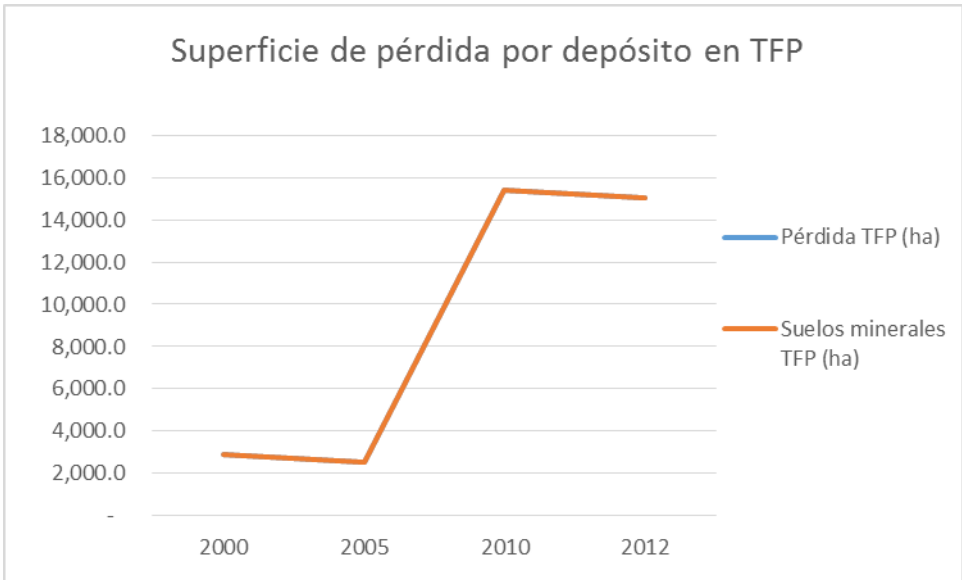
Con relación a emisiones en suelos orgánicos, solo en el año 2012, tenemos CUS desde un bosque primario con suelo de humedales, correspondiente a solo 5.6 ha.

Tabla 325: Área (ha) de pérdida de biomasa en TFP y su tipo de suelo

Superficie de Cambio TFP	2000	2005	2010	2012
Pérdida TFP (ha)	2,921.9	2,555.3	15,403.0	15,053.0
Suelos minerales TFP (ha)	2,921.1	2,554.9	15,395.3	15,046.5
Suelos orgánicos TFP (ha)	-	-	-	5.6

Elaboración Propia

Gráfica 32: Superficie de pérdida en TFP



Elaboración Propia

Tanto para la conversión a Tierras Agrícolas o Praderas, los resultados de los nuevos INGEI y las actualizaciones son diferentes que de los inventarios pasados. Antes se veía una distribución más pareja entre estos dos usos finales, mientras que con el nuevo análisis se encontró una predominancia del uso agrícola, muy por encima de las pasturas, aún si en los dos últimos años esta última tiene más representatividad. Es importante recordar que en el INGEI 2000 antiguo, el análisis de uso de la tierra se hizo sobre el área de deforestación acumulada al año 2000, por tanto fe una imagen del momento que no recogía la variabilidad del uso de la tierra en el tiempo, sobre todo en cortos periodos de tiempo. Por su lado, los resultados del INGEI 2010 antiguo estuvieron basados en un muestreo del área deforestada acumulada, y luego las superficies de cambio fueron determinadas por opinión de experto. Las magnitudes de cambio de uso en los presentes inventarios representan los cambios observados en el primer año de deforestación.

Tierras Forestales convertidas a Asentamientos y Otras Tierras

Para ambas categorías USCUS, se analizó la categoría IPCC 1996 5B que comprende: Conversión de Bosques y praderas, correspondiente a CUS de bosque primario a asentamientos (tierras con infraestructura) y otras tierras (tierras sin vegetación, minería, etc.).

Tabla 326: Superficies bajo cambio de uso de bosque a agricultura, por depósito analizado

Sector en IPCC 96'	2000	2005	2010	2012
5B - TFA	15.34	24.56	171.53	583.42
5B - TFOT	83.09	208.71	2,257.62	1,248.22

Elaboración Propia

Anteriormente no se habían estimado ninguna de estas conversiones, y por los resultados podemos ver que su contribución en las emisiones totales es bastante marginal. No obstante es importante observar un aumento significativo en el cambio TFOT para los dos últimos años, que podría responder a la expansión de la minería ilegal en la selva baja.

5.5. Desechos

Las emisiones en Procesos industriales se han incrementado notablemente y de manera continua en el periodo 2000 – 2012, con un crecimiento total de 49.47%. El periodo de mayor incremento fue reportado en 2010 -2012, con un crecimiento de las emisiones de 5.72%, influenciado –sobre todo– por el crecimiento del sector construcción en el país.

El crecimiento anual promedio en el periodo 2000 – 2012 fue de 4.05%, reportándose el mayor crecimiento anual promedio en el periodo 2010 y 2012 (5.72% anual).

Los resultados de los INGEI y las actualizaciones, en el sector Desechos, se detallan en las siguientes tablas:

El sector Desechos, reportó 5,233.51 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2000**. El reporte de las emisiones en Desechos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 327: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2000

Código de categorías de fuentes 1996					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [GgCH ₄]	Óxido nítrico [GgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
6					Desechos	-	225,630.58	1,597.65	5,233.51
	6A				Disposición de residuos sólidos	-	194,661.42		4,087.89
		6A1			Residuos sólidos		194,661.42		4,087.89
	6B				Tratamiento de aguas residuales		30,969.16	1,597.65	1,145.62
		6B1			Efluentes industriales		10,187.70		213.94
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	20,781.46	1,597.65	931.68
			6B2a		Aguas residuales domésticas		20,781.46		436.41
			6B2b		Excretas humanas		-	1,597.65	495.27

Fuente: Elaboración propia

El sector Desechos, reportó 5,686.25 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2005**. El reporte de las emisiones en Desechos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 328: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2005

Código de categorías de fuentes 1996					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [GgCH ₄]	Óxido nítrico [GgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
6					Desechos	-	245,531.27	1,709.98	5,686.25
	6A				Disposición de residuos sólidos	-	201,427.93		4,229.99
		6A1			Residuos sólidos		201,427.93		4,229.99
	6B				Tratamiento de aguas residuales		44,103.34	1,709.98	1,456.26
		6B1			Efluentes industriales		12,718.34		267.09
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	31,385.00	1,709.98	1,189.18
			6B2a		Aguas residuales domésticas		31,385.00		659.09
			6B2b		Excretas humanas			1,709.98	530.09

Fuente: Elaboración propia

El sector Desechos, reportó 7,019.72 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2010**. El reporte de las emisiones en Desechos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 329: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2010

Código de categorías de fuentes 1996					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [GgCH ₄]	Óxido nítrico [GgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
6					Desechos	-	307,530.66	1,811.52	7,019.72
	6A				Disposición de residuos sólidos	-	252,248.16		5,297.21
		6A1			Residuos sólidos		252,248.16		5,297.21
	6B				Tratamiento de aguas residuales		55,282.50	1,811.52	1,722.50
		6B1			Efluentes industriales		14,686.97		308.43
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	40,595.53	1,811.52	1,414.08
			6B2a		Aguas residuales domésticas		40,595.53		852.51
			6B2b		Excretas humanas			1,811.52	561.57

Fuente: Elaboración propia

El sector Desechos, reportó 7,822.58 Gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂e), para el **INGEI 2012**. El reporte de las emisiones en Desechos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 330: Inventario de Emisiones de GEI en el sector Desechos – 2012

Código de categorías de fuentes 1996					Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de carbono [GgCO ₂]	Metano [GgCH ₄]	Óxido nítrico [GgN ₂ O]	Emisiones de GEI [GgCO ₂ e]
6					Desechos	-	345,150.54	1,852.96	7,822.58
	6A				Disposición de residuos sólidos	-	285,964.38	-	6,005.25
		6A1			Residuos sólidos		285,964.38	-	6,005.25
	6B				Tratamiento de aguas residuales		59,186.16	1,852.96	1,817.33
		6B1			Efluentes industriales		15,959.88	-	335.16
		6B2			Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	-	43,226.28	1,852.96	1,482.17
			6B2a		Aguas residuales domésticas		43,226.28	-	907.75
			6B2b		Excretas humanas		-	1,852.96	574.42

Fuente: Elaboración propia

6. PLAN DE GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD

Es una buena práctica documentar e implementar los procedimientos de control de calidad (CC) para el desarrollo de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Tal como se describe en la Guía de buenas prácticas del IPCC y en las últimas Directrices del IPCC (2006), un apropiado programa de CC ayuda a mejorar la transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y confianza en los inventarios nacionales de GEI.

La garantía de calidad es desarrollada por un equipo externo al que trabajó los inventarios. En algunas fuentes de los sectores, los expertos sectoriales brindaron opinión sobre las estimaciones y su nivel de actividad (sobre todo en USCUS).

El control de calidad, es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. El sistema de CC está diseñado para lo siguiente:

- ✓ Hacer controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad.
- ✓ Detectar y subsanar errores y omisiones.
- ✓ Documentar y archivar el material de los inventarios y registrar todas las actividades de CC.

El plan de control calidad incluye para todos los sectores:

Tabla 331: Actividades del control de calidad de los inventarios y sus actualizaciones

Actividad de CC	Procedimientos
Listas de Verificación de Manejo, Entrada y Recopilación de Datos	
Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados	Realizar verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías y asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia	Confirmar que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna
	Efectuar verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría (ya sean medidas o parámetros utilizados en las estimaciones) para detectar posibles errores de transcripción
	Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción
	Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario:
	- Evitar la programación de factores como fórmulas.
Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente	- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos
	Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/remociones
Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada	Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo
	Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos
	Verificar que los factores de conversión sean correctos
	Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente
Verificar la integridad de los archivos de base de datos	Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos

Actividad de CC	Procedimientos
	Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos
	Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño
	Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivados
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías	Identificar los parámetros (p. ej., datos de actividad, constantes) que son comunes a múltiples categorías y confirmar que existe coherencia en los valores utilizados para estos parámetros en los cálculos de las emisiones/remociones
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto	Verificar que los datos de emisiones/remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes
	Verificar que los datos de emisiones/remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios
Documentación de Datos	
Revisar el archivo y la documentación interna	Verificar que existe documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos
	Verificar que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos (a través de los comentarios de celda u otro sistema de anotación)
Verificación de Cálculos	
Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en re cálculos	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría
	Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal
	Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática
Verificar la coherencia de la serie temporal	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría
	Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal
	Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en re cálculos
Verificar la exhaustividad	Confirmar que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual
	En relación a las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta
	Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo
Revisiones de tendencias	Comparar las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría, en caso de estar disponibles. En el caso que existan cambios o desviaciones significativos de las tendencias esperadas, es necesario volver a revisar las estimaciones y explicar la diferencia. Los cambios significativos en las emisiones o remociones de años anteriores pueden indicar los posibles errores de entrada o de cálculo
	Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal

En los siguientes párrafos se detallan las actividades realizadas como control de calidad en Transporte y USCUS.

Transporte

Revisión de la información en las variables:

- ✓ **Nivel de Actividad:** una de las opciones que las GL 2006 describe es realizar un control de calidad con los datos a nivel nacional, a fin de cumplir con esta recomendación se comparó los datos procedentes del Balance Nacional de Energía (MINEM) con los datos del 2005, 2010 y 2012, obtenidos del Balance de Energía Nacional (OSINERGMIN) para transporte terrestre, estimación de combustible a través de los vuelos proporcionados por el MTC,

combustible utilizado en las locomotoras y combustible que se abastecen las naves en los puertos del Perú (información proporcionada por APN). Mientras que para el año 2000 se realiza la comparación con la información obtenida del estudio de PROCLIM para el INGEI de ese año.

El Balance Nacional de Energía (BNE), reporta el consumo total en unidades de energía (TJ) sin realizar divisiones por medios de transporte. Para tener una equidad de nivel de data se realizó la comparación del BNE que presenta un consumo en TJ (Sector Transporte) y el acumulado de los modos de transporte reportando en TJ, de los INGEI'S 2000, 2005, 2010 y 2012.

Año	Consumo combustible [TJ]		variación [Δ%]	Fuente del BNE
	INGEI	BNE		
2000	135,798	141,688	4%	BNE 2012, pág 120 - Tabla N°4
2005	160,296	146,045	-9%	BNE 2005, pág 19 - Cuadro 11
2010	228,031	253,322	11%	BNE 2010, pág 16 - Cuadro 11
2012	257,166	285,591	11%	BNE 2012, pág 22 - Cuadro 1.1

Tal como se aprecia, para el año 2000, hay una diferencia solo del 5%, siendo el que reporta mayor consumo de energía el BNE; para el año 2005 ocurre lo contrario el mayor aporte de consumo de energía es para el INGEI 2005 y representa ↓9% de variación, mientras que para los años 2010 y 2012 presenta una variación de ↑11%, indicando que el BNE es quien reporta mayor consumo de energía en transporte.

Cabe mencionar que el consumo de energía en TJ de los INGEI, no se está incluyendo el consumo de combustible de transporte aéreo internacional, tres empresas ferroviarias y navegación lacustre; esta información no está disponible tal como se ha venido mencionando en el informe. Por lo expuesto, esta puede ser una de la razones de la variación existente entre el consumo de energía de los BNE y los INGEI's.

Siendo el BNE, que reporta la quema de combustible en una sola cantidad de TJ, y en ella incluyendo todo tipo de transporte (terrestre, marítimo, ferroviario y aéreo), no se puede tomar como nivel de actividad esta data.

Para **Aviación Civil**, la empresa LAN Perú proporcionó su consumo de combustible que realizan sus aeronaves a nivel nacional siendo este 35,884,922.20 galones de Turbo Jet, para 40,021 vuelos y 27,647,925 km recorridos. Con la información brindada por LAN se obtuvo un ratio de **1.30 gal/km**; con el cual se logró estimar el total de consumo de combustible de vuelos nacionales multiplicando la cantidad de kilómetros recorrido por los aviones a nivel nacional con el ratio de LAN; esta data se comparó con la data estimada de combustible, obtenidos de la metodología de EMEP/CORINAIR – Agencia Europea del Medio Ambiente; con la información de la empresa LAN, conllevando a obtener los siguientes consumo de combustible en TJ.

Año	Consumo combustible [TJ]		variación [Δ%]	Fuente del ratio (Gal/Km)
	INGEI Aviación	Estimación con ratio LAN		
2000	5,960			
2005	4,324	5,042	17%	Archivo LAN-Ministerio de Ambiente
2010	9,471	9,263	-2%	Archivo LAN-Ministerio de Ambiente
2012	10,139	10,583	4%	Archivo LAN-Ministerio de Ambiente

Tanto como para **Transporte Ferroviario y Navegación Marítima y Fluvial**, no se pudo realizar una comparación alguna con información a nivel nacional del BNE 2012 u otra fuente, debido a la ausencia de información para estas sub-categorías.

- ✓ **Revisión de los factores de emisión:** los factores de emisión utilizados para toda la *Categoría Especial de Transporte* fueron los propuestos por el IPCC, teniendo en cuenta su

aplicabilidad, no fue posible comparar con datos nacionales, pero se empleó la densidad y VCN del combustible en la mayor manera posible a nivel local para tener una mayor certeza de que los factores son aplicables.

- ✓ **Examen de los datos de actividad;** los datos obtenidos para *Transporte Terrestre*, son fiables ya que la información obtenida proviene del Organismo de Supervisión de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) que reporta el volumen vendido en los grifos por tipo de combustible a nivel nacional y los factores empleados son los recomendados por el IPCC ante la ausencia de unos específicos para nuestro país.

Los datos obtenidos para *Aviación Civil* son fiables ya que la información obtenida proviene de la metodología EMEP/EEA (European Environment Agency) que recomienda la GL 2006 en la metodología de nivel 3

Los datos obtenidos para *Transporte Ferroviario* son fiables ya que el 96% de la información obtenida proviene de las empresas Ferrocarril Central Andino S.A y Andean Railways Corp. S.A.C. Mientras que el 4% restante de la información se ha obtenido de promedio de consumo de combustible por locomotora que ha circulado (INGEI 2000).

Los datos obtenidos para *Transporte Marítimo y Fluvial* son fiables ya que la información ha sido proporcionada por la Autoridad Portuaria Nacional (APN); y la información de quema de combustible para naves fluviales, que ha sido obtenida haciendo uso de ratio del INGEI 2000.

Los datos obtenidos en *Otro tipo de transporte* son fiables ya que la información ha sido proporcionada por la Aeropuertos del Perú (ADP) para la fuente “Todo terreno” y para la fuente “Transporte por gaseoductos” ha sido extraída de los Anuarios de Energía Eléctrica y del COES.

Se comparó los resultados del Inventario 2012 con inventarios anteriores para analizar la coherencia y detectar alguna anomalía en el proceso de cálculo.

Se procedió a comparar los datos obtenidos con datos de actividad históricos permitiendo que no hubiera anomalías.

USCUSS

Adicionalmente a las revisiones internas, se sostuvo múltiples reuniones con expertos del sector, como el personal del PNCB, el equipo de la consultoría de contribuciones, especialistas de SERFOR, entre otros, para discutir sobre los supuestos, y toda información usada en los INGEI. En estas reuniones se recogió recomendaciones diversas que se fueron incorporando al trabajo.

Con relación a la **Garantía de la Calidad**, esta fue realizada por la especialista Thelma Krug, experta del IPCC invitada por el MINAM para que revise el INGEI 2010 y las Contribuciones Nacionales. El trabajo de revisión con el equipo USCUSSE se llevó a cabo los días 12, 13 y 14 de Mayo. Se analizaron los datos de actividad, sus fuentes, los factores de emisión seleccionados, la exhaustividad del trabajo y finalmente se recibieron recomendaciones, no solo de la experta, sino también de otros participantes expertos en el tema USCUSSE. En resumen, las acciones realizadas durante la GC fueron:

- Revisión de factores.
- Uso de ecuaciones.
- Cálculos propiamente dichos.
- Discusión sobre supuestos usados

Durante los días de revisión se recibieron recomendaciones para mejorar el cálculo y el tratamiento de la información de base. Estos fueron complementados con el informe final de la experta, donde se revisó cada punto del inventario 2010 anterior y se detallaron las recomendaciones finales. Los cambios específicos requeridos fueron:

Tabla 332: Personal Acciones de corrección recomendadas del proceso de Garantía de Calidad

Datos	Recomendación de cambio	Realizado
General	Para el cruce de Tipos de Bosque IPCC y Ecozonas, no incluir las áreas deforestadas	Sí
	Agregar una tabla resumen donde se vea que categorías y subcategorías de la tierra han sido estimadas en los INGEI	Sí
TFTF (Madera)	Incluir corteza multiplicando por el factor 0.15	Sí
	Usar el factor BCEF apropiado para el país, de las guías IPCC 2006 en lugar de BEF2 de la GBP 2003	Sí
	Ver manera de incluir estimación de pérdidas asociadas a la extracción de madera	No
TFTF (Incendios)	Basar la información de incendios en datos de MODIS no es adecuado, mejor sería asumir que todo ocurre en Bosque Primario	Sí
TTF (Bosque Secundario)	No es adecuado clasificar a los BS como TA. Se debe reclasificar como TF	Sí
	Incluir los demás depósitos en el cálculo de TTF	Sí
TTF (Plantaciones Forestales)	Usar la proporción (aproximadamente 8%) de plantaciones existentes en relación a las superficies reportadas según anuario, obtenido del análisis Rapideye; en lugar de la opinión de experto que determinó 2% de instalación real (es muy bajo)	Sí
	Considerar toda la superficie de la estadística y no solo desde el año 1995	Sí
	Cerciorarse que el análisis de Rapideye separa cultivos perennes (agroforestales) de las plantaciones	Sí
	Usar el valor de Relación Raíz/Vástago para Coníferas (de 50-150 t m.s), igual a 0.32, de la Tabla 3A.1.8 de la GBP 2003, en lugar del valor usado (límite inferior para Bosque Secundario, igual a 0.14)	Sí
TATA	Utilizar fórmula que se desprende del Ejemplo 1 de la Sección 3.3.1.1.1.1 (Pág. 3.77) de la GBP 2003	Sí
	Área perdida igual a 1/8 del área instalada del año anterior al año INGEI (por ciclo de rotación por defecto del IPCC)	Sí
TFTA	Incluir la reserva de biomasa de la raíz en el cálculo	Sí
	Incluir nota indicando que la variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento de tierras agrícolas es 5 debido a que todo se ha considerado para cultivos anuales.	Sí
	Estimar pérdidas por conversión de Bosques Secundarios	Sí
TFP	Incluir la reserva de biomasa de la raíz en el cálculo	Sí
TFOT	Separar los otros usos en las categorías Asentamientos y Otras Tierras	Sí
	Incluir la reserva de biomasa de la raíz en el cálculo	Sí

Fuente: INDC- Informe Preliminar (Thelma Krug) Elaboración Propia

No se ha llegado a incluir estimaciones de pérdidas asociadas a la extracción de madera, este punto queda como una acción pendiente para futuros inventarios.

Tabla 333: Personal principal responsable de las actividades de CC en la Categoría Especial de Transporte

Actividad de CC	Procedimientos	Tarea completada		Medida correctiva adoptada	
		Nombre/ Iniciales	Fecha	Documentos de respaldo (Nombrar el documento)	Fecha
Listas de Verificación de Manejo, Entrada y Recopilación de Datos					
Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados.	Realizar verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías y asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.	WLL	17.03.15	Correos electrónicos remitidos a Francisco J. Acevedo (Mobile Source Program Manager U.S. EPA - Region 5) con las observaciones sobre las revisiones efectuadas.	23.03.15
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.	Confirmar que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna Efectuar verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría (ya sean medidas o parámetros utilizados en las estimaciones) para detectar posibles errores de transcripción. Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción. Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario: Evitar la programación de factores como fórmulas. Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos. Usar la protección de celdas para que los datos fijos no sean modificados de manera accidental. Realizar controles automáticos, como los controles informáticos para cálculos o controles de rango de los datos de entrada.	WLL	27.02.15 17.04.15	Cada sesión de trabajo, se revisaron los datos de entrada y se hicieron comentarios que permitieron proseguir con la revisión de los cálculos. Fueron aplicados los controles informáticos para evitar que los rangos de entrada se confundan. Para la categoría de aviación (Rodolfo Ynza Benites del DGAC)	
Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente.	Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/remociones. En el caso que se utilicen los modelos, imitar de forma selectiva los modelos de cálculos complejos con estimaciones abreviadas para juzgar la exactitud relativa.	WLL	27.02.15 al 17.04.15	Se remitió al coordinador de CC y del INGEI 2012 a través de un correo electrónico o vía Dropbox. Para la categoría de aviación (Rodolfo Ynza Benites del DGAC)	17.04.15
Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos. Verificar que los factores de conversión sean correctos. Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.	WLL	10.03.15 al 25.03.15	Se remitió al coordinador de CC y del INGEI 2012 a través de un correo electrónico o vía Dropbox. Para la categoría de aviación (Rodolfo Ynza Benites del DGAC)	10.03.15 al 25.03.15
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos.	WLL	27.02.15 al 17.04.15 06.03.15	Se efectuó la revisión en cada cálculo y en los archivos de la	23.02.15 a la fecha. 06.03.15

Actividad de CC	Procedimientos	Tarea completada		Medida correctiva adoptada	
		Nombre/ Iniciales	Fecha	Documentos de respaldo (Nombrar el documento)	Fecha
	Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos. Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño. Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivadas.		al 25.03.15	carpeta. Se tuvieron reuniones específicas para la revisión de data con especialistas de DGTT, DGAC, DGTA, DGCyF, con la finalidad de consolidar y verificar la base de datos.	al 25.03.15
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías.	Identificar los parámetros (p. ej., datos de actividad, constantes) que son comunes a múltiples categorías y confirmar que existe coherencia en los valores utilizados para estos parámetros en los cálculos de las emisiones/remociones.	WLL	27.02.15 al 17.04.15	Se compararon con los resultados obtenidos en la actualización del inventario al año base 2000 y 2010.	13.03.15 a la fecha
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	Verificar que los datos de emisiones/remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes. Verificar que los datos de emisiones/remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios.	WLL	Desde el 27.02.15 a la fecha.	A la fecha se ha revisado los datos por cada modo de transporte de manera independiente y finalmente se han integrado en una sola base.	28.02.15 a la fecha
Documentación de Datos					
Revisar el archivo y la documentación interna.	Verificar que existe documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos. Verificar que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos (a través de los comentarios de celda u otro sistema de anotación). Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada. Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario. Verificar la integridad de los arreglos relacionados al archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.	WLL	Desde el 27.02.15 a la fecha Actividad continua desde el primer día del proyecto	Se inició la recopilación de data bibliográfica la misma que se guardó en una carpeta específica. Cuando se iniciaron los cálculos se abrió una nueva carpeta Como respaldo se han remitido las versiones para revisión al coordinador de energía y al Coordinador del Inventario.	15.03.15 a la fecha
Verificación de Cálculos					
Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal. Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática.	WLL	Desde el 15.03.15 a la fecha	Se efectuó la revisión en cada cálculo y en los archivos de la carpeta.	15.03.15 a la fecha

Actividad de CC	Procedimientos	Tarea completada		Medida correctiva adoptada	
		Nombre/ Iniciales	Fecha	Documentos de respaldo (Nombrar el documento)	Fecha
Verificar la coherencia de la serie temporal.	<p>Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.</p> <p>Verificar la coherencia en el método/algoritmo utilizado para los cálculos en la serie temporal.</p> <p>Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.</p> <p>Verificar que los efectos de las actividades de mitigación se reflejen adecuadamente en los cálculos de la serie temporal.</p>	WLL	27.03.15	Correos electrónicos remitidos al coordinador del inventario y de CC con las observaciones sobre las revisiones efectuadas vía Dropbox. Para la categoría de aviación (Rodolfo Ynza Benites del DGAC)	
Verificar la exhaustividad.	<p>Confirmar que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual.</p> <p>En relación a las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta.</p> <p>Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo.</p> <p>Verificar que los datos cuya indisponibilidad sea conocida, resultando en estimaciones incompletas de emisiones/remociones de una categoría, estén documentados, incluyendo la evaluación cualitativa de la importancia de la estimación en relación al total de emisiones netas (p. ej., las subcategorías clasificadas como 'no estimadas').</p>	WLL	Desde el 27.02.15 a la fecha	La categoría Otro tipo de Transporte es reportado en el último inventario, siendo definida y aclarada en el informe.	
Revisiones de tendencias	<p>Comparar las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría, en caso de estar disponibles. En el caso que existan cambios o desviaciones significativos de las tendencias esperadas, es necesario volver a revisar las estimaciones y explicar la diferencia. Los cambios significativos en las emisiones o remociones de años anteriores pueden indicar los posibles errores de entrada o de cálculo.</p> <p>Verificar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones/remociones agregadas, divididas por datos de actividad) a través de la serie temporal. ¿Se han reportado cambios en las emisiones o remociones?</p> <p>Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal.</p>	WLL	Desde el 27.02.15 a la fecha	Se compararon con los resultados obtenidos del inventario al año base 2000 y 2010. Durante todo el proceso de cálculo se compararon los resultados con el inventario nacional del año base 2010. El mismo que fue elaborado en base a información de varias fuentes de información y se determinó su coherencia.	

Fuente: La presente lista ha sido adaptada de la Guía de buenas prácticas del IPCC y de las Directrices para los inventarios nacionales de GEI del IPCC de 2006.

7. PLAN DE MEJORAMIENTO DE FUTUROS INVENTARIOS

El propósito del Plan de mejoramiento es lograr que paulatinamente se puedan realizar y priorizar, en el corto y mediano plazo, esfuerzos que permitan aumentar la transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud de los inventarios futuros. El Plan de mejoramiento debe contener las siguientes divisiones:

- a) Identificación de mejoras en los procesos de elaboración del INGEI.- en esta sección se deberán indicar todas aquellas acciones que han permitido optimizar los inventarios anteriores, considerando para tal cualquiera de los 5 principios a considerar en los procesos de elaboración de los inventarios mencionados en el párrafo precedente. Entre las acciones que se podrían mejorar tenemos entre otros a las siguientes:
 - Información de mejor calidad
 - Acceso a información que habitualmente no se dispone
 - Desarrollo de factores de emisión locales
 - Desarrollo de un sistema de aseguramiento de calidad robusto
 - Establecimiento de un sistema de archivo
 - Desarrollo de arreglos institucionales
- b) Acciones prioritarias.- se deberá, en base al desarrollo de análisis técnicos y de costo-beneficio, el desarrollo de acciones que generen impactos positivos en el proceso de desarrollo de los INGEI pero que además genere otros impactos positivos a nivel nacional como lo son por ejemplo el diseño e implementación de NAMAs u otras políticas sectoriales que además de reducir emisiones pueda contribuir al cuidado del ambiente y atraer fondos internacionales. Para realizar este análisis será necesario realizar análisis de las actuales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).
- c) Desarrollo y evaluación de las categorías principales.- en esta sección se deberá detallar los mecanismos que conducirán al desarrollo constante de análisis de las categorías principales según sus valores absolutos pero además de sus tendencias. Estos análisis no solo ayudarán a comparar los resultados sino que servirán además como herramientas para el control de calidad y para priorizar además el desarrollo de políticas sectoriales.
- d) Diseño de un sistema de archivo sostenible.- que se refiere al espacio físico y digital en donde deberá almacenarse toda la información usada en los procesos de elaboración de los INGEI. Es decir los niveles de actividad, métodos de cálculo, documentación, cartas u otros documentos oficiales sobre trasposos de información o arreglos institucionales, reportes de GEI, entre otros.
- e) Un sistema de archivo es muy beneficioso porque permite la revisión de todos los inventarios que hayan sido almacenados y facilita la elaboración de los próximos inventarios.

Desarrollo de mayor comunicación, alcance y capacitación.- es necesario que se logre una mayor comunicación y alcance de los resultados y propósitos de los INGEI, esto para generar mayor conciencia y además difundir información que es de relevancia para la investigación. Adicionalmente es necesario que constantemente se realicen capacitaciones, a los especialistas encargados en la elaboración de inventarios, de todas y cada una de las etapas del proceso de elaboración de INGEI, lo cual permitirá tener inventarios cada vez más robustos.

8. ANÁLISIS DE CATEGORÍAS PRINCIPALES

Se ha desarrollado el análisis de las categorías principales, considerando los resultados e información disponible en los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012.

Este análisis se realizó considerando la metodología de las GL 2006 (Volumen I, capítulo 4: Opción metodológica e identificación de categorías principales), la cual se describe brevemente en las **consideraciones previas**, y los resultados se reportan en la **identificación de categorías principales**.

8.1. Consideraciones previas

En esta sección se abordan, de manera general, los conceptos previos a la identificación de las categorías principales.

Es importante mencionar que, en este capítulo, el concepto de categorías hace referencia – de manera general – a las categorías, subcategorías, fuentes o subfuentes de los inventarios.

De acuerdo a la definición: *una categoría principal es una categoría prioritaria en el sistema de inventarios nacionales porque su estimación influye significativamente sobre el total de gases de efecto invernadero de un país, en cuanto al nivel absoluto, la tendencia, o la incertidumbre de emisiones o absorciones* (capítulo 4.1.1, volumen I, GL 2006).

Los objetivos del análisis de las categorías principales son:

- Priorizar recursos limitados, al momento de realizar los inventarios. Los recursos deben ser orientados a mejorar los datos y métodos de cálculo.
- Desarrollar las estimaciones para las categorías principales con niveles superiores de cálculo (nivel 2 o 3). Los árboles de decisión del método de cálculo contemplan el principio de categoría principal y sugieren niveles de cálculo superior para estas; sin embargo, dada las condiciones de la información, es posible justificar el uso del nivel 1 de cálculo.
- Dar atención extra en el control y garantía de calidad de las categorías principales.

Son dos los niveles de análisis de categorías principales, cuya elección depende las características de la información empleada para el desarrollo de los inventarios:

- Nivel 1: se identifican las categorías principales usando un umbral predeterminado de emisiones acumulativas. Las categorías principales son aquellas que al sumarse en orden de magnitud descendente alcanzan el 95% del total del inventario (suma total de los valores absolutos de emisiones y remociones).
- Nivel 2: usado cuando las incertidumbres de la categoría, o sus parámetros están disponibles. Además se recomienda usar las funciones de probabilidad y método de Monte Carlo para la evaluación de las categorías principales.

Finalmente, se debe considerar que el análisis de categorías principales, en ambos métodos, evalúa de manera separada los gases de efecto invernadero.

8.2. Identificación de categorías principales

Los gases de efecto invernadero reportados en los inventarios son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

Puesto que la elección del método de cálculo depende de las características de la información disponible para el desarrollo de los inventarios, en la siguiente tabla se resume la elección del método adecuado del análisis de incertidumbre:

Tabla 334: Elección del método adecuado de análisis de categorías principales

Nivel de análisis de categorías principales	Requerimientos del nivel	Condiciones de la información en los INGEI	Mejoras para futuros análisis categorías principales
Nivel 1: umbral predeterminado de emisiones acumulativas	Valor absoluto de las emisiones por categorías, acumulados y sumados de manera descendentes, hasta alcanzar el 95% del total del inventario (se considera el total de la suma de emisiones y valores absolutos de las absorciones).	Se cuenta, en detalle, con los resultados de los INGEI, a nivel de fuentes y subfuentes, y para cada uno de los gases de efecto invernadero: CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O. El nivel 1 es el adecuado para el análisis de las categorías principales.	En lo posible, ampliar el cálculo de la incertidumbre para todos los años en las categorías identificadas como principales. Se recomienda que en este cálculo se desarrollen funciones de probabilidad y análisis de Monte Carlo (nivel 2 de cálculo de incertidumbre), para las categorías principales.
Nivel 2: incertidumbres por categorías o sus parámetros	Incertidumbres de los resultados de emisiones de GEI en las categorías, o bien de sus parámetros (factores de emisión y nivel de actividad). Se recomienda, como <i>buena práctica</i> , hacer uso de las funciones de probabilidad y Monte Carlo para el análisis.	Aunque se ha desarrollado la incertidumbre para algunas fuentes de los INGEI, no se tiene aún para todos los años y han sido desarrolladas en nivel 1 de cálculo de la incertidumbre, por lo tanto no se cuenta con funciones de probabilidad. No es posible aplicar el nivel 2 , debido a la falta de datos de incertidumbre en todos los años e información de funciones de probabilidad.	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la elección de método adecuado a las características de la información disponible – método de nivel 1 – se sumaron las emisiones y los valores absolutos de las remociones, hasta alcanzar el 95% del total. Este cálculo se realizó para cada uno de los INGEI y por cada uno de los gases de efecto invernadero reportados: CO₂, CH₄ y N₂O.

De acuerdo a los resultados, y reportando por sectores, se identificó para todos los INGEI:

- En las emisiones de dióxido de carbono, el sector con mayor participación es USCUS, seguido de Energía y Procesos Industriales. Agricultura y Desechos no reportan CO₂.
- En las emisiones de metano, el sector mayor participación es Agricultura, seguido de Desechos, USCUS y Energía. Procesos industriales no reporta CH₄.
- En las emisiones de óxido nitroso, el sector con mayor participación es Agricultura, seguido de USCUS, Desechos y Energía. Procesos industriales no reporta N₂O.

La participación por sectores y por tipo de gas se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 335: Análisis de sectores principales, por tipo de GEI

Sector	2000	2005	2010	2012
Participación del CO₂ por sector:				
USCUS	83.92%	82.07%	71.89%	69.42%
Energía	12.98%	14.75%	23.88%	25.34%
Procesos Industriales	1.01%	1.83%	2.72%	3.19%
Agricultura	-	-	-	-
Desechos	-	-	-	-

Participación del CH₄ por sector:

USCUS	16.95%	17.19%	13.23%	13.50%
Energía	16.93%	14.07%	13.09%	7.83%
Procesos Industriales	-	-	-	-
Agricultura	45.13%	48.30%	48.56%	49.59%
Desechos	18.14%	20.12%	24.57%	28.30%

Participación del N₂O por sector:

USCUS	5.77%	5.79%	4.33%	4.21%
Energía	1.06%	1.06%	1.41%	1.48%
Procesos Industriales	-	-	-	-
Agricultura	88.19%	87.95%	89.13%	89.17%
Desechos	3.74%	3.86%	3.88%	3.88%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de las categorías principales, reporta para todos los GEI (en unidades de CO₂e), considerando el umbral del 95% (las GL 2006 recomiendan contabilizar hasta el 97%):

Tabla 336: Identificación de categorías principales – INGEI 2012

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $E_{X,2012}$	F Evaluación del nivel $L_{X, 2012}$	G Total acumulativo
		5B1			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	CO2	70,939.21	70,939.21	34.82%	34.82%
		5A1			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	CO2	18,700.49	18,700.49	9.18%	43.99%
			1A3b		Terrestre	CO2	14,934.66	14,934.66	7.33%	51.32%
5C					Abandono de tierras cultivadas	CO2	- 12,300.58	12,300.58	6.04%	57.36%
4D					Suelos agrícolas	N2O	12,195.57	12,195.57	5.99%	63.35%
4A					Fermentación entérica	CH4	10,735.14	10,735.14	5.27%	68.61%
			1A1a		Producción de electricidad y calor públicas	CO2	8,653.26	8,664.66	4.25%	72.87%
		5B2			Tierra Forestal a Praderas	CO2	7,000.96	7,000.96	3.44%	76.30%
			1A2b		Otras industrias de manufactura y construcción	CO2	6,175.91	6,175.91	3.03%	79.33%
6A					Residuos sólidos	CH4	6,005.25	6,005.25	2.95%	82.28%
	2A1				Producción de cemento	CO2	3,812.90	3,812.90	1.87%	84.15%
5E					Otros (gases no CO2)	CH4	3,457.45	3,457.45	1.70%	85.85%
	5A2				Incremento de biomasa	CO2	- 3,185.80	3,185.80	1.56%	87.41%
			1A4b		Público	CO2	2,363.89	2,363.89	1.16%	88.57%
		1B2			Petróleo y gas natural	CH4	2,005.72	2,005.72	0.98%	89.56%
			1A1b		Refinerías de petróleo	CO2	1,913.13	1,913.13	0.94%	90.50%
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	CO2	1,796.61	1,796.61	0.88%	91.38%
			1A2a		Minería	CO2	1,605.15	1,605.15	0.79%	92.16%
	2C1				Producción de hierro y acero	CO2	1,390.04	1,390.04	0.68%	92.85%
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	CO2	1,290.61	1,290.61	0.63%	93.48%
		1B2			Petróleo y gas natural	CO2	1,282.00	1,282.00	0.63%	94.11%

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $E_{X,2012}$	F Evaluación del nivel $L_{X, 2012}$	G Total acumulativo
		5B4			Tierra Forestal a otros	CO2	1,248.22	1,248.22	0.61%	94.72%
	4C				Cultivos de arroz	CH4	1,171.27	1,171.27	0.57%	95.30%
			6B2a		Aguas residuales domésticas	CH4	907.75	907.75	0.45%	95.74%
			1A4a		Residencial / Comercial	CO2	814.99	814.99	0.40%	96.14%
				1A3a ⁱⁱ	Aviación nacional	CO2	724.87	724.87	0.36%	96.50%
	5E				Otros (gases no CO2)	N2O	623.80	623.80	0.31%	96.80%
		5B3			Tierra Forestal a Asentamientos	CO2	583.42	583.42	0.29%	97.09%

El análisis de las categorías principales, considerando fuentes y subfuentes, reporta los siguientes resultados:

- En las emisiones de CO₂: dos categorías del sector USCUS son las que reportan mayor participación en los inventarios (más del 50%): Tierra Forestal a Tierras Agrícolas, y Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios). Otras categorías de importancia son Transporte terrestre (Energía) y Abandono de tierras cultivadas (USCUS). Esta última es la principal en remociones en los INGEI.
- En las emisiones de CH₄: las categorías con mayor participación en los INGEI son: Fermentación entérica (Agricultura), Residuos sólidos (Desechos) y Otros (gases no CO₂) (USCUS). Otras categorías de importancia son: Petróleo y gas natural (Energía), Cultivos de arroz (Agricultura) y Aguas residuales domésticas (Desechos).
- En las emisiones de N₂O: las categorías con mayor participación en los INGEI son: Suelos agrícolas (Agricultura), Manejo de estiércol (Agricultura) y Otros (gases no CO₂) (USCUS). Otras categorías de importancia son: Excretas humanas (Desechos) y Transporte terrestre (Energía).

El análisis de categorías se muestra en las siguientes tablas, por año y por tipo de GEI.

Tabla 337: Análisis de categorías principales, para CO₂ – 2000

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $E_{X,2012}$	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
		5B1			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	Dióxido de carbono (CO ₂)	98,784.69	98,784.69	53.75%	53.75%
		5A1			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	Dióxido de carbono (CO ₂)	29,184.51	29,184.51	15.88%	69.63%
		5C			Abandono de tierras cultivadas	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 24,273.07	24,273.07	13.21%	82.84%
			1A3b		Terrestre	Dióxido de carbono (CO ₂)	9,021.73	9,021.73	4.91%	87.75%
			1A2		Industrias manufactureras y de la construcción	Dióxido de carbono (CO ₂)	6,799.63	6,799.63	3.70%	91.45%
			1A4		Otros sectores	Dióxido de carbono (CO ₂)	4,823.85	4,823.85	2.62%	94.07%
			1A1a		Producción de electricidad y calor públicas	Dióxido de carbono (CO ₂)	2,024.02	2,024.02	1.10%	95.18%
			2A1		Producción de cemento	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,711.13	1,711.13	0.93%	96.11%
			5B2		Tierra Forestal a Praderas	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,463.03	1,463.03	0.80%	96.90%
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	Dióxido de carbono (CO ₂)	533.40	533.40	0.29%	97.19%
				1A3a	Aviación nacional	Dióxido de carbono (CO ₂)	426.12	426.12	0.23%	97.43%
			5A3		Cultivos Perennes	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 294.39	294.39	0.16%	97.59%
			5D		Emisiones y absorciones en el suelo	Dióxido de carbono (CO ₂)	233.00	233.00	0.13%	97.71%
				1A3d	Navegación marítima y fluvial	Dióxido de carbono (CO ₂)	170.77	170.77	0.09%	97.81%
			2C5		Producción de plomo	Dióxido de carbono (CO ₂)	140.70	140.70	0.08%	97.88%
			1B2		Petróleo y gas natural	Dióxido de carbono (CO ₂)	51.99	51.99	0.03%	97.91%

$$\sum_X E_{X,2012} = 183,776.28$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 338: Análisis de categorías principales, para CH₄ – 2000

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
	4A				Fermentación entérica	Metano (CH ₄)	10,049.83	10,049.83	40.3%	40.29%
	6A				Residuos sólidos	Metano (CH ₄)	4,087.89	4,087.89	16.4%	56.67%
	5E				Otros (gases no CO ₂)	Metano (CH ₄)	4,229.52	4,229.52	17.0%	73.63%
		1B2			Petróleo y gas natural	Metano (CH ₄)	4,224.31	4,224.31	16.9%	90.56%
	4C				Cultivos de arroz	Metano (CH ₄)	828.38	828.38	3.3%	93.88%
			6B2a		Aguas residuales domésticas	Metano (CH ₄)	436.41	436.41	1.75%	95.63%
	4E				Quema de sabanas (pastos)	Metano (CH ₄)	423.68	423.68	1.70%	97.33%
	4B				Manejo del estiércol	Metano (CH ₄)	272.75	272.75	1.09%	98.43%
		6B1			Efluentes industriales	Metano (CH ₄)	213.94	213.94	0.86%	99.28%
	4F				Quema de residuos agrícolas	Metano (CH ₄)	105.86	105.86	0.4%	99.71%

$$\sum_X E_{X,2012} = 24,945.61$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 339: Análisis de categorías principales, para N₂O – 2000

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
	4D				Suelos agrícolas	Óxido nitroso (N ₂ O)	10,919.37	10,919.37	82.52%	82.52%
	4B				Manejo del estiércol	Óxido nitroso (N ₂ O)	749.60	749.60	5.67%	88.19%
	5E				Otros (gases no CO ₂)	Óxido nitroso (N ₂ O)	763.10	763.10	5.77%	93.96%
			6B2b		Excretas humanas	Óxido nitroso (N ₂ O)	495.27	495.27	3.74%	97.70%
			1A3b		Terrestre	Óxido nitroso (N ₂ O)	140.55	140.55	1.06%	98.76%

$$\sum_X E_{X,2012} = 13,231.67$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 340: Análisis de categorías principales, para CO₂ – 2005

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
		5B1			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	Dióxido de carbono (CO ₂)	74,401.20	74,401.20	42.42%	42.42%
		5A1			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	Dióxido de carbono (CO ₂)	54,502.58	54,502.58	31.07%	73.49%
	5C				Abandono de tierras cultivadas	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 12,342.55	12,342.55	7.04%	80.52%
			1A3b		Terrestre	Dióxido de carbono (CO ₂)	9,668.78	9,668.78	5.51%	86.04%
			1A2		Industrias manufactureras y de la construcción	Dióxido de carbono (CO ₂)	7,607.36	7,607.36	4.34%	90.37%
			1A4		Otros sectores	Dióxido de carbono (CO ₂)	3,327.67	3,327.67	1.90%	92.27%
			1A1a		Producción de electricidad y calor públicas	Dióxido de carbono (CO ₂)	2,823.98	2,823.98	1.61%	93.88%
		5A2			Incremento de biomasa	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 2,498.87	2,498.87	1.42%	95.31%
		2A1			Producción de cemento	Dióxido de carbono (CO ₂)	2,365.48	2,365.48	1.35%	96.65%
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,662.21	1,662.21	0.95%	97.60%
			2C1		Producción de hierro y acero	Dióxido de carbono (CO ₂)	692.19	692.19	0.39%	98.00%
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	Dióxido de carbono (CO ₂)	464.04	464.04	0.26%	98.26%
		5B4			Tierra Forestal a otros	Dióxido de carbono (CO ₂)	208.71	208.71	0.12%	98.38%
		1B2			Petróleo y gas natural	Dióxido de carbono (CO ₂)	174.71	174.71	0.10%	98.48%
		2A3			Cerámicas (ladrillos)	Dióxido de carbono (CO ₂)	159.87	159.87	0.09%	98.57%
			1A1b		Refinerías de petróleo	Dióxido de carbono (CO ₂)	137.00	137.00	0.08%	98.65%

$$\sum_X E_{X,2012} = 175,406.93$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 341: Análisis de categorías principales, para CH₄ – 2005

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
	4A				Fermentación entérica	Metano (CH ₄)	10,496.61	10,496.61	41.0%	40.95%
	6A				Residuos sólidos	Metano (CH ₄)	4,229.99	4,229.99	16.5%	57.45%
	5E				Otros (gases no CO ₂)	Metano (CH ₄)	4,405.14	4,405.14	17.2%	74.64%
		1B2			Petróleo y gas natural	Metano (CH ₄)	3,606.18	3,606.18	14.1%	88.71%
	4C				Cultivos de arroz	Metano (CH ₄)	1,059.69	1,059.69	4.1%	92.84%
			6B2a		Aguas residuales domésticas	Metano (CH ₄)	659.09	659.09	2.6%	95.41%
	4E				Quema de sabanas (pastos)	Metano (CH ₄)	367.01	367.01	1.4%	96.84%
	4B				Manejo del estiércol	Metano (CH ₄)	292.04	292.04	1.1%	97.98%
		6B1			Efluentes industriales	Metano (CH ₄)	267.09	267.09	1.0%	99.03%
	4F				Quema de residuos agrícolas	Metano (CH ₄)	165.76	165.76	0.6%	99.67%

$$\sum_X E_{X,2012} = 25,632.72$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 342: Análisis de categorías principales, para N₂O – 2005

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
	4D				Suelos agrícolas	Óxido nitroso (N ₂ O)	11,249.06	11,249.06	81.98%	81.98%
	4B				Manejo del estiércol	Óxido nitroso (N ₂ O)	819.08	819.08	5.97%	87.95%
	5E				Otros (gases no CO ₂)	Óxido nitroso (N ₂ O)	794.79	794.79	5.79%	93.74%
			6B2b		Excretas humanas	Óxido nitroso (N ₂ O)	530.09	530.09	3.86%	97.60%
			1A3b		Terrestre	Óxido nitroso (N ₂ O)	146.01	146.01	1.06%	98.67%

$$\sum_X E_{X,2012} = 13,721.67$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 343: Análisis de categorías principales, para CO₂ – 2010

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $E_{X,2012}$	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
		5B1			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	Dióxido de carbono (CO ₂)	73,311.48	73,311.48	46.00%	46.00%
		5A1			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	Dióxido de carbono (CO ₂)	17,110.56	17,110.56	10.74%	56.73%
		1A3b			Terrestre	Dióxido de carbono (CO ₂)	13,650.85	13,650.85	8.57%	65.30%
	5C				Abandono de tierras cultivadas	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 10,948.06	10,948.06	6.87%	72.17%
		1A1a			Producción de electricidad y calor públicas	Dióxido de carbono (CO ₂)	7,980.22	7,980.22	5.01%	77.18%
		1A2			Industrias manufactureras y de la construcción	Dióxido de carbono (CO ₂)	7,520.12	7,520.12	4.72%	81.89%
		5B2			Tierra Forestal a Praderas	Dióxido de carbono (CO ₂)	7,497.72	7,497.72	4.70%	86.60%
		5A2			Incremento de biomasa	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 3,456.59	3,456.59	2.17%	88.77%
		1A4			Otros sectores	Dióxido de carbono (CO ₂)	3,348.17	3,348.17	2.10%	90.87%
		2A1			Producción de cemento	Dióxido de carbono (CO ₂)	3,266.70	3,266.70	2.05%	92.92%
		5B4			Tierra Forestal a otros	Dióxido de carbono (CO ₂)	2,257.62	2,257.62	1.42%	94.33%
		1A1b			Refinerías de petróleo	Dióxido de carbono (CO ₂)	2,130.08	2,130.08	1.34%	95.67%
		1A3d			Navegación marítima y fluvial	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,735.30	1,735.30	1.09%	96.76%
		2C1			Producción de hierro y acero	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,071.47	1,071.47	0.67%	97.43%
		1A1c			Producción de combustibles y otras industrias de energía	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,137.87	1,137.87	0.71%	98.15%
		1B2			Petróleo y gas natural	Dióxido de carbono (CO ₂)	559.66	559.66	0.35%	98.50%

$$\sum_X E_{X,2012} = 159,378.00$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 344: Análisis de categorías principales, para CH₄ – 2010

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
4A					Fermentación entérica	Metano (CH ₄)	10,836.42	10,836.42	41.2%	41.22%
6A					Residuos sólidos	Metano (CH ₄)	5,297.21	5,297.21	20.2%	61.38%
5E					Otros (gases no CO ₂)	Metano (CH ₄)	3,477.72	3,477.72	13.2%	74.61%
	1B2				Petróleo y gas natural	Metano (CH ₄)	3,441.01	3,441.01	13.1%	87.70%
4C					Cultivos de arroz	Metano (CH ₄)	1,149.19	1,149.19	4.4%	92.07%
		6B2a			Aguas residuales domésticas	Metano (CH ₄)	852.51	852.51	3.2%	95.31%
		6B1			Efluentes industriales	Metano (CH ₄)	308.43	308.43	1.17%	96.48%
4B					Manejo del estiércol	Metano (CH ₄)	305.98	305.98	1.164%	97.65%
4E					Quema de sabanas (pastos)	Metano (CH ₄)	304.76	304.76	1.159%	98.81%
4F					Quema de residuos agrícolas	Metano (CH ₄)	167.44	167.44	0.6%	99.45%

$$\sum_X E_{X,2012} = 26,286.48$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 345: Análisis de categorías principales, para N₂O – 2010

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
4D					Suelos agrícolas	Óxido nitroso (N ₂ O)	11,906.65	11,906.65	82.23%	82.23%
4B					Manejo del estiércol	Óxido nitroso (N ₂ O)	998.52	998.52	6.90%	89.13%
5E					Otros (gases no CO ₂)	Óxido nitroso (N ₂ O)	627.46	627.46	4.33%	93.46%
		6B2b			Excretas humanas	Óxido nitroso (N ₂ O)	561.57	561.57	3.88%	97.34%
		1A3b			Terrestre	Óxido nitroso (N ₂ O)	204.48	204.48	1.41%	98.75%

$$\sum_X E_{X,2012} = 14,478.95$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 346: Análisis de categorías principales, para CO₂ – 2012

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
		5B1			Tierra Forestal a Tierras Agrícolas	Dióxido de carbono (CO ₂)	70,939.21	70,939.21	43.44%	43.44%
		5A1			Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	Dióxido de carbono (CO ₂)	18,700.49	18,700.49	11.45%	54.89%
			1A3b		Terrestre	Dióxido de carbono (CO ₂)	14,934.66	14,934.66	9.14%	64.03%
	5C				Abandono de tierras cultivadas	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 12,300.58	12,300.58	7.53%	71.56%
			1A1a		Producción de electricidad y calor públicas	Dióxido de carbono (CO ₂)	8,653.26	8,653.26	5.30%	76.86%
			1A2		Industrias manufactureras y de la construcción	Dióxido de carbono (CO ₂)	7,781.05	7,781.05	4.76%	81.62%
		5B2			Tierra Forestal a Praderas	Dióxido de carbono (CO ₂)	7,000.96	7,000.96	4.29%	85.91%
		2A1			Producción de cemento	Dióxido de carbono (CO ₂)	3,812.90	3,812.90	2.33%	88.25%
			1A4		Otros sectores	Dióxido de carbono (CO ₂)	3,728.22	3,728.22	2.28%	90.53%
		5A2			Incremento de biomasa	Dióxido de carbono (CO ₂)	- 3,185.80	3,185.80	1.95%	92.48%
			1A1b		Refinerías de petróleo	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,913.13	1,913.13	1.17%	93.65%
			1A3d		Navegación marítima y fluvial	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,796.61	1,796.61	1.10%	94.75%
		2C1			Producción de hierro y acero	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,390.04	1,390.04	0.85%	95.60%
			1A1c		Producción de combustibles y otras industrias de energía	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,290.61	1,290.61	0.79%	96.39%
			1B2		Petróleo y gas natural	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,282.00	1,282.00	0.78%	97.18%
		5B4			Tierra Forestal a otros	Dióxido de carbono (CO ₂)	1,248.22	1,248.22	0.76%	97.94%

$$\sum_X E_{X,2012} = 163,319.51$$

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 347: Análisis de categorías principales, para CH₄ – 2012

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
	4A				Fermentación entérica	Metano (CH ₄)	10,735.14	10,735.14	41.9%	41.91%
	6A				Residuos sólidos	Metano (CH ₄)	6,005.25	6,005.25	23.4%	65.35%
	5E				Otros (gases no CO ₂)	Metano (CH ₄)	3,457.45	3,457.45	13.5%	78.85%
		1B2			Petróleo y gas natural	Metano (CH ₄)	2,005.72	2,005.72	7.8%	86.68%
	4C				Cultivos de arroz	Metano (CH ₄)	1,171.27	1,171.27	4.6%	91.25%
			6B2a		Aguas residuales domésticas	Metano (CH ₄)	907.75	907.75	3.5%	94.80%
			6B1		Efluentes industriales	Metano (CH ₄)	335.16	335.16	1.3%	96.11%
	4E				Quema de sabanas (pastos)	Metano (CH ₄)	309.22	309.22	1.2%	97.31%
	4B				Manejo del estiércol	Metano (CH ₄)	296.24	296.24	1.2%	98.47%
	4F				Quema de residuos agrícolas	Metano (CH ₄)	190.33	190.33	0.7%	99.21%
							$\sum_X E_{X,2012} =$		25,615.31	

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

Tabla 348: Análisis de categorías principales, para N₂O – 2012

A Código de la categoría IPCC					B Categoría del IPCC	C Gas de efecto invernadero	D Estimación del último año ($E_{X,2012}$) [GgCO ₂ e]	E Valor absoluto de la estimación del último año $ E_{X,2012} $	F Evaluación del nivel $L_{X,2012}$	G Total acumulativo
	4D				Suelos agrícolas	Óxido nitroso (N ₂ O)	12,195.57	12,195.57	82.28%	82.28%
	4B				Manejo del estiércol	Óxido nitroso (N ₂ O)	1,022.42	1,022.42	6.90%	89.17%
	5E				Otros (gases no CO ₂)	Óxido nitroso (N ₂ O)	623.80	623.80	4.21%	93.38%
			6B2b		Excretas humanas	Óxido nitroso (N ₂ O)	574.42	574.42	3.88%	97.26%
			1A3b		Terrestre	Óxido nitroso (N ₂ O)	219.15	219.15	1.48%	98.74%
							$\sum_X E_{X,2012} =$		14,822.86	

Fuente: Elaboración propia, basada en formatos de categorías principales para Nivel 1 (GL 2006)

9. ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE

9.1. Consideraciones previas

De acuerdo a la definición de las GL 2006 (volumen 1, capítulo 3), la incertidumbre es la falta de conocimiento del verdadero valor de una variable y que puede describirse como una función de probabilidad. Las GL 2006 también mencionan que la evaluación de la incertidumbre depende de la cantidad y calidad de los datos evaluados, el conocimiento de los métodos de recopilación y los métodos de inferencia⁽⁶³⁾.

El análisis de incertidumbre en este documento, hace referencia a la “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y gestión de la incertidumbre de los INGEI” (OBPGI 2000), según esto, en la práctica se presentan dos métodos para calcular la incertidumbre⁽⁶⁴⁾:

- Método 1: estimación por categorías de fuentes con supuestos simplificadores, recomendado ante la falta de información de las incertidumbres en los niveles de actividad. La incertidumbre se estima por dictamen de expertos o recomendaciones de las mismas guías, considerando comportamientos conocidos de las variables.
- Método 2: estimación por categorías de fuentes usando el análisis de Monte Carlo, recomendado cuando la calidad y cantidad de datos es suficiente para elaborar distribuciones de probabilidad y es posible hacer muestreos.

Tal como se menciona en las OBPGI 2000, el análisis de incertidumbre no está orientado a cuestionar la validez de los resultados de un INGEI, sino a ayudar a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de futuros INGEI. En enfoque ideal la incertidumbre se derivarían de datos medidos específicos en cada fuente, puesto que esto no resulta práctico, se podrá hacer las estimaciones solo en base a comportamientos conocidos de la población⁽⁶⁵⁾.

El método 1 y 2 consideran tres tipos de incertidumbre:

- a. Incertidumbres asociadas con la vigilancia continua de las emisiones, que considera la comparación de los resultados de los inventarios, en diferentes años (año *base* y año *t*)
- b. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión (extraídos de referencias públicas), cuyos valores se presentan en las GL 2006, GL 1996 y OBP 2003.
- c. Incertidumbres asociadas a los datos del nivel de actividad, que pueden ser tomados directamente de las fuentes de información o considerando comportamientos conocidos de las variables, en caso no se cuente con funciones de probabilidad para evaluar por el método de Monte Carlo.

9.2. Estimaciones de incertidumbre

En el desarrollo de los INGEI previos no se estimó la incertidumbre, al parecer más por la falta de recursos destinados a ella. El análisis presentado en este documento supone un primer esfuerzo en el cálculo de la incertidumbre, quedando pendiente, para futuros INGEI, las mejoras identificadas en el cálculo, sobre todo en el análisis de incertidumbre de los niveles de actividad y la construcción de funciones de probabilidad.

⁶³ La inferencia se refiere a los métodos que permiten evaluar, a partir de una muestra, el comportamiento de la población (http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap4-1.htm)

⁶⁴ Cuantificación de las incertidumbres en la práctica, capítulo 6 de las OBPGI 2000. Disponible en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/6_Uncertainty_ES.pdf

⁶⁵ Cuantificación de las incertidumbres en la práctica, página 6.5, capítulo 6 de las OBPGI 2000

La evaluación de incertidumbre, en el presente documento, se ha realizado considerando el nivel 1 de cálculo, de acuerdo a la información disponible y para algunos sectores del INGEI del 2012, considerando el INGEI como año base del 2010. En el siguiente párrafo se explica el cómo se abordaron los tipos de incertidumbre, y se definió el nivel 1 como el adecuado:

Tabla 349: Análisis de incertidumbre (elección del método)

Tipo de incertidumbre	Recomendaciones IPCC para el nivel de cálculo	Consideraciones en el presente documento	Mejoras para futuros cálculos de incertidumbre
a. Incertidumbres asociadas con la vigilancia continua de las emisiones	<p>Nivel 1:</p> <p>Considerar los resultados de dos años (año <i>base</i> y año <i>t</i>), sin tener en cuenta las funciones de probabilidad.</p> <p>Nivel 2:</p> <p>Desarrollar funciones de probabilidad para cada año: año <i>base</i> y año <i>t</i></p>	<p>La vigilancia continua de las emisiones no es una práctica en el Perú, los INGEI se desarrollado de manera no continua para los años: 2000, 2005, 2010 y 2012.</p> <p>Por lo anterior, se puede considerar un año base y un año a evaluar, así se pueden considerar los años: 2010 y 2012. De esta manera, el nivel 1 es el adecuado a la información disponible.</p>	<p>Con solo cuatro datos puntuales (2000, 2005, 2010 y 2012) no es posible hacer una función de probabilidad.</p> <p>Debe considerarse la construcción de la función de probabilidad, a partir de estimaciones continuas y de iniciativas independientes⁽⁶⁶⁾.</p>
b. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión (extraídos de referencias públicas),	<p>Nivel 1 o 2:</p> <p>Referenciar las incertidumbres de las referencias públicas</p>	<p>Puesto que todos los factores de emisión fueron tomados por defecto, los valores de incertidumbre fueron tomados de sus mismas fuentes (GL 2006, GL 1996 y OBP 2003)</p> <p>Para factores de emisión por defecto se puede considerar nivel 1 o 2.</p>	<p>Para FE por defecto, se deben tomar los datos de incertidumbre de sus respectivas fuentes públicas. Sin embargo, si se consideran FE locales, se debe construir su función de probabilidad.</p>
c. Incertidumbres asociadas a los datos del nivel de actividad.	<p>Nivel 1:</p> <p>Tomar la incertidumbre directamente de las fuentes de información o considerando comportamientos conocidos de las variables.</p> <p>Nivel 2:</p> <p>Desarrollar funciones de probabilidad para los niveles de actividad e incorporar sus incertidumbres.</p>	<p>Ninguna de las fuentes de información consideradas en el INGEI (BNE, Anuarios estadísticos sectoriales, datos de OSINERGMIN) proporciona la incertidumbre de sus datos, por lo tanto estas se han tomado de los valores recomendados en las GL 2006, GL 1996 y OBP 2003.</p> <p>El nivel 1 es el adecuado, de acuerdo a la información disponible.</p>	<p>La información recopilada para los INGEI, supone datos puntuales, por tanto no es posible hacer funciones de probabilidad con solo cuatro datos.</p> <p>Se debe analizar los valores continuos de los niveles de actividad para el periodo 2000-2012, de tal manera que se puedan identificar funciones de probabilidad.</p>

Fuente: Elaboración propia

⁶⁶ En Perú, la iniciativa de la sociedad civil, SEEG, ha estimado emisiones continuas para el periodo 1990 – 2013. Revisar: <http://pe.seeg.global/>

De acuerdo a la tabla anterior, el nivel adecuado para evaluar la incertidumbre es el 1.

A pesar de las dificultades y mejoras identificadas en la tabla anterior, se tiene un primer acercamiento a las incertidumbres de las principales fuentes en los sectores de Energía, PIUP, Agricultura y Desechos. Para futuros desarrollos de INGEI se recomienda destinar mayores recursos en la estimación de incertidumbres, sobre todo en la evaluación del nivel de actividad y la construcción de funciones de probabilidad. Los resultados de incertidumbres, en Nivel 1 y para los sectores mencionados se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 350: Análisis de incertidumbre de principales fuentes en Energía

Categorización según GL 2006					Incertidumbre estimada
1				Energía	
	1A			Quema de combustibles	
		1A1		Industrias de energía	
			1A1a	Producción de electricidad como actividad principal	± 6.8%
			1A1ai ^{*1}	Generación de electricidad en el SEIN	± 4.3%
			1A1aii ^{*2}	Generación de electricidad en el SA	± 5.3%
			1A1b	Refinerías de petróleo	
			1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	
		1A2		Industrias de manufactura y construcción	± 10.4%
			1A2a ^{*3}	Minería y cantería	± 9.3%
			1A2b ^{*4}	Otras industrias de manufactura y construcción	± 4.7%
		1A3		Transporte	±30.9%
			1A3a	Aviación civil	± 13.0%
			1A3ai	Aviación internacional	
			1A3aii	Aviación nacional	
			1A3b	Terrestre	± 7.3%
			1A3c	Ferrovionario	± 18.4%
			1A3d	Navegación marítima y fluvial	± 10.7%
			1A3e	Otro tipo de transporte	± 16.6%
		1A4		Otros sectores	± 53.0%
			1A4a	Público	± 32.0%
			1A4b	Residencial / Comercial	± 42.7%
			1A4c	Agricultura	
	1B		1A4d	Pesquería	
				Emisiones fugitivas provenientes de fabricación de combustibles	
		1B1		Combustibles sólidos	
		1B2		Petróleo y gas natural	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados en la tabla anterior, la mayor incertidumbre se presentaría en “Otros sectores”, debido a que, en casos de estimaciones de consumo por proyecciones (tal como lo hace el BNE), las GL 2006 sugieren que incertidumbre sería hasta de 17.5%, esto sumado a la alta incertidumbre del FE por defecto (según las GL 2006 puede estar entre 0.1 y 10 veces el valor real).

Tabla 351: Análisis de incertidumbre de PIUP

Categorización según GL 2006					Incertidumbre estimada
2				Procesos Industriales y uso de productos	28.4%
	2A			Productos minerales	± 6.9%
		2A1		Producción de cemento	± 1.4%
		2A2		Producción de cal	± 1.2%
		2A4		Otros usos de carbonatos	± 4.3%
			2A4a	Cerámicas (ladrillos)	± 6.6%
			2A4b	Otros usos de ceniza de sosa	± 0.5%
	2B			Industria química	± 26.3%
		2B1		Producción de amoníaco	± 7.1%
		2B2		Producción de ácido nítrico	
		2B3		Producción de ácido adipico	
		2B4		Producción de carburo de calcio	±25.4%
	2C			Producción de metal	± 8.1%
		2C1		Producción de hierro y acero	± 8.1%
		2C2		Producción de ferroaleaciones	± 0.0%
		2C3		Producción de aluminio	± 0.1%
		2C5		Producción de plomo	± 0.0%
		2C6		Producción de zinc	± 0.0%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados en la tabla anterior, la mayor incertidumbre se presentaría en “Industria química”, debido a que, en casos de estimaciones de producción por proyecciones, las GL 2006 sugieren que incertidumbre sería hasta de 17.5%.

Tabla 352: Análisis de incertidumbre de Agricultura

Categorización según GL 2006			Incertidumbre estimada
4		Agricultura	± 39.2%
	4A	Fermentación entérica	± 8.9%
	4B	Manejo de estiércol	± 13.8%
	4C	Cultivos de arroz	± 9.3%
	4D	Suelos Agrícolas	± 22.7%
	4E	Quema de sabanas	± 24%
	4F	Quema de residuos agrícolas	± 9.8%

Tabla 353: Análisis de incertidumbre de Desechos

Categorización según GL 2006				Incertidumbre estimada
6			Desechos	± 10.2%
	6A		Disposición de residuos sólidos	± 9.58%
		6A1	Residuos sólidos	± 9.58%
	6B		Tratamiento de aguas residuales	± 3.5%
		6B1	Efluentes industriales	± 1.39%
		6B2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	± %
		6B2a	Aguas residuales domésticas	± 3.09%
		6Bb	Excretas humanas	± 1.06%

10. CONCLUSIONES

10.1. Energía

- Las emisiones por fuentes estacionarias, se han incrementado de manera continua en el periodo de los INGEI (2000-2012), con un crecimiento total en el periodo de 44.58% y un crecimiento promedio anual de 3.72%.
- La categoría especial de transporte incrementó sus emisiones en 81.24% en el periodo 2000 - 2012, y un incremento promedio anual de 6.77%.
- Las emisiones totales del sector Energía (fuentes estacionarias y transporte) se incrementaron en 57.3% en el periodo 2000 – 2012, con un incremento promedio anual de 3.96%.
- El periodo de mayor crecimiento de las emisiones en el sector, fue 2005 – 2010, con incrementos totales de 43.93% y 38.17%, para fuentes estacionarias y transporte, respectivamente.
- El nivel de cálculo de las emisiones, en todas las fuentes del sector y para todos los INGEI fue nivel 1, debido a la calidad de la información, que generalmente no reporta eficiencias en los equipos que queman combustible fósil. La única excepción es la fuente: “Aviación nacional”, que trabajó en nivel 3, para los años 2005, 2010 y 2012; para el año 2000 no se pudo actualizar el nivel de actividad de esta fuente, por lo que se mantuvo el nivel 1.
- Las actualizaciones de los INGEI 2000 y 2010 se realizaron en los factores de emisión (en las versiones previas de los INGEI se usó las GL 1996 y fue actualizada con las GL 2006). Para el caso del INGEI 2000 se actualizó la información de algunas fuentes del nivel de actividad y el método de cálculo por emisiones fugitivas de gas natural (con las GL 2006 se tomaron los datos directos de venteo y quema, en lugar de estimaciones por número de pozos)
- La comparación de las emisiones en fuentes estacionarias con su PBI sectorial (partidas: electricidad, gas y agua), indica que en los años 2005 y 2012, las emisiones reportaron una leve desaceleración, respecto al crecimiento del PBI.
- Las desaceleraciones en los incrementos de las emisiones se deben al ingreso del gas natural en la matriz energética y –en menor medida- al ingreso de los biocombustibles (gasohol en el 2010 y biodiésel 5 en el 2011)
- La comparación de las emisiones en transporte con su PBI sectorial (partidas: transporte terrestre, aviación y marítimo), indica que en el año 2012, las emisiones reportaron una leve desaceleración, respecto al crecimiento del PBI.
- La incertidumbre (evaluada para el INGEI 2012) reportada para las fuentes estacionarias es de $\pm 54.8\%$, debido -sobre todo- a la alta incertidumbre en “Residencial / Comercial” y “Público”, que reportan $\pm 42.7\%$ y $\pm 32\%$, respectivamente.
- En el análisis de categorías principales, el sector Energía incluye, para las emisiones de CO₂: Transporte terrestre, Industrias de la Energía y Generación de electricidad y calor públicas, como las categorías de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)
- En el análisis de categorías principales, el sector Energía incluye, para las emisiones de CH₄: Petróleo y gas natural, como la categoría de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)
- En el análisis de categorías principales, el sector Energía incluye, para las emisiones de N₂O: Transporte terrestre, como la categoría de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)

10.2. Procesos industriales

- El sector Procesos Industriales reportó los mayores incrementos en las emisiones de GEI. Así en el periodo 2000 – 2012, el incremento fue de 135.49%, con un promedio anual de 8.77%.
- El mayor incremento de las emisiones de GEI se reportó en el periodo 2005 – 2010, con 42.81%.
- El nivel de cálculo de todas las emisiones en el sector fue el nivel 1, salvo en Producción de cementos, que se estimó con nivel 2, para todos los años, debido a la información entregada por las cementeras: producción de clínker y su composición.
- Comparando las emisiones de GEI con el PBI sectorial (manufactura y construcción), se reportan leves desaceleraciones en los años 2010 y 2012, debido al alza de los precios del hierro y acero en el periodo 2010 – 2011, y a la leve desaceleración del sector construcción reportada en el 2012.
- La incertidumbre (evaluada para el INGEI 2012) total del sector fue reportada en 76%, debido a la alta incertidumbre de la categoría “Industrias químicas”, que reportó 75.3%. La incertidumbre para las otras categorías, Industria de los minerales e Industria de los metales, fue apenas del 6.9% y 8.1%, respectivamente.
- En el análisis de categorías principales, el sector Procesos Industriales incluye, para las emisiones de CO₂: Industria de los minerales e Industria de los metales, como las categorías de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios). El sector no reporta otros gases, diferentes del CO₂.

10.3. Agricultura

- El sector Agricultura es que menos crecimiento reporta en el periodo 2000 – 2012, con apenas 11%, y un incremento anual de solo 0.81%.
- El nivel de cálculo en todas las fuentes del sector, debido a las características de la información, es el nivel 1.
- La comparación de las emisiones en Agricultura con su PBI sectorial (partidas: agricultura, ganadería y silvicultura), reportaron continuas desaceleraciones, respecto al crecimiento del PBI.
- Las desaceleraciones se deben al mayor crecimiento de cultivos que no aportan emisiones de GEI, frente a otros que si aportan (por ejemplo: plátano, palma aceitera, uva, naranja y café, registraron altos incrementos en PBI y no aportan a las emisiones de GEI)
- En el análisis de categorías principales, el sector Agricultura incluye, para las emisiones de CH₄: Fermentación entérica y Cultivos de arroz, como las categorías de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)
- En el análisis de categorías principales, el sector Agricultura incluye, para las emisiones de N₂O: Suelos agrícolas y Manejo de estiércol, como las categorías de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios). El sector no reporta emisiones de CO₂.

10.4. USCUS

- El sector USCUS continúa siendo una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero en Perú, a pesar de que reporta emisiones que parecieran no seguir ningún patrón de crecimiento.

- Considerando que se han utilizado los mismos criterios para la elaboración de todos los inventarios, que son resultado de la actualización y mejora de aquellos usados en inventarios pasados, los resultados son comparables entre sí.
- Se ha trabajado con información base, que cuentan las autoridades forestales y ambientales. Alguna de esta información base, deberá ser mejorada.
- No se ha considerado las pérdidas asociadas a la extracción de madera.
- Los stock de carbono de la biomasa aérea arbórea de cada Ecozona, proporcionados por el Programa Nacional de Conservación de Bosques, son factores nacionales que permiten obtener emisiones más certeras del sector.
- Las áreas base trabajadas para los cálculos (shapes-raster) han sido proporcionadas por el Programa Nacional de Conservación de Bosques PNCB, áreas de bosque, no bosque y pérdida anual de la Amazonía. Ecozonas han sido proporcionadas por el Inventario Nacional Forestal, y el Mapa de cobertura vegetal 2009 por Ministerio del Ambiente.
- La metodología en la determinación de áreas de bosque, no bosque y pérdida anual, se presenta en el documento: Proceso de clasificación 0711.v2. Borrador67, documento que fue utilizado a la fecha de desarrollado los INGEI y la metodología de interpretación y material utilizado para la interpretación de puntos muestras al azar en áreas de no bosque acumulado y cambio de uso del suelo en áreas de pérdidas se presenta en el documento: Memoria de Proceso metodológico v3.
- Se ha realizado la interpretación de imágenes satelitales de cada año del inventario para:
 - Interpretación de puntos/muestra al azar, para hacer una estimación del área de Bosques Secundarios, en el área total de no bosque, a partir de la cual se puede calcular las absorciones por crecimiento de su biomasa. Este muestreo al azar de áreas de deforestación acumulada.
 - Con la estimación anterior y siendo los puntos de muestreo los mismos en los años de inventario, se pueden estimar las áreas de pérdida (cambio de uso) del Bosque Secundario a un uso final: agricultura. Con esto se ha podido calcular las emisiones correspondientes, anteriormente no incluidas en inventarios pasados.
- Interpretación de áreas de pérdida anual, para conocer los usos finales de la deforestación (conversión de Bosques Primarios) en cada año inventario, y con ello calcular las emisiones por conversión de tierras en las respectivas categorías: Agricultura, Pastos, Asentamientos y Otras Tierras.
- Las emisiones y capturas en este sector no se han comparado con el PBI, puesto que no guardan correlación con ninguna partida sectorial, y tampoco se identifica algún patrón en las emisiones netas.
- En el análisis de categorías principales, el sector USCUS incluye, para las emisiones de CO₂: “Tierra forestal a tierras agrícolas”, “Pérdidas (tala, leña, incendios y bosques primarios)” y “Abandono de tierras cultivadas” como las categorías de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)
- En el análisis de categorías principales, el sector USCUS incluye, para las emisiones de CH₄: Otros (gases no CO₂), como la categoría de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)

⁶⁷ La versión final y actualizada se puede encontrar en el siguiente link: http://www.bosques.gob.pe/archivo/files/pdf/memoria_descriptiva_2000.pdf

- En el análisis de categorías principales, el sector USCUS incluye, para las emisiones de N₂O: Otros (gases no CO₂), como la categoría de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)

10.5. Desechos

- Las emisiones generadas por el sector reportaron un incremento de 49.47% en el periodo 2000 – 2012, y un incremento de 4.05% anual.
- En este sector solo se genera emisiones de metano y óxido nitroso, este último estimado en la fuente: excretas humanas.
- Todas las fuentes de emisión de este sector han sido estimadas, debido a la carencia de información nacional, siguiendo el nivel 1.
- Es difícil acceder a datos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), estos son muy importantes para tener estimaciones más precisas en Aguas Residuales Industriales.
- Los cálculos de las emisiones por Aguas residuales domésticas, fueron actualizados considerando la información de SUNASS, de la población con alcantarillado y el porcentaje de tratamiento de agua residual por cada región y empresa prestadora de servicios.
- Las emisiones en este sector no están correlacionadas con el crecimiento del PBI, si no con el crecimiento de la población urbana.
- En el análisis de categorías principales, el sector Desechos incluye, para las emisiones de CH₄: Residuos sólidos, Aguas residuales domésticas y Efluentes industriales, como la categorías de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)
- En el análisis de categorías principales, el sector USCUS incluye, para las emisiones de N₂O: Excretas humanas, como la categoría de mayor participación (en el umbral del 95% del total de los inventarios)

11. RECOMENDACIONES

11.1. Generales

- A través de la implementación del infoCarbono, se debe propiciar la estimación de la incertidumbre en las fuentes de información, puesto que ninguna documentación oficial la incluye en su reporte.
- Considerar la construcción de funciones de probabilidad para el periodo 2000 – 2012. Esto se podrá realizar considerando información continua de los niveles de actividad y estimaciones de las emisiones de GEI en este periodo. Existen iniciativas en el Perú, que han recopilado y estimado esta información, que serviría como base.
- Con el desarrollo de las funciones de probabilidad, se recomienda hacer estimaciones con el método de Monte Carlo, para el cálculo de las incertidumbres y la identificación de categorías principales.
- Capacitar a los funcionarios de los respectivos ministerios, en el uso de los Libros de trabajo sectoriales, de tal manera que puedan aplicarse de manera continua, sugiriendo mejoras e identificando la información necesaria para las estimaciones.

11.2. Energía

- El consumo de combustible para aviación comercial a nivel nacional, se ha logrado estimar gracias a la información proporcionada por la Dirección General de Aviación Civil del MTC; pero es de importancia que todas las empresas de aviación a nivel nacional proporcionen información de consumo de combustible abastecido en Perú para viajes nacionales e internacionales, así lograr obtener un mejor nivel de confianza de actividad.
- El combustible vendido en los grifos a nivel nacional, ha sido de utilidad para estimar las emisiones GEI en transporte terrestre, pero se sugiere realizar un estudio de flujo vehicular para identificar consumo de combustible real por tipo de combustible, tipo de vehículo, tipo de motor, con la finalidad de identificar mejores oportunidades y eficacia en las medidas de reducción de emisiones GEI, siendo el mayor porcentaje de las emisiones GEI en esta categoría de transporte.
- Para el transporte ferroviario, dos empresas han proporcionado el consumo de combustible de sus locomotoras, siendo cinco empresas las restantes que no han proporcionado la información solicitada, se debe buscar obtener en ellas un mayor interés de apoyo para recopilar la información necesaria para el INGEI en esta subcategoría.
- Información para la navegación lacustre y fluvial es escasa, por lo que se sugiere plantear y desarrollar un mecanismo en conjunto con las instituciones involucradas (ejemplo DICAPI) y el MTC – DGTA para lograr obtener la información necesaria para próximos INGEI.
- El MINEM debería solicitar el VCN a las principales refinerías, considerando que es posible obtener este valor y que ayudaría a tener factores de emisión locales para algunos combustibles.

11.3. Procesos industriales y uso de productos

- El Ministerio de la Producción – PRODUCE, como la entidad competente en el sector de producción, debe evaluar la recopilación y generación periódica de información de manera estandarizada, a puertas de implementarse el INFOCARBONO.
- Es importante que se actualice la información de productos químicos y uso de productos, a través de las estadísticas del INEI.

- Solicitar, a las empresas cementeras y de producción de hierro y acero, información continua para el periodo 2000 – 2012, de esta manera poder construir funciones de probabilidad. Además se podría solicitar la incertidumbre de sus reportes.

11.4. Agricultura

- El MINAGRI, como sector competente en el ámbito agrícola y pecuario a nivel nacional, debe evaluar tanto en costes como en relevancia y utilidad, la generación periódica de información tal como las poblaciones de caballos, asnos, mulas y cuyes; estudios que determinen los pesos promedio para el ganado que requiere esta información; caracterización de los sistemas de riego para arroz; entre otros.
- Se debe priorizar la inversión en estudios para la determinación de factores de emisión nacionales para las fuentes más representativas. Se debería evaluar además la posibilidad de elaborar proyectos de Acciones Nacionales de Mitigación apropiadas para el país (NAMA) con el cual se podría acceder a fondos importantes.
- Debido a que el IPCC clasifica a los datos de manera que no son necesariamente equivalentes a las que el Perú posee es recomendable que se realicen coordinaciones estrechas, para recibir las mejores orientaciones para la elaboración de inventarios, con la unidad de grupo de trabajo del IPCC o el grupo de discusión de la FAO (MAGHG).
- El Perú debería evaluar, más aún que esta próximo de implementar el INFOCARBONO, en postular a recibir asistencia técnica por parte del proyecto MAGHG/FAO, este proyecto ya ha iniciado las actividades de dos países piloto, Uruguay y México, para brindar asistencia técnica en apoyo a sus componentes de agricultura y UTCUTS para los BUR 2014 y 2016.

11.5. USCUS

- Ya que los Cambios de Uso de Suelos se hacen visualmente, se debe tomar como base lo desarrollado por el “Programa Nacional de Conservación de Bosques” en límites y realizar una revisión y mejora de las áreas totales de bosque, no bosque y pérdidas.
- Se debe generar información para bosques secos y andinos.
- Además se debe tener información sobre las plantaciones totales anuales y el monitoreo de plantaciones acumuladas consensuadas con lo determinado en el mapa de vegetación (SERFOR debe hacer seguimiento a la información proporcionada por Agrorural).
- Se debe generar información consensuada de pastos y actualizar la información del Mapa de suelos del Perú (los datos tomados son del INRENA – Mapa de suelo del Perú 1996).
- Es importante notar que los resultados no reflejan todas las posibles emisiones generadas en el sector USCUS. Falta generar mucha información, principalmente los mapas de uso y cambio de uso de la tierra que abarquen todo el territorio nacional, y mejorar la disponible de otros datos de actividad, que permitan tener inventarios exhaustivos.
- Es importante también revisar los mapas bases y las diferencias o incertidumbres suscitadas entre las metodologías de realización de estos mapas (Bosque-No bosque) y las metodologías de interpretación visual.
- Se podría destinar mayores recursos en la recopilación de información y cálculo en las fuentes de: Tierra Forestal a Tierras Agrícolas, Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios) y Abandono de tierras cultivadas, ya que estas son las categorías de mayor participación en las emisiones de CO₂ en los inventarios.

11.6. Desechos

- Se debe gestionar la revisión y control de calidad de la información provista por SIGERSOL, ya que se encontró algunas incoherencias en los reportes de tercer y cuarto informe.
- Es recomendable que el MVCS siga coordinando la entrega de información con SUNASS, para la estimación de las emisiones en aguas residuales domésticas. Esta información debe incluir población con alcantarillado y porcentaje del tratamiento de agua residual, para cada una de las EPS de las regiones.
- Es recomendable que el Ministerio de Producción realice las gestiones necesarias para que pueda obtener información sobre las aguas residuales de los sistemas de tratamiento existentes y operativos en las plantas industriales de interés.

ANEXOS

Anexo 1: reporte de incertidumbres, según método 1

A pesar de las dificultades y mejoras identificadas en la tabla anterior, se tiene un primer acercamiento a las incertidumbres de los sectores de Energía y PIUP. Para futuros desarrollos de INGEI se recomienda destinar mayores recursos en la estimación de incertidumbres, sobre todo en la evaluación del nivel de actividad y la construcción de funciones de probabilidad. Los resultados de incertidumbres, en Nivel 1 y para los sectores mencionados se presentan en las siguientes tablas:

Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	√ (E ² + F ²) %	(G · D) / Σ D %	%	D / Σ C %	I · F %	J · E · √2 %	√ (K ² + L ²) %
Industrias manufactureras y de la construcción													
Minería													
	Gas licuado de petróleo	CO ₂	64.68	103.04	10.0%	7.0%	12.2%	0.78%	0.02%	6.3%	0.0017%	0.9%	0.9%
	Gasohol	CO ₂	5.11	5.43	10.0%	7.0%	12.2%	0.04%	0.001%	0.3%	0.0001%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CO ₂	1,100.96	1,023.54	10.0%	7.0%	12.2%	7.78%	-0.032%	62.3%	-0.0022%	8.8%	8.8%
	Petróleo industrial	CO ₂	34.96	6.67	10.0%	7.0%	12.2%	0.05%	-0.017%	0.4%	-0.0012%	0.1%	0.1%
	Coque	CO ₂	-	1.87	10.0%	7.0%	12.2%	0.01%	0.001%	0.1%	0.0001%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	CO ₂	240.15	252.53	10.0%	7.0%	12.2%	1.92%	0.011%	15.4%	0.0008%	2.2%	2.2%
	Gas industrial	CO ₂	196.29	-	10.0%	7.0%	12.2%	1.92%	-0.117%	0.0%	-0.0082%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CO ₂	-	212.06	10.0%	7.0%	12.2%	1.61%	0.129%	12.9%	0.0090%	1.8%	1.8%
	Gas licuado de petróleo	CH ₄	0.02	0.00	10.0%	100.0%	100.5%	4.83%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	Gasohol	CH ₄	0.00	0.00	10.0%	100.0%	100.5%	0.23%	0.0100%	0.0149%	0.0100%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CH ₄	0.94	0.04	10.0%	100.0%	100.5%	40.83%	-0.0120%	2.6248%	-0.0120%	0.4%	0.4%
	Petróleo industrial	CH ₄	0.03	0.00	10.0%	100.0%	100.5%	0.27%	-0.0011%	0.0173%	-0.0011%	0.0%	0.0%
	Coque	CH ₄	-	0.03	10.0%	100.0%	100.5%	25.31%	0.0163%	1.6272%	0.0163%	0.2%	0.2%
	Carbón mineral	CH ₄	0.51	0.03	10.0%	100.0%	100.5%	25.31%	-0.0047%	1.6272%	-0.0047%	0.2%	0.2%
	Gas industrial	CH ₄	0.07	-	10.0%	100.0%	100.5%	0.00%	-0.0030%	0.0000%	0.00%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CH ₄	-	0.00	10.0%	100.0%	100.5%	3.72%	0.0024%	0.2394%	0.0024%	0.0%	0.0%
	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	0.03	0.00	10.0%	505.0%	505.10%	36.39%	0.0002%	0.0237%	0.0011%	0.0%	0.0%
	Gasohol	N ₂ O	0.01	0.00	10.0%	505.0%	505.10%	1.75%	0.0000%	0.0011%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	N ₂ O	2.76	0.01	10.0%	505.0%	505.10%	307.79%	-0.0002%	0.2001%	-0.0010%	0.0%	0.0%
	Petróleo industrial	N ₂ O	0.09	0.00	10.0%	505.0%	505.10%	2.03%	-0.0001%	0.0013%	-0.0003%	0.0%	0.0%
	Coque	N ₂ O	-	-								0.0%	0.0%
	Carbón mineral	N ₂ O	1.14	0.00	0.0%	505.0%	505.00%	143.08%	0.0000%	0.0930%	0.0002%	0.0%	0.0%
	Gas industrial	N ₂ O	0.11	-	0.0%	505.0%	505.00%	0.00%	0.0000%	0.0930%	0.0002%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	N ₂ O	-	0.00	0.0%	505.0%	505.00%	14.04%	0.0001%	0.0091%	0.0005%	0.0%	0.0%
													+/-
													9.3%

Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	√ (E ² + F ²) %	(G · D) / Σ D %	%	D / Σ C %	I · F %	J · E · √2 %	√ (K ² + L ²) %
Otras industrias de manufactura y construcción													
	Gas licuado de petróleo	CO ₂	685.08	103.04	10.0%	7.0%	12.2%	0.78%	-0.01%	1.8%	-0.0010%	0.3%	0.3%
	Gasohol	CO ₂	42.75	5.43	10.0%	7.0%	12.2%	0.04%	-0.001%	0.1%	-0.0001%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CO ₂	994.79	1,023.54	10.0%	7.0%	12.2%	7.78%	0.128%	17.6%	0.0090%	2.5%	2.5%
	Petróleo industrial	CO ₂	636.90	6.67	10.0%	7.0%	12.2%	0.05%	-0.029%	0.1%	-0.0020%	0.0%	0.0%
	Coque	CO ₂	-	1.87	10.0%	7.0%	12.2%	0.01%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	CO ₂	2,002.76	252.53	10.0%	7.0%	12.2%	1.92%	-0.051%	4.3%	-0.0036%	0.6%	0.6%
	Gas industrial	CO ₂	1,458.15	-	10.0%	7.0%	12.2%	0.00%	-0.051%	0.0%	-0.0036%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CO ₂	-	212.06	10.0%	7.0%	12.2%	1.61%	0.036%	3.6%	0.0026%	0.5%	0.5%
	Gas licuado de petróleo	CH ₄	0.23	0.10	10.0%	100.0%	100.5%	4.8%	0.0%	1.6%	0.0%	0.2%	0.2%
	Gasohol	CH ₄	0.04	0.00	10.0%	100.0%	100.5%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CH ₄	0.85	0.87	10.0%	100.0%	100.5%	40.8%	0.1%	13.4%	0.1%	1.9%	1.9%
	Petróleo industrial	CH ₄	0.55	0.01	10.0%	100.0%	100.5%	0.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	Coque	CH ₄	-	0.54	10.0%	100.0%	100.5%	25.3%	0.1%	8.3%	0.1%	1.2%	1.2%
	Carbón mineral	CH ₄	4.28	0.54	10.0%	100.0%	100.5%	25.3%	-0.1%	8.3%	-0.1%	1.2%	1.2%
	Gas industrial	CH ₄	0.55	-	10.0%	100.0%	100.5%	0.0%	-0.1%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.1%
	Gas Natural	CH ₄	-	0.08	10.0%	100.0%	100.5%	3.7%	0.0%	1.2%	0.0%	0.2%	0.2%
	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	0.34	0.30	10.0%	505.0%	505.10%	36.31%	0.01%	2.05%	0.07%	0.3%	0.3%
	Gasohol	N ₂ O	0.11	0.01	10.0%	505.0%	505.10%	1.74%	0.00%	0.10%	-0.01%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	N ₂ O	2.50	2.57	10.0%	505.0%	505.10%	307.15%	0.12%	17.31%	0.63%	2.4%	2.5%
	Petróleo industrial	N ₂ O	1.62	0.02	10.0%	505.0%	505.10%	2.02%	-0.03%	0.11%	-0.15%	0.0%	0.2%
	Coque	N ₂ O	-	0.01				0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	N ₂ O	9.47	1.19	10.0%	505.0%	505.10%	142.81%	-0.10%	8.05%	-0.51%	1.1%	1.2%
	Gas industrial	N ₂ O	0.81	-	10.0%	505.0%	505.10%	0.00%	-0.10%	0.00%	-0.51%	0.0%	0.5%
	Gas Natural	N ₂ O	-	0.12	10.0%	505.0%	505.10%	14.01%	0.01%	0.79%	0.04%	0.1%	0.1%
												+/-	4.7%

Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	√ (E ² + F ²) %	(G · D) / Σ D %	%	D / Σ C %	I · F %	J · E · √2 %	√ (K ² + L ²) %
Otros sectores													
Público													
	Gas licuado de petróleo	CO ₂	4.48	7.19	17.5%	7.0%	18.8%	0.17%	0.00%	1.0%	0.0002%	0.3%	0.3%
	Gasohol	CO ₂	439.98	469.24	17.5%	7.0%	18.8%	10.85%	-0.048%	65.9%	-0.0034%	16.3%	16.3%
	Kerosene	CO ₂	126.04	155.59	17.5%	7.0%	18.8%	3.60%	0.016%	21.9%	0.0011%	5.4%	5.4%
	Diésel DB2	CO ₂	140.81	182.89	17.5%	7.0%	18.8%	4.23%	0.030%	25.7%	0.0021%	6.4%	6.4%
	Petróleo industrial	CO ₂	0.44	-	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	-0.001%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	CO ₂		-	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Gas industrial	CO ₂		-	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CO ₂		-	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Gas licuado de petróleo	CH ₄	0.01	0.01	17.5%	100.0%	101.5%	0.5%	0.0%	0.6%	0.0%	0.1%	0.1%
	Gasohol	CH ₄	1.33	1.42	17.5%	100.0%	101.5%	60.0%	0.0%	67.4%	0.0%	16.7%	16.7%
	Kerosene	CH ₄	0.37	0.45	17.5%	100.0%	101.5%	19.2%	0.0%	21.5%	0.0%	5.3%	5.3%
	Diésel DB2	CH ₄	0.40	0.52	17.5%	100.0%	101.5%	21.9%	0.0%	24.6%	0.0%	6.1%	6.1%
	Petróleo industrial	CH ₄	0.00	-	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	CH ₄		-	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Gas industrial	CH ₄		-	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CH ₄		-	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	0.00	0.00	17.5%	505.0%	505.30%	0.84%	0.00%	0.19%	0.00%	0.0%	0.0%
	Gasohol	N ₂ O	1.18	1.26	17.5%	505.0%	505.30%	299.55%	-0.05%	67.58%	-0.23%	16.7%	16.7%
	Kerosene	N ₂ O	0.33	0.40	17.5%	505.0%	505.30%	95.73%	0.02%	21.60%	0.08%	5.3%	5.3%
	Diésel DB2	N ₂ O	0.35	0.46	17.5%	505.0%	505.30%	109.18%	0.03%	24.63%	0.15%	6.1%	6.1%
	Petróleo industrial	N ₂ O	0.00	-	17.5%	505.0%	505.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	N ₂ O		-	17.5%	505.0%	505.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
	Gas industrial	N ₂ O		-	17.5%	505.0%	505.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	N ₂ O		-	17.5%	505.0%	505.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
													+/-
													32.0%

Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	√ (E ² + F ²) %	(G · D) / Σ D %	%	D / Σ C %	I · F %	J · E · √2 %	√ (K ² + L ²) %
Residencial / Comercial													
	Gas licuado de petróleo	CO ₂	1,873.69	2,066.65	17.5%	7.0%	18.8%	16.48%	-0.05%	101.5%	-0.0037%	25.1%	25.1%
	Gasohol	CO ₂	0.64	0.64	17.5%	7.0%	18.8%	0.01%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Kerosene	CO ₂	-	-	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CO ₂	29.70	38.58	17.5%	7.0%	18.8%	0.31%	0.002%	1.9%	0.0001%	0.5%	0.5%
	Petróleo industrial	CO ₂	0.51	0.07	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	CO ₂	-	0.79	17.5%	7.0%	18.8%	0.01%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Gas industrial	CO ₂	-	-	17.5%	7.0%	18.8%	0.00%	0.000%	0.0%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CO ₂	132.56	257.16	17.5%	7.0%	18.8%	2.05%	0.051%	12.6%	0.0035%	3.1%	3.1%
	Gas licuado de petróleo	CH ₄	3.12	3.44	17.5%	100.0%	101.5%	85.5%	-0.1%	99.6%	-0.1%	24.6%	24.6%
	Gasohol	CH ₄	0.00	0.00	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	Kerosene	CH ₄	-	-	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CH ₄	0.08	0.11	17.5%	100.0%	101.5%	2.7%	0.0%	3.2%	0.0%	0.8%	0.8%
	Petróleo industrial	CH ₄	0.00	0.00	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	CH ₄	-	0.05	17.5%	100.0%	101.5%	1.3%	0.0%	1.5%	0.0%	0.4%	0.4%
	Gas industrial	CH ₄	-	-	17.5%	100.0%	101.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	CH ₄	0.25	0.48	17.5%	100.0%	101.5%	12.0%	0.1%	13.9%	0.1%	3.4%	3.4%
	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	0.92	1.02	17.5%	505.0%	505.30%	407.22%	-0.06%	94.77%	-0.31%	23.5%	23.5%
	Gasohol	N ₂ O	0.00	0.00	17.5%	505.0%	505.30%	0.69%	0.00%	0.16%	0.00%	0.0%	0.0%
	Kerosene	N ₂ O	-	-	17.5%	505.0%	505.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	N ₂ O	0.07	0.10	17.5%	505.0%	505.30%	38.84%	0.01%	9.04%	0.04%	2.2%	2.2%
	Petróleo industrial	N ₂ O	0.00	0.00	17.5%	505.0%	505.30%	0.07%	0.00%	0.02%	-0.01%	0.0%	0.0%
	Carbón mineral	N ₂ O	-	0.00	17.5%	505.0%	505.30%	1.49%	0.00%	0.35%	0.02%	0.1%	0.1%
	Gas industrial	N ₂ O	-	-	17.5%	505.0%	505.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.0%	0.0%
	Gas Natural	N ₂ O	0.07	0.14	17.5%	505.0%	505.30%	56.99%	0.05%	13.26%	0.26%	3.3%	3.3%
+/-													42.7%

Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	√ (E ² + F ²) %	(G · D) / Σ D %	%	D / Σ C %	I · F %	J · E · √2 %	√ (K ² + L ²) %
Transporte													
Aviación nacional													
	Gasolina 100L	CO ₂	3.89	4.26	5.0%	5%	7.1%	0.04%	0.0%	0.6%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Turbo A1	CO ₂	673.19	720.61	5.0%	5%	7.1%	7.03%	0.0%	106.4%	0.0000%	7.5%	7.5%
	Gasolina 100L	CH ₄	0.00	0.00	5.0%	21.5%	22.1%	0.1%	0.0%	0.6%	0.000%	0.0%	0.0%
	Turbo A1	CH ₄	0.10	0.11	5.0%	21.5%	22.1%	21.9%	0.0%	106.4%	0.000%	7.5%	7.5%
	Gasolina 100L	N ₂ O	0.03	0.04	5.0%	40.0%	40.3%	0.2%	0.0%	0.6%	0.000%	0.0%	0.0%
	Turbo A1	N ₂ O	5.84	6.25	5.0%	40.0%	40.3%	40.1%	0.0%	106.4%	0.000%	7.5%	7.5%
	+/-												13.0%
Terrestre													
	Gas licuado de petróleo	CO ₂	709.05	1,108.23	5%	3.5%	6.1%	0.45%	0.0%	8.1%	0.0009%	0.6%	0.6%
	Gasohol	CO ₂	497.42	3,444.25	5%	3.5%	6.1%	1.41%	0.2%	25.2%	0.0074%	1.8%	1.8%
	Diésel DB2	CO ₂	5,758.55	5,063.06	5%	3.5%	6.1%	2.07%	-0.1%	37.1%	-0.0032%	2.6%	2.6%
	Gas Natural	CO ₂	707.91	1,103.79	5%	3.5%	6.1%	0.45%	0.0%	8.1%	0.0008%	0.6%	0.6%
	Gasolina	CO ₂	3,279.81	459.88	5%	3.5%	6.1%	0.19%	-0.2%	3.4%	-0.0080%	0.2%	0.2%
	Diésel DB2 S-50	CO ₂	2,698.10	3,755.45	5%	3.5%	6.1%	1.53%	0.1%	27.5%	0.0021%	1.9%	1.9%
	Gas licuado de petróleo	CH ₄	14.63	22.87	5%	250%	250%	52.1%	0.1%	25.7%	0.1%	1.8%	1.8%
	Gasohol	CH ₄	4.97	34.44	5%	250%	250%	78.5%	0.3%	38.7%	0.8%	2.7%	2.8%
	Diésel DB2	CH ₄	6.36	5.60	5%	250%	250%	12.8%	0.0%	6.3%	-0.1%	0.4%	0.4%
	Gas Natural	CH ₄	24.38	38.01	5%	250%	250%	86.7%	0.1%	42.7%	0.2%	3.0%	3.0%
	Gasolina	CH ₄	35.74	4.60	5%	250%	250%	10.5%	-0.4%	5.2%	-1.1%	0.4%	1.2%
	Diésel DB2 S-50	CH ₄	2.98	4.15	5%	250%	250%	9.5%	0.0%	4.7%	0.0%	0.3%	0.3%
	Gas licuado de petróleo	N ₂ O	0.70	1.09	5%	250%	250%	1.2%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%
	Gasohol	N ₂ O	7.12	49.30	5%	250%	250%	56.3%	0.2%	24.1%	0.5%	1.7%	1.8%
	Diésel DB2	N ₂ O	93.96	82.61	5%	250%	250%	94.3%	-0.1%	40.4%	-0.2%	2.9%	2.9%
	Gas Natural	N ₂ O	11.74	18.30	5%	250%	250%	20.9%	0.0%	8.9%	0.1%	0.6%	0.6%
	Gasolina	N ₂ O	46.95	6.58	5%	250%	250%	7.5%	-0.2%	3.2%	-0.5%	0.2%	0.6%
	Diésel DB2 S-50	N ₂ O	44.02	61.27	5%	250%	250%	69.9%	0.1%	30.0%	0.2%	2.1%	2.1%
	+/-												7.3%

Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	√ (E ² + F ²) %	(G · D) / Σ D %	%	D / Σ C %	I · F %	J · E · √2 %	√ (K ² + L ²) %
Ferroviario													
	Diésel DB2 S-50	CO ₂	33.97	25.64	10.0%	2.5%	10.3%	10.18%	0.0%	75.0%	-0.0005%	10.6%	10.6%
	Diésel DB2	CO ₂	0.22	0.36	10.0%	2.5%	10.3%	0.14%	0.0%	1.0%	0.0006%	0.1%	0.1%
	Diésel DB2 S-50	CH ₄	0.04	0.03	10.0%	335.6%	335.8%	331.2%	0.0%	75.0%	-0.0005%	10.6%	10.6%
	Diésel DB2	CH ₄	0.00	0.00	10.0%	335.6%	335.8%	4.6%	0.0%	1.0%	0.0006%	0.1%	0.1%
	Diésel DB2 S-50	N ₂ O	4.06	3.07	10.0%	300.0%	300.2%	296.1%	0.0%	75.0%	-0.0005%	10.6%	10.6%
	Diésel DB2	N ₂ O	0.03	0.04	10.0%	300.0%	300.2%	4.1%	0.0%	1.0%	0.0006%	0.1%	0.1%
			+/- 18.4%										
Navegación marítima y fluvial													
	Gasohol	CO ₂	3.81	4.63	5.0%	1.5%	5.2%	0.01%	0.0%	0.3%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CO ₂	278.30	296.73	5.0%	1.5%	5.2%	0.86%	0.0%	17.1%	0.0001%	1.2%	1.2%
	IFO	CO ₂	1,453.18	1,495.24	5.0%	3.0%	5.8%	4.85%	0.0%	86.2%	0.0000%	6.1%	6.1%
	Gasohol	CH ₄	0.01	0.01	5.0%	50.0%	50.2%	0.1%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	CH ₄	0.55	0.59	5.0%	50.0%	50.2%	8.6%	0.0%	17.7%	0.0%	1.3%	1.3%
	IFO	CH ₄	2.76	2.84	5.0%	50.0%	50.2%	41.5%	0.0%	85.5%	0.0%	6.0%	6.0%
	Gasohol	N ₂ O	0.03	0.04	5.0%	90.0%	90.1%	0.3%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	Diésel DB2	N ₂ O	2.33	2.48	5.0%	90.0%	90.1%	15.4%	0.0%	17.7%	0.0%	1.3%	1.3%
	IFO	N ₂ O	11.64	11.98	5.0%	90.0%	90.1%	74.4%	0.0%	85.5%	0.0%	6.0%	6.0%
			+/- 10.7%										
Otro tipo de transporte													
	Gasohol	CO ₂	0.02	0.01	5.0%	3.5%	6.1%	0.01%	0.0%	0.2%	0.0000%	0.0%	0.0%
	Diesel B2	CO ₂	0.14	0.14	5.0%	3.5%	6.1%	0.10%	0.0%	1.6%	0.0001%	0.1%	0.1%
	Diesel B2 (S-50)	CO ₂	8.73	8.32	7.5%	7.0%	10.3%	10.07%	0.0%	93.7%	-0.0001%	9.9%	9.9%
	Gasohol	CH ₄	0.00	0.00	5.0%	250.0%	250.0%	4.5%	0.0%	1.7%	0.0%	0.1%	0.1%
	Diesel B2	CH ₄	0.00	0.00	5.0%	250.0%	250.0%	5.4%	0.0%	2.0%	0.0%	0.1%	0.1%
	Diesel B2 (S-50)	CH ₄	0.01	0.01	7.5%	100.0%	100.3%	96.3%	0.0%	91.6%	0.0%	9.7%	9.7%
	Gasohol	N ₂ O	0.00	0.00	5.0%	250.0%	250.0%	2.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.1%	0.1%
	Diesel B2	N ₂ O	0.00	0.00	5.0%	250.0%	250.0%	24.9%	0.0%	9.6%	0.0%	0.7%	0.7%
	Diesel B2 (S-50)	N ₂ O	0.02	0.02	7.5%	505.0%	505.1%	450.7%	0.0%	85.8%	0.0%	9.1%	9.1%
			+/- 16.6%										

Tabla 355: Análisis de incertidumbre (nivel 1) para el sector PIUP													
Categoría del IPCC		Gas	Emisiones año <i>base</i>	Emisiones año <i>t</i>	Incetidumbre en los datos de nivel de actividad	Incetidumbre en el factor de emisión	Incetidumbre combinada	Incetidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incetidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incetidumbre en el factor de emisión	Incetidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incetidumbre en los datos de actividad	Incetidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
			Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada Gg CO ₂ e	Datos de entrada %	Datos de entrada %	$\sqrt{(E^2 + F^2)}$ %	$(G \cdot D) / \Sigma D$ %	 %	$D / \Sigma C$ %	$I \cdot F$ %	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$ %	$\sqrt{(K^2 + L^2)}$ %
Procesos Industriales													
Industria de los minerales													
Producción de cemento	Producción de clínker	CO ₂	3,266.70	3,812.90	1.0%	6.5%	6.58%	5.55%	-0.02%	100.59%	-0.001%	1.4%	1.4%
Producción de cal	Producción de cal	CO ₂	243.87	325.38	10.0%	15.0%	18.03%	1.30%	0.01%	8.58%	0.00%	1.2%	1.2%
Otros usos de carbonatos													
Cerámica (ladrillos)	Uso del CaCO ₃ en ladrillos	CO ₂	249.55	352.98	50.0%	15.0%	52.20%	4.08%	0.01%	9.31%	0.00%	6.6%	6.6%
Otros usos de la ceniza de sosa	Uso de ceniza de sosa	CO ₂	30.41	26.95	50.0%	15.0%	52.20%	0.31%	0.00%	0.71%	0.00%	0.5%	0.5%
												+/-	6.9%
Industria química													
Producción de amoníaco		CO ₂	1.89	2.39	50.0%	10.0%	50.99%	11.10%	-0.01%	28.53%	0.00%	20.2%	20.2%
Producción de ácido nítrico		CO ₂	-	-	50.0%	10.0%	50.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
Producción de ácido adípico		CO ₂	-	-	50.0%	10.0%	50.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
Producción de carburo de calcio		CO ₂	6.48	8.58	50.0%	10.0%	50.99%	39.89%	0.01%	102.54%	0.00%	72.5%	72.5%
												+/-	75.3%
Industria de los metales													
Producción de hierro y acero		CO ₂	1,071.47	1,390.04	5.0%	25.0%	25.50%	23.10%	0.00	114.63%	0.01%	8.1%	8.1%
Producción de ferroaleaciones		CO ₂	-	-	5.0%	25.0%	25.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
Producción de aluminio		CO ₂	4.96	4.27	15.0%	25.0%	29.15%	0.08%	0.00%	0.35%	0.00%	0.1%	0.1%
Producción de plomo		CO ₂	136.23	131.64	5.0%	25.0%	25.50%	0.14%	-0.03%	10.86%	0.00%	0.0%	0.0%
Producción de zinc		CO ₂	-	8.42	5.0%	25.0%	25.50%	0.14%	0.01%	0.69%	0.00%	0.0%	0.0%
												+/-	8.1%
Fuente: Elaboración propia													