

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**METODOLOGÍA Y DETERMINACIÓN DE CAUDALES
AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AMBIENTAL**

MARTHA CECILIA MORENO RONQUILLO

moreno_ceci@yahoo.com

DIRECTORA: DRA. ANA BALAREZO

anab@gmail.com

Quito, Julio de 2008

DECLARACIÓN

Yo, Martha Cecilia Moreno Ronquillo declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

MARTHA CECILIA MORENO RONQUILLO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Martha Cecilia Moreno Ronquillo, bajo mi supervisión.

DRA. ANA BALAREZO

AGRADECIMIENTOS

Al Consorcio Global Water for Sustainability Program -GLOWS- por su programa de tesis 2007, el cual financió parcialmente la realización de esta investigación, y dentro del mismo, a Elizabeth Anderson coordinadora por parte de la Universidad Internacional de la Florida, por las sugerencias aportadas para el desarrollo de este proyecto.

Al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología -INAMHI-, a HIDROAGOYAN S.A., al Fondo para la Protección del Agua -FONAG-, al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos -exCNRH-, y al Consejo Nacional de Electrificación -CONELEC-, por proporcionar la información técnica útil para la determinación de caudales ambientales en las zonas de interés de la cuenca del río Pastaza, en especial al Ing. Carlos Lugo M.Sc., Director Ejecutivo del INAMHI, y al Ing. Gonzalo Bohórquez, vicepresidente de producción de HIDROAGOYAN S.A.

A la Escuela Politécnica Nacional -EPN-, institución que me ha formado profesionalmente dentro del campo de la ingeniería ambiental.

Al Ing. Remigio Galárraga S., M.Sc., Ph.D., coordinador por parte de la Escuela Politécnica Nacional del programa de tesis 2007 de GLOWS, catedrático de la Escuela Politécnica Nacional, y miembro del tribunal calificador para este proyecto de titulación, por ser guía invaluable y permanente para el desarrollo de este proyecto.

A la Ing. Ana Balarezo M.Sc. Ph.D directora de este proyecto de titulación, y al Ing. Luís Jaramillo miembro del tribunal calificador, ambos catedráticos de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, por sus recomendaciones para el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Byron Arregui G., M.Sc., por todo su apoyo en la elaboración de este proyecto.

A cuantas personas han hecho posible la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios por todos los dones y bendiciones incesantes, por rodearme de personas tan queridas y por ser mi guía e iluminarme día a día.

A mi mamita, por ser mi sustento, mi guía, mi ejemplo de lucha y perseverancia, por enseñarme que todo se puede lograr si se tiene el empeño suficiente.

A mi padre, por interceder por mí desde la distancia y, acompañarme a cada instante.

A mi novio, por estar a mi lado siempre, brindando amor, apoyo, comprensión, y haciendo más feliz mi vida.

A mis queridos hermanos, por los ánimos, la fuerza y la constancia de sus palabras que me levantan y me impulsan a seguir adelante.

A mis sobrinos, Ma. Paula, Erick Andrés, Dany, y en especial a Nathy, por ser mi motivación para ser cada día mejor.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
CONTENIDO	VI
LISTA DE TABLAS	XIII
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	XIX
SIMBOLOGÍA	XX
GLOSARIO	XXII
RESUMEN	XXIX
PRESENTACIÓN	XXXI
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.4. MARCO DE REFERENCIA	4
1.5. ASPECTOS METODOLÓGICOS	6
CAPÍTULO 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE CAUDALES AMBIENTALES	7
2.1. RESUMEN	7
2.2. ANTECEDENTES	7
2.3. CAUDAL AMBIENTAL	8
2.3.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS	8

2.3.2. CAUDAL AMBIENTAL Y RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES .	9
2.3.3. GENERALIDADES.....	12
2.3.4. COMPONENTES DE CAUDALES AMBIENTALES.....	13
2.3.4.1. Caudales	13
2.3.4.2. Variabilidad	14
2.3.5. CALIDAD DE AGUA.....	14
2.3.6. PRIORIDADES DE USO DE AGUA.....	15
2.3.7. MODIFICACIONES A CUERPOS HÍDRICOS	15
2.3.7.1. Alteraciones hidrológicas y ecológicas	16
2.3.8. COSTOS E IMPACTOS DE NO MANTENER CAUDALES AMBIENTALES	16
2.4. DETERMINACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES	17
2.4.1. REQUISITOS EN LA FIJACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES	17
2.4.2. METODOLOGÍA Y MÉTODOS	19
2.4.2.1. Metodología hidrológica.....	19
2.4.2.1.1. Porcentaje fijo del caudal medio multianual	20
2.4.2.1.2. Método de Tennant.....	20
2.4.2.1.3. Método de Hoppe.....	21
2.4.2.1.4. Método del caudal medio base	22
2.4.2.1.5. Método del rango de variabilidad	22
2.4.2.1.6. Método de caudal mínimo de 7 días con tiempo de ocurrencia de 10 años	23
2.4.2.1.7. Método de caudales básicos de mantenimiento	23
2.4.2.2. Metodología hidráulica.....	23
2.4.2.2.1. Método del perímetro mojado	24
2.4.2.2.2. Método de múltiples transectos.....	25
2.4.2.3. Metodología de simulación de hábitat	25
2.4.2.3.1. Método incremental para la asignación de caudales	25
2.4.2.4. Metodología holística	27
2.4.2.4.1. Método de bloques de construcción.....	27
2.4.2.4.2. Método de referencia	28

CAPÍTULO 3 ZONA DE ESTUDIO	29
3.1. RESUMEN	29
3.2. ANTECEDENTES	29
3.3. CUENCA DEL RÍO PASTAZA.....	30
3.3.1. <i>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</i>	30
3.3.2. <i>COMPONENTE FÍSICO</i>	32
3.3.2.1. Relieve.....	32
3.3.2.2. Geomorfología.....	32
3.3.2.3. Climatología y meteorología	32
3.3.2.4. Hidrología	34
3.3.2.4.1. Sedimentología	35
3.3.2.4.2. Calidad del agua superficial	35
3.3.2.4.3. Agua subterránea.....	36
3.3.2.4.4. Usos del agua	36
3.3.2.5. Suelos.....	38
3.3.2.5.1. Uso del suelo	38
3.3.2.6. Recursos energéticos	39
3.3.2.7. Riesgos naturales	40
3.3.3. <i>COMPONENTE BIÓTICO</i>	40
3.3.3.1. Zonas de vida	40
3.3.3.2. Recursos florísticos, faunísticos e ictiológicos.....	41
3.3.3.3. Sector forestal.....	41
3.3.3.4. Áreas protegidas.....	42
3.3.4. <i>COMPONENTE SOCIOECONÓMICO</i>	43
3.3.4.1. Aspectos sociales	43
3.3.4.2. Aspectos económicos.....	43
3.3.4.3. Servicios y obras de infraestructura.....	43
3.3.5. <i>DIAGNÓSTICO LEGAL E INSTITUCIONAL</i>	44
3.3.6. <i>PROBLEMAS AMBIENTALES</i>	44
3.4. SELECCIÓN DE TRAMOS DE INTERÉS	45
3.4.1. <i>CRITERIOS DE SELECCIÓN</i>	45
3.4.1.1. Presión hídrica.....	45
3.4.1.2. Información disponible.....	47

3.4.2. <i>TRAMOS DE INTERÉS</i>	51
3.4.2.1. Río Pastaza	53
3.4.2.1.1. Presa Agoyán.....	53
3.4.2.1.2. Información hidrológica	55
3.4.2.1.3. Hidrología de la zona	59
3.4.2.1.4. Fauna acuática.....	60
3.4.2.2. Río Cutuchi.....	61
3.4.2.3. Río Cebadas.....	62
CAPÍTULO 4 PLANTEAMIENTO DE METODOLOGÍA	63
4.1. RESUMEN	63
4.2. ANTECEDENTES	63
4.3. METODOLOGÍAS APLICABLES.....	64
4.3.1. <i>PORCENTAJE FIJO DEL CAUDAL MEDIO MULTIANUAL</i>	65
4.3.2. <i>RÉGIMEN DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO</i>	65
4.3.2.1. Caudal base.....	65
4.3.2.2. Caudal de acondicionamiento.....	66
4.3.2.3. Caudal estándar	67
4.3.2.4. Factor de variabilidad estacional	67
4.3.2.5. Caudal de mantenimiento	67
4.3.2.6. Caudal generador	67
4.3.2.7. Caudal máximo admisible.....	67
4.3.2.8. Tasa de cambio de caudal por unidad de tiempo	68
4.3.2.9. Calidad del agua suministrada.....	68
4.3.2.10. Los resultados	68
4.3.3. <i>RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES</i>	69
4.3.3.1. Principios básicos.....	70
4.3.3.2. Estructura de caudales habituales.....	70
4.3.3.2.1. Estructura de la variabilidad interanual	70
4.3.3.2.2. Estructura de la variabilidad intranual	70
4.3.3.3. Estructura de caudales máximos o avenidas	71
4.3.3.4. Estructura de caudales mínimos o sequías	71
4.3.3.5. Valoración y selección de escenarios ambientales.....	71

4.3.3.5.1. Valoración del estado ecológico.....	71
4.3.3.5.2. Valoración de la demanda del régimen ambiental de caudales	72
4.3.3.6. Conjunción de indicadores	73
4.4. METODOLOGÍA PROPUESTA: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES.....	74
4.4.1. CAUDAL BASE	75
4.4.1.1. Variabilidad intraanual	75
4.4.1.2. Variabilidad interanual	77
4.4.2. CAUDAL DE ACONDICIONAMIENTO.....	77
4.4.3. CAUDAL ESTÁNDAR.....	77
4.4.4. FACTOR DE VARIABILIDAD TEMPORAL	78
4.4.5. CAUDALES AMBIENTALES.....	78
4.4.6. CAUDALES AMBIENTALES MÍNIMOS	78
4.4.7. CAUDAL MÍNIMO	78
4.4.8. CAUDALES GENERADORES	79
4.4.8.1. Avenidas geomorfológicas.....	79
4.4.8.2. Avenidas habituales.....	79
4.4.9. CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA.....	79
4.4.10. RESULTADOS.....	79
4.4.11. FUENTES DE INFORMACIÓN	80
CAPÍTULO 5 DETERMINACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES	81
5.1. RESUMEN	81
5.2. ANTECEDENTES	81
5.3. CALCULO DE RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES	82
5.3.1. PRESA AGOYÁN.....	82
5.3.1.1. Diez por ciento del Qmma	82
5.3.1.2. Régimen de caudales ambientales.....	84
5.3.1.2.1. Caudal base	84
5.3.1.2.2. El caudal de acondicionamiento.....	92
5.3.1.2.3. Caudal estándar.....	93
5.3.1.2.4. Factor de variabilidad temporal	93
5.3.1.2.5. Caudales ambientales.....	94

5.3.1.2.6. Caudales ambientales mínimos	96
5.3.1.2.7. Caudales generadores	97
5.3.1.2.8. Calidad del agua	102
5.3.1.2.9. Resultado final	103
5.3.2. RÍO CUTUCHI.....	104
5.3.2.1. Diez por ciento del Qmma	105
5.3.2.2. Régimen de caudales ambientales.....	105
5.3.3. RÍO CEBADAS.....	109
5.3.3.1. Diez por ciento del Qmma	109
5.3.3.2. Régimen de caudales ambientales.....	110
CAPÍTULO 6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	112
6.1. RESUMEN	112
6.2. ANTECEDENTES	112
6.3. DIEZ POR CIENTO DEL QMMA	113
6.3.1. PRESA AGOYÁN.....	113
6.3.2. RÍO CUTUCHI.....	114
6.3.3. RÍO CEBADAS.....	114
6.4. RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES	116
6.4.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE	116
6.4.1.1. Presa Agoyán	116
6.4.1.2. Río Cutuchi.....	117
6.4.1.3. Río Cebadas.....	118
6.4.2. AÑO HIDROLÓGICO	119
6.4.3. CAUDAL BASE	120
6.4.4. CAUDAL ESTÁNDAR	124
6.4.5. FACTOR DE VARIABILIDAD TEMPORAL Y CAUDALES AMBIENTALES	124
6.4.6. CAUDALES AMBIENTALES MÍNIMOS	128
6.4.7. CAUDALES GENERADORES	128
6.4.7.1. Presa Agoyán	128
6.4.7.2. Río Cutuchi.....	129
6.4.7.3. Río Cebadas.....	130

6.4.8. RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES.....	131
6.4.8.1. Presa Agoyán	131
6.4.8.2. Río Cutuchi.....	131
6.4.8.3. Río Cebadas.....	133
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
7.1. CONCLUSIONES.....	134
7.2. RECOMENDACIONES	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	138
ANEXOS	148
ANEXO Nº1. REGLETA LIMNIMÉTRICA EN LA ESTACIÓN AGOYÁN EN AGOYÁN	149
ANEXO Nº2. PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AVENIDAS EN EL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES	151
ANEXO Nº3. PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEQUÍAS EN EL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES	156
ANEXO Nº4. OPERACIÓN MEDIA MÓVIL	159
ANEXO Nº5. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PRESA DE AGOYÁN	161
ANEXO Nº6. CAUDALES MEDIOS DIARIOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES AGOYÁN. EN AGOYÁN, CUTUCHI AJ YANAYACU Y CEBADAS AJ GUAMOTE	163

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1: MÉTODO TENNANT PARA MANTENER EL HÁBITAT	21
TABLA 3.1: CONCESIONES DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	36
TABLA 3.2: USOS DEL SUELO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA.....	38
TABLA 3.3: RIESGOS NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	40
TABLA 3.4: INFORMACIÓN DISPONIBLE EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	47
TABLA 3.5: ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA CON INFORMACIÓN PUBLICADA DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 1982- 2005	49
TABLA 3.6: CALIDAD DE INFORMACIÓN DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA.....	50
TABLA 3.7: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE INGRESO AL EMBALSE AGOYÁN.....	55
TABLA 4.1: PILARES FUNDAMENTALES EN LA DEFINICIÓN DEL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES	70
TABLA 4.2: COMPONENTES BÁSICOS DEL RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES ...	74
TABLA 5.1: CAUDALES MEDIOS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA EN LA PRESA AGOYÁN	82
TABLA 5.2: MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS PARA EL RÍO PASTAZA.....	85
TABLA 5.3: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA	87
TABLA 5.4: ALTERNATIVAS DE CAUDALES BASE EN EL RÍO PASTAZA.....	88
TABLA 5.5: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS PARA AÑOS HÚMEDOS EN EL RÍO PASTAZA.....	91
TABLA 5.6: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS PARA AÑOS SECOS EN EL RÍO PASTAZA.....	91
TABLA 5.7: FACTORES DE VARIABILIDAD TEMPORAL EN EL RÍO PASTAZA	94
TABLA 5.8: ALTERNATIVAS DE CAUDALES AMBIENTALES MENSUALES EN EL RÍO PASTAZA.....	95
TABLA 5.9: FRECUENCIA Y MAGNITUD DE AVENIDAS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA	101
TABLA 5.10: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO PASTAZA	103
TABLA 5.11: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CUTUCHI	106

TABLA 5.12: CURVA DE DESCARGA PARA RÍO CUTUCHI.....	108
TABLA 5.13: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CEBADAS.....	110
TABLA 6.1: AÑOS HIDROLÓGICOS DE LAS ZONAS DE INTERÉS	119
TABLA 6.2: ALTERNATIVAS DE Q_B Y SU PROPORCIÓN RESPECTO A SU Q_{MMA} RESPECTIVO	122
TABLA 6.3: ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE CAUDALES INFERIORES A CAUDALES BÁSICOS	123
TABLA 6.4: DISPERSIÓN DE DATOS EN LAS SERIES DE Q_{MD}	123
TABLA 6.5: CAUDALES AMBIENTALES Y SU RELACIÓN CON EL Q_{MMA}	125
TABLA 6.6: CAUDALES AMBIENTALES Y SU RELACIÓN CON EL Q_{MMA}	125
TABLA 6.7: PERCENTILES DE EXCEDENCIA DE AVENIDAS EN EL RÍO PASTAZA.....	129
TABLA 6.8: PERCENTILES DE EXCEDENCIA DE AVENIDAS EN EL RÍO CUTUCHI.....	130
TABLA 6.9: PERCENTILES DE EXCEDENCIA DE AVENIDAS	131

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: MODELO TEÓRICO DE LA INFLUENCIA DEL RÉGIMEN HÍDRICO SOBRE LOS PATRONES Y PROCESOS ECOLÓGICOS	8
FIGURA 2.2: COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES.....	13
FIGURA 2.3: RELACIÓN ENTRE EL CAUDAL Y EL PERÍMETRO MOJADO ESTABLECIDA EN EL MÉTODO DE PERIMETRO MOJADO	24
FIGURA 3.1: CUENCA DEL RÍO PASTAZA, SU SUBDIVISIÓN Y SU UBICACIÓN EN EL ECUADOR.....	31
FIGURA 3.2: RÍOS PRINCIPALES DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	34
FIGURA 3.3: CONCESIONES DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	37
FIGURA 3.4: COBERTURA VEGETAL EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	39
FIGURA 3.5: ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA.....	40
FIGURA 3.6: CORREDOR ECOLÓGICO UBICADO ENTRE LOS PARQUES NACIONALES SANGAY Y LLANGANATES EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	42
FIGURA 3.7: PRESIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL PASTAZA.....	46
FIGURA 3.8: ESTACIONES HIDROLÓGICAS UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	48
FIGURA 3.9: TRAMOS DE INTERÉS SELECCIONADOS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA	52
FIGURA 3.10: VISTA EN PLANTA DE LA PRESA AGOYÁN DONDE SE OBSERVA EL REPRESAMIENTO DEL RÍO PASTAZA	53
FIGURA 3.11: CAUDALES REPRESENTATIVOS EN EL EMBALSE AGOYÁN	56
FIGURA 3.12: SUBCUENCA CRÍTICA DEL RÍO PASTAZA UBICADA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN	59
FIGURA 3.13: SUBCUENCA DEL RÍO PASTAZA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN	60
FIGURA 3.14: TRAMO DE INTERÉS -RÍO CUTUCHI- EN SUBCUENCA DEL RÍO PATATE	61
FIGURA 3.15: TRAMO DE INTERÉS -RÍO CEBADAS- EN SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO	62
FIGURA 4.1: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO	66
FIGURA 4.2: RÉGIMEN DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO.....	69
FIGURA 4.3: INDICADOR AMBIENTAL DEL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES.....	72

FIGURA 4.4: INDICADOR DE GESTIÓN DEL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES	72
FIGURA 4.5: SELECCIÓN DE ESCENARIOS DE RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES A PARTIR DE LOS INDICADORES AMBIENTAL Y DE GESTIÓN	73
FIGURA 4.6: ESQUEMA GENERAL DE LA PROPUESTA DE RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES	75
FIGURA 4.7: APROXIMACIÓN VISUAL AL FUNDAMENTO DEL CÁLCULO Y DEL SIGNIFICADO DEL CAUDAL BASE (QB).....	76
FIGURA 4.8: CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL	77
FIGURA 4.9: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS CAUDALES COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES	80
FIGURA 5.1: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO PASTAZA EN EL PERÍODO DE AÑOS 1963-2007	83
FIGURA 5.2: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO PASTAZA EN EL PERÍODO DE AÑOS 1989-2007	84
FIGURA 5.3: AÑO HIDROLÓGICO EN EL RÍO PASTAZA	85
FIGURA 5.4: APLICACIÓN DE MEDIAS MÓVILES SOBRE CAUDALES MEDIOS DIARIOS REGISTRADOS DURANTE EL AÑO 2007 EN EL RÍO PASTAZA EN LA ESTACIÓN AGOYÁN EN AGOYÁN.....	86
FIGURA 5.5: SERIES DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS EN EL RÍO PASTAZA.....	87
FIGURA 5.6: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA.....	88
FIGURA 5.7: ALTERNATIVAS DE CAUDAL BASE EN EL RÍO PASTAZA	89
FIGURA 5.8: VARIACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS DE CAUDAL BASE EN EL RÍO PASTAZA	89
FIGURA 5.9: CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL EN EL RÍO PASTAZA	90
FIGURA 5.10: CAUDALES BÁSICOS EN EL RÍO PASTAZA	92
FIGURA 5.11: ALTERNATIVAS DE CAUDALES AMBIENTALES MENSUALES EN EL RÍO PASTAZA	95
FIGURA 5.12: CAUDALES AMBIENTALES MÍNIMOS EN EL RÍO PASTAZA.....	96
FIGURA 5.13: AVENIDA GENERADORA DEL LECHO EN EL RÍO PASTAZA.....	99
FIGURA 5.14: CURVA DE DURACIÓN GENERAL EN EL RÍO PASTAZA, ZONA DE AGOYÁN	100

FIGURA 5.15: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO PASTAZA	103
FIGURA 5.16: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO PASTAZA	104
FIGURA 5.17: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO CUTUCHI.....	105
FIGURA 5.18: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CUTUCHI	106
FIGURA 5.19: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CUTUCHI	107
FIGURA 5.20: CALADOS MÍNIMOS ANUALES PARA EL RÍO CUTUCHI	108
FIGURA 5.21: CURVA DE DESCARGA PARA EL RÍO CUTUCHI	109
FIGURA 5.22: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO CEBADAS.....	110
FIGURA 5.23: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CEBADAS	111
FIGURA 5.24: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CEBADAS.....	111
FIGURA 6.1: CAUDAL AMBIENTAL -10% DEL QMMA- EN EL RÍO PASTAZA	113
FIGURA 6.2: CAUDAL AMBIENTAL -10% DEL QMMA- EN EL RÍO CUTUCHI	114
FIGURA 6.3: CAUDAL AMBIENTAL -10% DEL QMMA- EN EL RÍO CEBADAS	115
FIGURA 6.4: CAUDALES ANUALES REGISTRADOS EN EL RÍO PASTAZA	117
FIGURA 6.5: CAUDALES ANUALES REGISTRADOS EN EL RÍO CUTUCHI	118
FIGURA 6.6: CAUDALES ANUALES REGISTRADOS EN EL RÍO CEBADAS	119
FIGURA 6.7: CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES REGISTRADOS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO: RÍO CEBADAS, RÍO CUTUCHI Y RÍO PASTAZA EN LA ZONA DE AGOYÁN.....	120
FIGURA 6.8: QB REFERENCIADOS A QMMA EN EL RÍO PASTAZA.....	121
FIGURA 6.9: QB REFERENCIADOS A QMMA EN EL RÍO CUTUCHI.....	121
FIGURA 6.10: QB REFERENCIADOS A QMMA EN EL RÍO CEBADAS.....	122
FIGURA 6.11: QAMB NO ATENUADO Y ATENUADO DE LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO: RÍO CEBADAS, RÍO CUTUCHI Y RÍO PASTAZA EN LA ZONA DE AGOYÁN	124
FIGURA 6.12: RÉGIMEN HIDROLÓGICO REGULADO EN RÍO PASTAZA	126
FIGURA 6.13: RÉGIMEN HIDROLÓGICO REGULADO EN RÍO CUTUCHI	127
FIGURA 6.14: RÉGIMEN HIDROLÓGICO REGULADO EN RÍO CEBADAS	127
FIGURA 6.15: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO PASTAZA	132

FIGURA 6.16: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CUTUCHI	132
FIGURA 6.17: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CEBADAS.....	133

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 3.1: PRESA AGOYÁN CON REPRESAMIENTO DEL CAUDAL TOTAL DEL RÍO PASTAZA.....	54
FOTOGRAFÍA 3.2: PRESA AGOYÁN DESCARGANDO CAUDALES DE EXCESO.....	54
FOTOGRAFÍA 3.3: RÍO PASTAZA EN CONDICIONES NATURALES.....	56
FOTOGRAFÍA 3.4: VISTA FRONTAL DEL RÍO PASTAZA REPRESADO EN EL EMBALSE AGOYÁN	57
FOTOGRAFÍA 3.5: VISTA LATERAL DEL RÍO PASTAZA REPRESADO EN EL EMBALSE AGOYÁN	57
FOTOGRAFÍA 3.6: VISTA -ORIENTADA HACIA LA PRESA - DEL CAUCE DEL RÍO PASTAZA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN QUE MUESTRA LA SEQUÍA A LA QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO FRECUENTEMENTE	58
FOTOGRAFÍA 3.7: VISTA -ORIENTADA DESDE LA PRESA - DEL CAUCE DEL RÍO PASTAZA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN QUE MUESTRA LA SEQUÍA A LA QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO FRECUENTEMENTE	58

SIMBOLOGÍA

BBM	Método de bloques de construcción -BBM por sus siglas en inglés Building Block Methodology-
CA	Caudal ambiental
CAP	Cuenca alta del río Pastaza
CBP	Cuenca baja del río Pastaza
CMP	Cuenca media del río Pastaza
CNRH	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente (Chile)
CONELEC	Concejo Nacional de Electrificación
CV	Coefficiente de variación
EFA	Valoración de caudal ambiental - EFA por sus siglas en inglés Environmental Flow Assessment-
EFM	Metodologías de determinación de caudal ambiental - EFM por sus siglas en inglés Environmental Flow Metodology-
EMAAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable del Distrito Metropolitano de Quito
EPN	Escuela Politécnica Nacional
fe	Factor de variabilidad
fe*	Factor de variabilidad atenuado
FONAG	Fondo para la Protección del Agua
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos
IAG	Indices de alteración global
IAH	Indicadores de alteración hidrológica
IFIM	Metodología incremental de caudal circulante -IFIM por sus siglas en inglés Instream Flow Incremental Methodology-
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
LG	Limnigráfica
LM	Limnimétrica
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador

MM	Media móvil
NAE	Nacionalidad Achuar de Ecuador
OEA	Organización de Estados Americanos
Q	Caudal
Qa	Caudal máximo admisible
Qamb	Caudal ambiental
Qamb húm	Caudal ambiental para años húmedos
Qamb sec	Caudal ambiental para años secos
Qamb*	Caudal ambiental atenuado
Qb	Caudal base
Qe	Caudal estándar
Qg	Caudal generador
QGL	Caudal de la avenida generadora del lecho
Qh	Caudal de avenidas habituales
Qm	Caudal de mantenimiento
Qma	Caudal medio anual
Qmax min	Caudal máximo mínimo
Qmax max	Caudal máximo máximo
Qmaxa	Caudal máximo anual
Qmd	Caudal medio diario
Qmin	Caudal mínimo
Qminm	Caudal mínimo mensual
Qminm*	Caudal mínimo mensual habitual
Qminma	Caudal mínimo mensual anual
Qminmma	Caudal mínimo mensual multianual
Qmma	Caudal medio mensual multianual
Qn	Caudal natural
RAC	Régimen Ambiental de Caudales planteado Martínez y Fernández
RCA	Régimen de Caudales Ambientales, propuesto en este texto
SNI	Sistema Nacional Interconectado
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

GLOSARIO

Acuífero: formación permeable capaz de almacenar y transmitir cantidades aprovechables de agua

Agua residual: agua que contiene residuos obtenida después de utilizarse en los procesos de producción y consumo de bienes y servicios

Aguas abajo: en la dirección de la corriente en un río o curso de agua.

Aguas arriba: en dirección hacia la cabecera de un río.

Aluvial: perteneciente a, o formado por aluvión depositado por aguas fluyentes o pertenecientes a depósitos aluviales; no consolidados, de época reciente.

Ambiente: sistema compuesto por los elementos naturales, sociales y culturales, sus permanentes interacciones y los resultados que de ellas se derivan.

Análisis biológico: pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

Análisis físico-químico: pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

Año hidrológico: Período continuo de doce meses durante el cual se produce un ciclo hidrológico anual completo.

Año húmedo: año hidrológico en que la precipitación o el caudal es significativamente superior a lo normal.

Año medio: año hidrológico en el que la variable hidrológica observada es aproximadamente igual al valor medio de esa variable en un período suficientemente largo.

Año seco: año hidrológico durante el cual la precipitación o el caudal de los cursos de agua son significativamente inferiores a los habituales.

Aprovechamiento de agua: utilización del agua con la intención de aumentar la producción de bienes y servicios.

Biodiversidad: se entiende como la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, y la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los complejos ecológicos que forman parte.

Biotipo: ver Hábitat

Calidad del agua: conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas del agua.

Calado: distancia vertical entre la superficie del agua de una corriente, lago, embalse, y el cero de la escala. Sinónimo altura.

Cauce: lecho por donde circula un arroyo o un río.

Caudal ambiental (CA): flujo de agua que debe mantenerse en un sector hidrográfico de río, humedal o zona costera para mantener en buenas condiciones el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial, su integridad, productividad, servicios y beneficios, además de la biodiversidad y calidad del medio fluvial preservando los valores ecológicos, el hábitat natural y funciones ambientales; garantizando a las poblaciones asentadas agua bajo de un aprovechamiento los usos consuntivos y no consuntivos del recurso agua, y que los diferentes usuarios del caudal tengan un acceso equitativo, racional y justo a ese recurso vital en el largo plazo de tal forma de asegurar que el sistema del río permanezca ambientalmente, económicamente y socialmente saludable

Caudal máximo diario: caudal máximo durante veinticuatro horas.

Caudal medio diario: caudal medio durante veinticuatro horas.

Caudal medio multianual: caudal medio de un periodo de años.

Caudal mínimo medio mensual: caudal mínimo de la serie de caudales medios mensuales.

Caudal: volumen de agua que circula por unidad de tiempo a través de una sección transversal de un río o canal de una corriente o conducción.

Coliformes: grupo de bacterias indicadoras de contaminación.

Comunidad: grupo integrado de especies que habitan en determinada zona, que se influyen mutuamente en materia de distribución, abundancia y evolución.

Cono de esparcimiento: depósitos de tierras, arena, gravilla y cantos formado cuando la velocidad de un torrente es suficientemente reducida para causarlos.

Contaminación: es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno.

Cuenca hidrográfica: área geográfica limitada en la parte superior por las divisorias de agua y en la inferior por el cauce receptor sobre el cual las fuentes hídricas y el agua lluvia convergen.

Curva de duración de caudales o de caudales clasificados: curva que muestra el porcentaje de tiempo durante el cual el caudal es superior a una cantidad dada.

Déficit hídrico: diferencia acumulada entre la oferta y la demanda del agua, en la cual la demanda es mayor que la oferta.

Degradación: pérdida de las cualidades de un ecosistema que incide en la evolución natural del mismo, provocando cambios negativos en sus componentes y condiciones como resultado de las actividades humanas.

Densidad de población: relación existente entre la superficie de un área y el número de personas que la habitan.

Depósito aluvial: acumulación de sedimentos de origen fluvial, compuesta de bloques, gravas y arenas en depósitos lenticulares.

Depuración: acción de eliminar de una sustancia elementos que la contaminan.

Desecación: pérdida de agua por los poros, de los sedimentos debida a la compactación o a la evaporación causada por el aire.

Ecosistema: complejo dinámico de comunidades afines o correlacionadas entre sí por sus características estructurales y funcionales, y sometidas a la influencia de los factores bióticos y abióticos que interactúan como una unidad funcional.

El niño: fase cálida de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), caracterizada por el calentamiento de las capas superficiales del océano pacífico ecuatorial frente a las costas de América.

Embalse: emplazamiento, natural o artificial, usado para el almacenamiento, regulación y control de los recursos hídricos.

Erosión: destrucción de los materiales de la superficie terrestre por separación física de partículas debido a la acción de los agentes externos.

Especie alóctona o introducida: especie que ha sido llevada a áreas o regiones diferentes a su lugar de origen, donde no se encuentran en condiciones naturales.

Especie endémica: especie nativa cuya distribución se restringe a una región de área inferior a 50 000 km², y que existe en una zona geográfica determinada.

Especie nativa: especie que habita una región y no fue introducida.

Especie: grupo de organismos formado por poblaciones de individuos que ocupan un hábitat y que se reproducen libremente entre sí.

Eutrofización: enriquecimiento del agua en contenidos de materia orgánica y nutrientes (nitratos y fosfatos).

Evolución: proceso dinámico de cambios que ocurren, de manera acumulativa y progresiva, en las características de algunos organismos, o poblaciones, durante varias generaciones, que las habilita para adaptarse a las condiciones cambiantes de vida en el espacio geográfico en que se desarrollan.

Formación vegetal: comunidad de especies vegetales interrelacionadas surgidas de forma natural y que perdura mientras se mantengan sus condiciones naturales.

Gestión ambiental: es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales.

Gestión integral de recursos hídricos (GIRH): proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión de agua, suelo y recursos relacionados para maximizar el resultado económico y el bienestar social de una manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales.

Hábitat: territorio específico con características biofísicas particulares, donde un organismo vivo se establece aprovechando las condiciones ambientales naturales o artificiales. Sinónimo de biotopo.

Hidroeléctrico: relativo a la energía eléctrica obtenida por fuerza hidráulica.

Hidrograma: expresión, gráfica o no, de la variación del caudal en el tiempo.

Hiporreico: volumen de sedimentos saturados de agua bajo y a los lados de los cuerpos hídricos donde el agua subterránea y el agua superficial se mezclan.

Holístico: enfoques que se orientan al estudio de lo global, de la integralidad.

Humedal: extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad no exceda los seis metros en marea baja.

Impacto ambiental: es la alteración favorable o desfavorable que experimenta el conjunto de elementos naturales del hábitat, sean físicos, químicos o ecológicos.

Lecho: superficie sobre la cual corre un río o un arroyo.

Lentico: calificación para las aguas quietas o remansadas, como lagos y lagunas, con movimiento de agua vertical u horizontal, pero no unidireccional.

Limnigráfica (estación): que cuenta con limnógrafo para registrar continuamente los niveles de agua en el tiempo.

Limnimétrica (estación): que cuenta con regleta limnimétrica para registrar (discontinua) por observación el nivel del agua.

Lótico: calificación para las aguas corrientes, con movimiento unidireccional que corren de un terreno de mayor altura a otro de menor altura.

Manejo de cuencas: aprovechamiento, regulación y control de los recursos naturales de una cuenca hidrográfica para garantizar su desarrollo sustentable.

Materiales de arrastre: residuos sólidos producto de la erosión, colectados y transportados por corrientes de agua y depositados a lo largo de sus recorridos.

Máximo nivel permisible: norma impuesta que indica la concentración o dosis de un contaminante que no debe ser sobrepasada.

Metales pesados: elementos metálicos con peso molecular relativamente alto.

Microclima: condiciones climáticas presentes en un punto determinado en función de sus características fisiográficas, edáficas e incluso bióticas.

Monitoreo: actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinados.

Páramo: terreno raso, yermo y desabrigado; paraje alto y frío.

Parques naturales: son parques destinados particularmente a la protección de flora, fauna y bellezas paisajísticas. No son permitidas actividades de explotación y se destinan a la investigación, permitiéndose un turismo controlado y guiado.

Pie de monte: formación de depósitos de sedimentos en la base de una ladera.

Población: conjunto de individuos de una misma especie, que coexisten en un área en la que se dan condiciones que satisfacen sus necesidades de vida.

Presa: mecanismo hidráulico usado como medida o control del flujo de agua.

Recursos naturales: son los elementos de los ecosistemas que satisfacen, en forma directa o indirecta, necesidades humanas.

Régimen hidrológico: comportamiento de un río durante un periodo de tiempo.

Resilencia: capacidad interna de un ecosistema para evolucionar, transformarse y defenderse absorbiendo los impactos ambientales negativos, recuperando sus niveles de producción y productividad.

Restauración: es el restablecimiento de las propiedades originales de un ecosistema o hábitat en cuanto a estructura comunitaria, complemento natural de las especies y cumplimiento de sus funciones naturales.

Riego: conjunto de técnicas destinadas a suministrar a cultivos el agua necesaria para su desarrollo.

Riesgo: probabilidad de enfrentar consecuencias dañinas previstas que resultan de la interacción entre los peligros y las condiciones de vulnerabilidad.

Ripario: que se encuentra junto o directamente influenciado por un cuerpo de agua.

Saneamiento: es la ejecución de obras de sistemas urbanos y rurales de alcantarillados, tratamiento de aguas, manejo y disposición de desechos líquidos y sólidos, así como la generación de energía alternativa.

Sedimentación: depósito de materiales arrastrados mecánicamente por el agua o el viento, o que se encuentran disueltos o suspendidos en el agua, y que forman acumulaciones en capas o estratos.

Seguridad alimentaria: disponibilidad en todo momento de suficientes suministros de alimentos básicos, para mantener una expansión permanente del consumo alimentario y contrarrestar fluctuaciones en la producción y los precios.

Sociedad: es el conjunto de seres humanos, agrupados e interactuantes, que comparten valores, leyes, costumbres, y que se relacionan con fines de sobrevivencia y de satisfacción de sus necesidades globales.

Sucesión ecológica: es la serie de cambios que sufre el ecosistema en un tiempo dado.

Sustrato: material que es transformado por las enzimas.

Tratamiento de agua: conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas.

Trófico: del griego "tropho" que significa alimento.

Turbiedad: propiedad óptica del agua basada en la medida de luz reflejada por las partículas en suspensión.

Uso consuntivo del agua: agua eliminada de los suministros disponibles sin retorno a los sistemas de recursos de dicha agua.

Vertedero: dispositivo de una obra hidráulica por donde se vierte agua; se usa para elevar el nivel del agua hasta una cota determinado y/o permitir la evacuación de los excesos de agua que sobrepasan un nivel determinado.

Vientos Alisios: vientos que soplan regularmente en los océanos pacífico y atlántico, en las zonas tropicales hacia el ecuador.

Zona de convergencia intertropical: zona estrecha en la que se reúnen los vientos alisios de los hemisferios norte y sur.

Zona de vida vegetal: según Holdrige representa la vegetación primaria que debiera existir en el medio natural si las condiciones naturales no se hubiesen alterado, se basa en la precipitación y la temperatura promedio anual del medio.

RESUMEN

Esta investigación aborda la temática de caudales ambientales y su aplicación en zonas de interés de la cuenca del río Pastaza, con el objetivo de preservar los ecosistemas fluviales y riparios; y por lo tanto asegurar - ante la creciente demanda del recurso hídrico - la provisión de bienes y servicios ambientales provistos por estos ecosistemas.

La cuenca del río Pastaza se presenta como un sistema hídrico bajo presión debido al déficit hídrico permanente que afronta por la gran demanda de este recurso, lo cual ha definido la necesidad de determinar caudales ambientales mediante una metodología válida para la zona, de acuerdo a la información técnica disponible.

La metodología propuesta para determinar caudales ambientales considera los parámetros indicadores básicos - hidrológicos, hidráulicos y biológicos - de las condicionantes naturales a las que se encuentran sometidos habitualmente los ecosistemas. Esta metodología, fundamentándose en las series hidrológicas temporales, propone reproducir los componentes básicos del régimen hidrológico natural en el régimen de caudales ambientales mediante la determinación de caudales habituales - considerando la variabilidad interanual e intranual -, avenidas - debido a sus funciones geomorfológicas y biológicas - y, sequías habituales y extraordinarias; componentes que posteriormente se validan tanto hidráulicamente como biológicamente.

Los regímenes de caudales ambientales determinados mediante la metodología propuesta se encuentran en los rangos de 37.2 m³/s a 101.4 m³/s para el río Pastaza, 2.2 m³/s a 7.8 m³/s para el río Cutuchi y 1.6 m³/s a 14.5 m³/s para el río Cebadas, los cuales representan del 18.8% al 69.6% del caudal medio multianual respectivo; valor superior al 10% del caudal medio multianual establecido por el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (actual Secretaría Nacional del Agua) para definir caudales ambientales en el ámbito nacional.

Se establece también, que los caudales ambientales determinados como el 10% del caudal medio multianual - de 11.6 m³/s para el río Pastaza, 0.91 m³/s para el

río Cutuchi y $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Cebadas - no respetan los caudales mínimos mensuales, anuales o diarios registrados en los períodos de estudio, representando una situación extraordinaria dentro del régimen hidrológico natural.

Los regimenes de caudales ambientales definidos por la metodología propuesta se analizan integralmente, considerando tanto la gestión ambiental como la gestión para el aprovechamiento hídrico estableciendo la viabilidad de la implementación de sus resultados en el contexto hidrológico natural.

PRESENTACIÓN

La creciente preocupación por los sistemas hídricos bajo presión y los impactos ambientales producidos por las actividades antrópicas de aprovechamiento hídrico, han generado la corriente que define a los caudales ambientales como una estrategia del manejo de cuencas hidrográficas que se enmarca dentro del desarrollo sustentable.

En este contexto, en el capítulo uno se plantea la problemática actual de la gestión del recurso hídrico enfocándose en la generalizada sobreexplotación del mismo, marco que concibe los objetivos que sustentan esta investigación.

En el capítulo dos se revisa la bibliografía de caudales ambientales, desde los criterios que lo fundamentan, como las definiciones primordiales de caudal ambiental y régimen de caudales ambientales. También se presenta una sinopsis de las metodologías para la determinación de caudales ambientales y de los principales métodos que las conforman.

En el capítulo tres, la descripción de la cuenca del río Pastaza fundamenta la selección de los tramos fluviales de interés catalogados como críticos desde el enfoque de la gestión hídrica, tramos que además, disponen de información técnica útil para la determinación de caudales ambientales.

En el capítulo cuatro se resume tres métodos aplicables a las zonas de estudio para posteriormente, fundamentándose en los mismos, realizar el planteamiento de la metodología integral - abordando parámetros de carácter hidrológico, hidráulico y biológico -, para la determinación de los caudales ambientales en los tramos fluviales de interés de la cuenca del río Pastaza.

En el capítulo cinco se determina los regímenes de caudales ambientales para los tramos fluviales de interés seleccionados; se expone detalladamente los procedimientos utilizados al aplicar la metodología propuesta en el capítulo cuatro y el estándar usado a nivel nacional que corresponde al 10% del caudal medio multianual, además de las adecuaciones impuestas por la limitada información técnica disponible.

En el capítulo seis se discute los resultados de la determinación de caudales ambientales presentados en el capítulo cinco, considerando tanto la gestión ambiental como la gestión para el aprovechamiento hídrico, analizando su viabilidad basada en el régimen hidrológico natural, y las condiciones que suponen para el hábitat afectado.

Finalmente, en el capítulo siete se presenta las conclusiones obtenidas del planteamiento metodológico para la determinación de caudales ambientales y de la discusión de los resultados de su aplicación. Además, se propone recomendaciones para futuras investigaciones que aborden esta temática

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estilo de desarrollo del país inspirado fundamentalmente en el crecimiento económico orientado hacia el mejoramiento de la calidad de vida de la población ha permitido en la mayoría de los casos el uso irracional de los recursos naturales produciendo un rápido agotamiento o deterioro de los mismos (OEA, 1991). Entre estos ha evolucionado el consumo del recurso hídrico lo que ha provocado una fuerte presión sobre el mismo, alterando el régimen natural de los ríos e incrementando la contaminación hídrica, deteriorando los ecosistemas fluviales, y limitando los bienes y servicios provistos por éstos.

Los usos que se generan a partir de los cuerpos hídricos de la cuenca del río Pastaza incluyen el abastecimiento de agua para consumo humano o para riego, recepción de aguas residuales urbanas e industriales, pesca deportiva y de sustentación, generación de energía, y el aprovechamiento turístico.

Esta cuenca tiene un gran potencial hidroeléctrico, el cual ha impulsado el desarrollo de este tipo de proyectos que han afectado tanto a la hidrología del sistema como a su ecología y biología, incrementando la presión sobre su recurso hídrico.

Los embalses para aprovechamiento hídrico implican cambios de ecosistemas de fase lóptica -agua corriente- en léntica -agua quieta- mientras que aguas abajo de éstos se altera el régimen natural de caudales, se ocasiona la eliminación de la vegetación ribereña y la fauna asociada, y la reducción de los sedimentos depositados con la consecuente pérdida de fertilidad de las tierras.

Además, según la OEA (1991) esta cuenca presenta conflictos de uso de los recursos tierra y agua, deforestación de áreas protegidas, erosión acelerada, el establecimiento de obras de desarrollo sin considerar los otros usos originando la

alteración y desequilibrio de los ecosistemas naturales, la eliminación de la cobertura vegetal, daños a la capacidad reguladora de las cuencas hidrográficas, y contaminación del agua.

Por otro lado, la creciente preocupación en los impactos ambientales ocasionados por las intervenciones en los sistemas hídricos ha generado la concepción de mantener un volumen natural de agua en los cauces de una cuenca tal que permita brindar servicios ambientales que cubran las necesidades y demandas de la sociedad, conceptualizado como régimen de caudal ambiental o ecológico, el cual que responde a un equilibrio en el régimen hídrico. Esto resultó en el desarrollo de metodologías que permiten determinar este caudal, es decir, la cantidad de agua que debe permanecer en el río para mantener los servicios ambientales que presta; el funcionamiento, composición y estructura de sus ecosistemas (Castro *et al.*, 2006; Davis, 1999; Palau, 1994).

Asimismo, surge la necesidad de determinar caudales ambientales en la cuenca del río Pastaza para alcanzar el desarrollo humano preservando los recursos sobre el supuesto del desarrollo sustentable. Esta iniciativa de conservación está dirigida tanto a la planificación como a la restauración ambiental de la cuenca dentro de la estrategia de la gestión integrada de los recursos hídricos.

Sin embargo, en ausencia de un marco de referencia acerca del caudal ecológico o ambiental en la normativa ambiental vigente del país, los primeros proyectos que han considerado este tema han basado sus resultados en la estimación hidrológica del 10% del caudal medio multianual establecido por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos -CNRH-, (CNRH, 2002) condición que no recoge criterios hidroecológicos que permitan realizar un análisis funcional de los ecosistemas (Rosero, 2006) y por lo tanto definir el caudal ambiental adecuadamente.

Actualmente, en el país son pocos los estudios -Metodología para el cálculo de los caudales ecológicos, EMAAP-Q, 2002; Caudal Ecológico en los ríos Pita y San Pedro, FONAG, 2006- acerca de caudal ambiental, situación que conjuntamente con la ausencia de una metodología recomendada evidencia la necesidad de realizar un estudio de este tipo, definiendo una metodología referencial aplicable al contexto nacional e impulsando el interés en la investigación acerca de esta

temática, así como del desarrollo y perfeccionamiento de su teoría, en procura de la conservación, el manejo adecuado y sustentable del agua.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Definir una metodología válida, justificada y aplicable para estimar los caudales ambientales en las zonas de estudio de la cuenca del río Pastaza.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar las metodologías existentes para la determinación de caudales ambientales y evaluar la más adecuada a la zona de estudio y a la información técnica disponible para el caso en particular.
- ✓ Identificar tramos de río críticos en la cuenca del río Pastaza en cuanto a la gestión del agua se refiere.
- ✓ Recopilar, analizar y tratar la información necesaria para la determinación de caudales ambientales de acuerdo a la metodología establecida.
- ✓ Definir el régimen de caudales ambientales en los diferentes tramos de interés de la cuenca del río Pastaza

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las actividades antrópicas han ocasionado una fuerte presión sobre los recursos hídricos generando una creciente preocupación acerca de los impactos ambientales ocasionados, lo cual ha promovido el desarrollo de nuevas políticas para asegurar prácticas sostenibles y responsables. Como parte de estas políticas, se están desarrollando metodologías que permiten determinar el régimen de caudales ambientales o ecológicos.

Las metodologías más usadas para determinar el caudal ambiental son de carácter hidrológico, hidráulico, de simulación de hábitat, holístico o una combinación de estos; éstas presentan requerimientos extensos vinculando información hidrológica, biológica, hidrobiológica, entomológica, hidráulica,

hidrogeológica, geomorfológica, físico-química, y componentes sociales y económicos (Baeza y García de Jalón, 1999; Castro *et al.*, 2006; Rosero, 2006; Tharme, 2003). Considerando la extensa información que requieren estas metodologías y la premisa que enuncia que toda metodología deber ser particularizada para cada río o tramo fluvial en estudio, estas metodologías no se pueden utilizar directamente en la determinación de caudales ambientales en las zonas de interés puesto que requieren de la adaptación a las condiciones locales.

Por otro lado, la definición del régimen de caudales ambientales es relativamente nueva en el entorno nacional y como se mencionó anteriormente son escasos los estudios para determinar los caudales que deben permanecer en un determinado cauce después de un aprovechamiento.

Por lo tanto, es necesario desarrollar la investigación que permita estructurar, construir, y aplicar una metodología para la determinación de caudales ambientales enmarcados en el contexto nacional, aplicable a las zonas de estudio para preservar el ecosistema fluvial ante la demanda creciente de este recurso.

La determinación de caudales ambientales utilizando esta metodología brindará un sustento técnico a las autoridades ambientales de control y además servirá, dentro del planeamiento inicial, de base en la toma de decisiones para asignar las concesiones de agua, cobro de tasa por uso del agua y licencia de construcción de obras hidráulicas, entre otros.

1.4. MARCO DE REFERENCIA

Se define al caudal ambiental como el flujo de agua que debe mantenerse en un sector hidrográfico de río, humedal o zona costera para mantener en buenas condiciones el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial, su integridad, productividad, servicios y beneficios, además de la biodiversidad y calidad del medio fluvial preservando los valores ecológicos, el hábitat natural y funciones ambientales -tales como purificación de aguas, amortiguación de extremos hidrológicos, capacidad de conducción de sólidos, recarga de acuíferos, pesca, recreación, entre otros-; garantizando a las poblaciones asentadas aguas abajo de un aprovechamiento los usos consuntivos y no consuntivos del recurso

agua, y que los diferentes usuarios del caudal tengan un acceso equitativo, racional y justo a ese recurso vital en el largo plazo de tal forma de asegurar que el sistema del río permanezca ambientalmente, económicamente y socialmente saludable (Castro *et al.*, 2006; CONAMA, 1998; Davis, 1999; Dyson *et al.*, 2003; Espinoza *et al.*, 2005; García de Jalón, 1999; MAE, 2007; Rosero, 2006; Tharme, 2003).

El régimen de caudales ambientales se define como el régimen hídrico requerido para mantener un nivel deseado de salud en el ecosistema, éste se asemeja a las condiciones hidrológicas de determinado sector hidrográfico del río (MAE, 2007; Palau, 1994) y forma parte de la óptica ecosistémica en la gestión integrada de los recursos hídricos (Castro *et al.*, 2006).

Las metodologías básicas ampliamente reconocidas para determinar el caudal ambiental y el régimen de caudales ambientales presentan enfoques específicos, ya sean hidrológicos, de valoración hidráulica, de simulación de hábitat u holísticos (Baeza y García de Jalón, 1999; Castro *et al.*, 2006; Rosero, 2006; Tharme, 2003). Estos enfoques involucran desde procedimientos hidrológicos hasta el uso de complejas herramientas computacionales, vinculando información hidrológica, biológica, hidráulica, geomorfológica, además de componentes sociales y económicos.

Desde 1970, principalmente en Estados Unidos, Europa, Sudáfrica y Australia, ha habido una evolución en las metodologías para valorar los requerimientos de caudales ambientales de los ecosistemas fluviales. Tradicionalmente se desarrollaron metodologías donde se encontraban los caudales necesarios para el mantenimiento de la población, hábitat y actividades de especies objeto pero actualmente el campo se ha expandido e incluye la valoración de otras necesidades de la biodiversidad biótica y aspectos de la estructura del ecosistema (Castro *et al.*, 2006; Tharme, 2003).

La mayoría de los enfoques se pueden usar tanto en ríos regulados como en aquellos no regulados, para la planificación, gestión, manejo, restauración de las cuencas y algunos esencialmente para la restauración de ríos.

1.5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

La creciente preocupación por gestionar de manera integral los recursos hídricos ha establecido el desarrollo de una gran cantidad de metodologías para determinar el régimen de caudales ambientales.

Sin embargo, a nivel nacional no se ha desarrollado una metodología referencial, por lo cual la metodología propuesta para determinar caudales ambientales en tramos de la cuenca del río Pastaza, parte de:

1. Revisión bibliográfica para la identificación de las metodologías para la determinación de caudales ambientales y de la información necesaria para su aplicación. Además de sus atributos, ventajas y limitaciones.
2. Recopilaciones de información hidrometeorológica, usos del agua, y otras pertinentes y disponibles en instituciones gubernamentales y no-gubernamentales, para la cuenca en estudio.
3. Clasificación, valoración, análisis y procesamiento de la información técnica recopilada.
4. Trabajo de campo para identificar los sitios dónde se determinará el caudal ambiental y para medir parámetros requeridos por la metodología planteada.
5. Basado en la limitada información técnica disponible en la cuenca en estudio se realiza una combinación de métodos de las diferentes metodologías existentes para evaluar los caudales ambientales de los tramos de interés.
6. Se propone una metodología para determinar el régimen de caudales ambientales en los tramos de río objeto de estudio de la cuenca del río Pastaza. Se procura que la metodología planteada considere las principales variables que definen caudales ambientales y que sea aplicable a otros ríos a nivel local.
7. Se determina el régimen de caudales ambientales en los tramos de río definidos en la cuenca del río Pastaza y se discuten estos resultados desde los puntos de vista de gestión ambiental y de aprovechamiento hídrico.
8. Se propone recomendaciones basadas en las ventajas y limitaciones de la metodología planteada, y de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE CAUDALES AMBIENTALES

2.1. RESUMEN

En este capítulo se realiza una revisión bibliográfica de la temática de caudales ambientales, se definen conceptos claves, tales como caudal ambiental, régimen de caudales ambientales y se resumen las metodologías y métodos más comunes para determinar caudales ambientales

2.2. ANTECEDENTES

A nivel mundial el desarrollo económico ha incrementado la demanda del recurso hídrico, intensificando los conflictos por la competencia en su uso. El aprovechamiento de los recursos hídricos ha puesto en evidencia sus impactos, consecuencias como, la alteración al régimen natural de los ríos, el incremento de la contaminación hídrica, el deterioro de los ecosistemas fluviales y por ende la limitación de los bienes y servicios provistos éstos.

Esta situación ha generado la aplicación de políticas de manejo integral de cuencas -dentro de las cuales se incluye la concepción de caudales ambientales-, para asegurar prácticas sostenibles y responsables que implican la adquisición de un compromiso entre el suministro del agua para el desarrollo y el suministro del agua para la naturaleza.

Las metodologías para determinar caudales ambientales se basan en relaciones de parámetros de diferente índole con el ecosistema, éstas ocupan un lugar central del debate de la gestión hídrica sostenible pues se comprenden como nuevas herramientas para la planificación y determinación de las necesidades del agua de medios específicos, incluso con las limitaciones que se imponen cuando pocos datos están disponibles (WMI, 2005).

2.3. CAUDAL AMBIENTAL

2.3.1. CRITERIOS ECOLÓGICOS

- ✓ Los ríos como ecosistemas

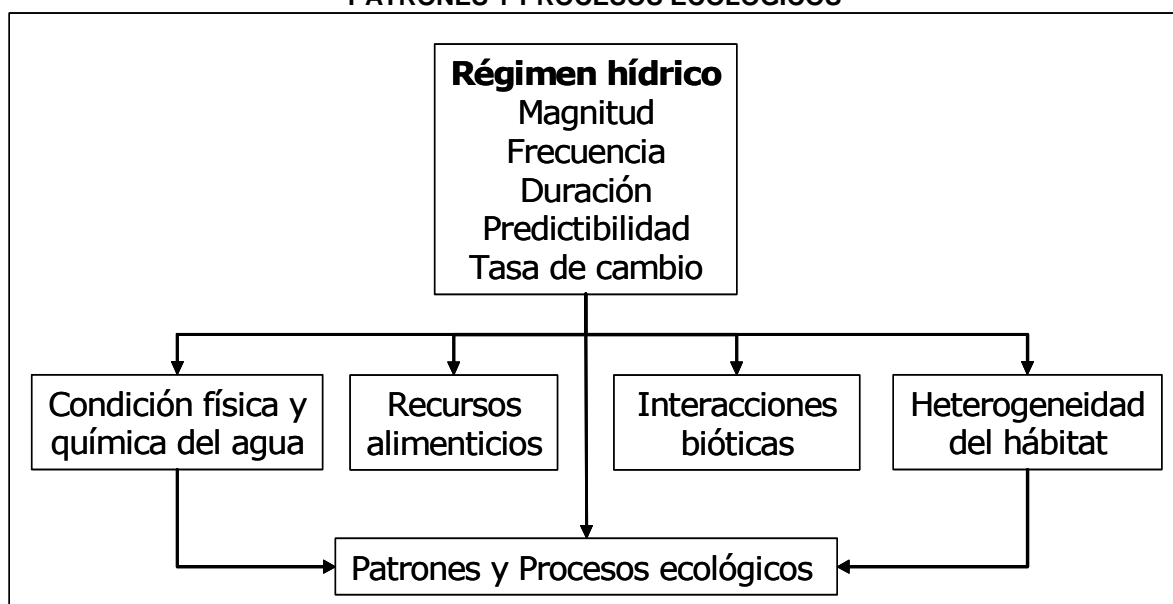
Bajo una aproximación proceso - funcional, los ríos son ecosistemas lóticos -de corrientes rápidas- formados por componentes bióticos y abióticos entre los cuales existen interacciones que les permiten modificarse mutuamente y evolucionar hacia su estabilidad -teoría de sucesión-.

- ✓ Rol ecológico del régimen hídrico

Un paradigma del flujo natural postula que las variaciones de los componentes críticos del régimen hídrico -magnitud, frecuencia, duración, predictibilidad y tasa de cambio-, regulan los procesos ecológicos y afectan fuertemente la estructura de los ecosistemas acuáticos.

El modelo desarrollado por Poff y Allan (1997) basado en este planteamiento, establece que estos cinco componentes pueden modificar la condición física y química del agua, los recursos alimenticios, las interacciones bióticas y la heterogeneidad del hábitat, lo que finalmente produce cambios en los patrones y procesos ecológicos (Jamett y Rodrigues, 2005). Ver figura 2.1.

FIGURA 2.1: MODELO TEÓRICO DE LA INFLUENCIA DEL RÉGIMEN HÍDRICO SOBRE LOS PATRONES Y PROCESOS ECOLÓGICOS



FUENTE: ADAPTADO DE JAMETT Y RODRIGUES, 2005

- ✓ El régimen natural de caudales como estado de referencia

En síntesis, el régimen natural de caudales es el elemento base de los ecosistemas fluviales pues estructura tanto el medio acuático como el ripario, modelando sus condiciones ambientales y posibilitando la variedad de hábitats y el dinamismo en sus interacciones (Guerrero *et al.*, 2006).

En los ríos y tramos fluviales que han sido poco intervenidos y por lo tanto presentan una escasa perturbación, existe un equilibrio entre los procesos físicos que se desarrollan en la cuenca aportante y en el cauce del río y; adaptada a este equilibrio existe una comunidad biológica cuya estructura y funcionamiento dependen de las características del río (García de Jalón y González del Tánago, 2004).

Se considera que las comunidades de referencia que los caudales ambientales deben conservar son aquellas -naturales- presentes cuando el ecosistema se encuentra en equilibrio. Sin embargo, en los ríos sometidos a impactos severos donde estas comunidades han desaparecido, la fijación de caudales ambientales debe realizarse tomando como objetivo conservar aquellas potenciales si dichos impactos desaparecieran.

2.3.2. CAUDAL AMBIENTAL Y RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES

En esta investigación se utiliza el término “caudal ambiental” que también puede interpretarse como “caudal ecológico” considerando las claras connotaciones que este último tiene, tanto para el público en general como para los políticos gestores del agua.

Actualmente, no existe una definición universal convenida de caudales ambientales. Consecuentemente, los investigadores se refieren a ellos utilizando una variedad de términos, incluyendo demanda ambiental, requisitos del caudal del río, caudales de compensación, medioambientales, de mantenimiento, ambientales, ecológicos, mínimos, de restitución, de seguridad, caudal mínimo remanente, caudal mínimo aceptable -MAF, por sus siglas en inglés-, caudal reservado “débit réservé”; cada una de las cuales describe un concepto ligeramente diferente. Asimismo, en los países de habla inglesa se utiliza

indistintamente los términos: caudal recomendado”, “recommended flow”, caudal regulado “regulated flow” o caudal circulante “instream flow”; denominaciones que se refieren a caudales deducidos de estudios y establecidos como consecuencia de regularizaciones de las condiciones naturales de flujo.

Por lo tanto, de una revisión exhaustiva de la bibliografía de caudales ambientales, se define al caudal ambiental (CA) como el flujo de agua que debe mantenerse en un sector hidrográfico de río, humedal o zona costera para mantener en buenas condiciones el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial, su integridad, productividad, servicios y beneficios, además de la biodiversidad y calidad del medio fluvial preservando los valores ecológicos, el hábitat natural y funciones ambientales -tales como purificación de aguas, amortiguación de extremos hidrológicos, capacidad de conducción de sólidos, recarga de acuíferos, pesca, recreación, entre otros-; garantizando a las poblaciones asentadas aguas abajo de un aprovechamiento los usos consuntivos y no consuntivos del recurso agua, y que los diferentes usuarios del caudal tengan un acceso equitativo, racional y justo a ese recurso vital en el largo plazo de tal forma de asegurar que el sistema del río permanezca ambientalmente, económicamente y socialmente saludable (Castro *et al.*, 2006; CONAMA, 1998; Davis, 1999; Dyson *et al.*, 2003; Espinoza *et al.*, 2005; García de Jalón, 1999, MAE, 2007; Rosero, 2006; Tharme, 2003).

Los caudales ambientales como mecanismo de mantenimiento activo constituyen una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación del recurso hídrico y son imprescindibles particularmente cuando los caudales que alimentan los ríos y los humedales son regulados y cuando los múltiples usuarios están en competencia por el agua (Dyson *et al.*, 2003). Representan también, el compromiso entre el usuario de los recursos hídricos y el desarrollo de la cuenca por un lado y la conservación saludable de los ríos por el otro.

En términos generales al tratar de conservar un caudal ambiental en una cuenca dada se pretende asegurar la suficiente cantidad de agua distribuida en un patrón lo más normal posible, con parámetros físico-químicos y biológicos de calidad de agua a niveles apropiados. De tal forma de mantener el carácter, extensión y

condición de los hábitats acuáticos y riparios de forma que sean los apropiados para mantener poblaciones bióticas viables y a un nivel tal que mantengan los procesos ecológicos que aseguren el nivel de bienes y servicios que la sociedad espera recibir del ecosistema (Dyson *et al.*, 2003).

Dado que los caudales ambientales solo garantizan un río saludable dentro del contexto de un conjunto más amplio de medidas -tales como protección de suelos, prevención de la contaminación, protección y restauración de hábitats- éstos deben verse dentro del contexto del paradigma de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) que promueve las prácticas de un uso sostenible a través de la conservación, protección y recuperación de las disponibilidades del agua.

La GIRH es un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión de agua, suelo y recursos relacionados para maximizar el resultado económico y el bienestar social de una manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales (Guerrero *et al.*, 2006), concepción que se complementa con los principios del enfoque ecosistémico.

Este enfoque permite potenciar los sistemas de manejo de las cuencas hidrográficas integrando la cuenca y el ecosistema para lograr una gestión del agua ambiental, social y económicamente eficiente, fundamentándose en la estrecha relación que existe entre la hidrología y los servicios ecosistémicos.

Así mismo, los procesos sociales y económicos en una cuenca tienen como referente natural los servicios de provisión, regulación y culturales que prestan los ecosistemas y las cuencas hidrográficas.

Sin embargo, la sustentabilidad de un hábitat acuático no se asegura con el mantenimiento de un caudal constante a través de todo el año, ya que la biota acuática presenta distintos requerimientos en sus diferentes etapas de desarrollo. Por lo tanto, dado que los requerimientos de hábitat de los seres vivos varían a lo largo del año, en lugar de un único caudal ambiental se debe reconocer un régimen de caudales ambientales.

Es así que el régimen de caudales ambientales (RCA) se define como el régimen hídrico requerido para mantener un nivel deseado de salud en el ecosistema, éste se asemeja a las condiciones hidrológicas de determinado sector hidrográfico del río (MAE, 2007; Palau, 1994) y armoniza los intereses intervencionistas y conservacionistas, en una verdadera gestión ecosistémica del agua.

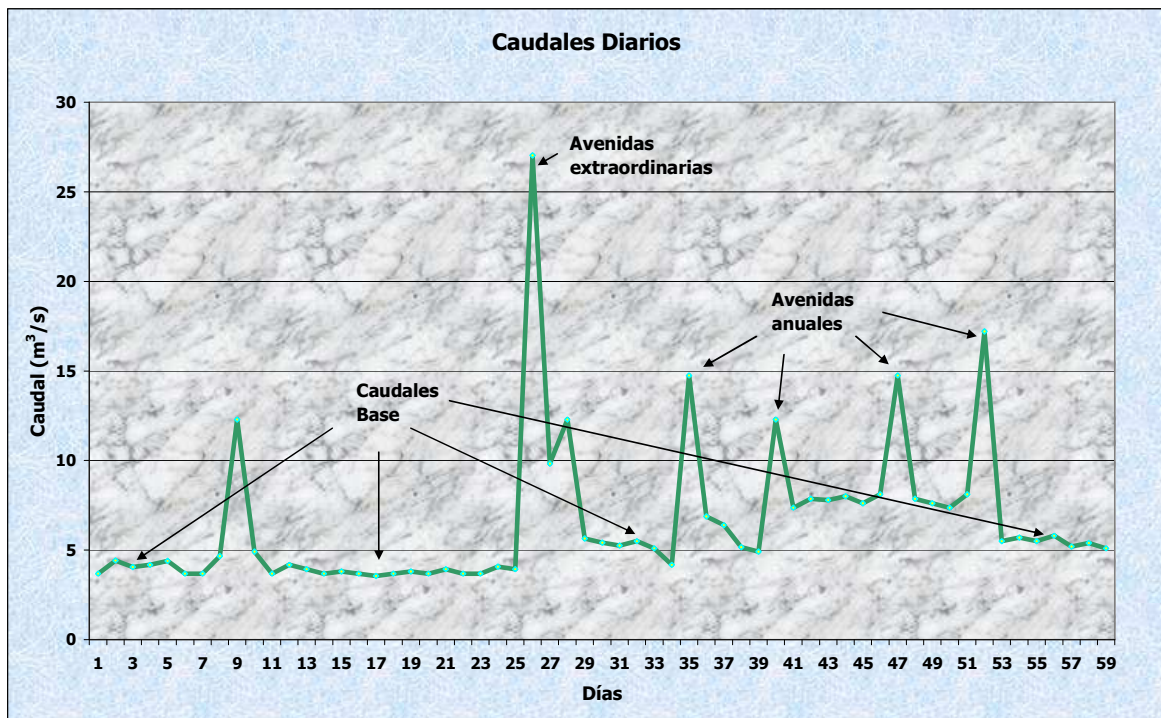
2.3.3. GENERALIDADES

- ✓ El concepto de caudales ambientales comprende enfoques científicos que requieren que se integren una serie de disciplinas; por ello su fijación es una tarea multidisciplinar.
- ✓ La fijación de caudales ambientales exige que se produzcan negociaciones entre las partes involucradas para salvar los diferentes intereses que compiten por el empleo del agua -en especial cuando la competencia es grande-.
- ✓ Los caudales ambientales generan beneficios para las personas y para la naturaleza, pues contribuyen de manera decisiva a la salud de los ríos, al desarrollo económico y a aliviar la pobreza. Garantizan la disponibilidad constante de los muchos beneficios que aportan a la sociedad los ríos y los sistemas sanos de aguas subterráneas.
- ✓ La mejor forma de determinar el caudal ambiental es dentro del contexto del marco general de evaluación que forma parte de la gestión integral de recursos hídricos y contribuyen a la planificación de la cuenca fluvial.
- ✓ El caudal ambiental debe tener una función de recuperación y no sólo de mantenimiento.
- ✓ Se requiere el planteamiento de caudales ambientales desde la perspectiva de desarrollo sostenible, para que la presión de las demandas de uso sobre los ríos no continúen en aumento.

2.3.4. COMPONENTES DE CAUDALES AMBIENTALES

Los caudales de un río poseen regímenes a los que las poblaciones bióticas se han adaptado en el transcurso de millones de años. El régimen de un caudal está compuesto por: caudales base, avenidas anuales y extraordinarias, los cuales se muestran en la figura 2.2 y se describen a continuación.

FIGURA 2.2: COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES



FUENTE: ADAPTADO DE JIMÉNEZ *ET AL.*, 2005

2.3.4.1. Caudales

En una cuenca, los caudales permiten conocer la cantidad de agua disponible y por ende de cuanto es posible asignar en los diferentes usos. Con esta variable varía la profundidad y ancho del cauce además que influye en la población de flora y fauna acuática y riparia. Estos caudales son:

- ✓ Caudal base, son los volúmenes de agua que se presentan con mayor frecuencia durante la estación seca o la estación lluviosa.
- ✓ Avenidas anuales o crecidas, son descargas relativamente puntuales de grandes volúmenes de agua que influyen fuertemente en las épocas de reproducción, migración y germinación de plántulas en la zona riparia y planicies aluviales. La renovación de la calidad del agua y la limpieza del

cauce son también resultado de estas avenidas que tienden a reestructurar los lechos de sedimentos en los ríos, produciendo fluctuaciones estacionales en el hábitat de muchas especies (Guerrero *et al.*, 2006).

- ✓ Avenidas extraordinarias, por su volumen y fuerza estas avenidas son las responsables de la forma del cauce y de la distribución de especies y de materiales pesados -rocas y cantos- dentro del lecho del río. Además, estas depositan sedimentos que mantienen la fertilidad y humedad de la planicie aluvial.

2.3.4.2. Variabilidad

Dentro del caudal ambiental es común el uso de promedios de caudales pero esto genera la omisión de una característica importante como es la irregularidad intraanual (momento) e interanual o multianual (variabilidad) potenciando la pérdida de valores ecológicos.

La variabilidad temporal del régimen natural de caudales fluctúa con una distribución con probabilidad estadística y el régimen hidrológico presenta periodos de flujo máximos y mínimos, que cumplen con funciones específicas. Esta variabilidad tiene una influencia directa en la dinámica y función de los ecosistemas acuáticos, como en la diversidad biológica, la distribución de las especies, el transporte de materia orgánica, la calidad del agua, la capacidad de abastecimiento, entre otros (Tiffer, 2006).

Evidentemente las especies han evolucionado de acuerdo con estas pautas de fluctuación y las utilizan para programar sus ciclos de vida de manera más eficiente. Por ello, el régimen de caudales ambientales debe ser representativo del régimen natural del río de tal forma que corresponda con las características hidrológicas naturales de la cuenca.

2.3.5. CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua se plantea como un componente de los caudales ambientales pues mantiene en equilibrio las condiciones físicas y químicas del agua a las que las comunidades naturales están habituadas.

2.3.6. PRIORIDADES DE USO DE AGUA

Como se mencionó anteriormente, la aplicación de caudales ambientales se precisa cuando los usos del agua implican una competencia por parte de los usuarios. Por lo que, la asignación del recurso hídrico se prioriza según la jerarquía propuesta por Dyson *et al.* (2003), que se presenta a continuación:

1. Necesidades humanas básicas
 - a. Consumo humano, incluye la salvaguarda de la calidad del agua potable
 - b. Necesidades ambientales, que equilibre la necesidad de preservar o restaurar ecosistemas y sus funciones, en particular en ambientes frágiles,
2. Necesidades domésticas,
3. Necesidades agrícolas,
4. Necesidades industriales,
5. Necesidades energéticas.

2.3.7. MODIFICACIONES A CUERPOS HÍDRICOS

En la mayoría de las cuencas, la cantidad, calidad y patrones de los caudales han sido alterados. Las cuencas hidrográficas han sido deforestadas y el cambio de uso de la tierra ha generado un impacto en la calidad de la escorrentía, elevando las cantidades de sedimentos en suspensión, así como la concentración de agroquímicos, aguas servidas y otros vertidos dentro de los caudales.

Las infraestructuras y el manejo para controlar el cauce pueden interrumpir las vías acuáticas y así los movimientos migratorios. Además, por su efecto regulador y obstaculizador, afectan el régimen hidrológico y procesos biológicos en los sistemas, acuático y ripario.

En la regulación de sistemas fluviales para el aprovechamiento del agua hay, en esencia, dos formas de intervención directa: a) el almacenamiento o embalsado de agua, y b) la derivación de caudal (Jiménez, 2006); mientras que las intervenciones indirectas más comunes son el urbanismo, la agricultura intensiva, la deforestación y la descarga de aguas servidas y otros desechos (Jiménez, 2006).

2.3.7.1. Alteraciones hidrológicas y ecológicas

Las alteraciones hidrológicas que derivan de aprovechamientos hidráulicos, entre otras, son: a) modificación del caudal en términos de magnitud, b) modificación del régimen hidrológico natural, c) energía de avenidas aumentada y, d) modificación de la calidad del agua.

Mientras que las alteraciones ecológicas que se derivan de estos aprovechamientos pueden ser: a) alteración en ciclos reproductivos y migratorios de las especies, b) favorecimiento de condiciones para especies de plaga y, c) reducción de hábitat.

Convenientemente se plantean soluciones, por ejemplo, una represa puede dejar circular parte del caudal, realizar marcapasos u escaleras para que la fauna pueda transitar, así como, facilitar inundaciones controladas. Sin embargo preservar el transporte y la deposición natural de sedimentos resulta más difícil.

2.3.8. COSTOS E IMPACTOS DE NO MANTENER CAUDALES AMBIENTALES

El compromiso entre el suministro del agua para el desarrollo y el suministro del agua para la naturaleza debe adoptarse considerando que la desecación crónica de los ríos es una agresión al ambiente y representa la pérdida de oportunidades económicas, recreativas y culturales para las poblaciones ribereñas, dando lugar a elevados costos e impactos a mediano y largo plazo (Dyson *et al.*, 2003), como:

- ✓ Pérdida de seguridad alimentaria debido a que la ausencia de agua en algunos tramos de río condiciona la disolución de los vertidos y afecta su capacidad de auto depuración.
- ✓ Daños a los medios de sustento debido a que una disminución de la cantidad de agua disponible significa menos agua para la agricultura, reduce las reservas de peces, y perjudica el comercio y la pesca de subsistencia.
- ✓ Pérdida de ingresos potenciales asociados con las opciones ofrecidas por la recreación y el turismo pues se anulan zonas de esparcimiento y se deterioran gravemente sus atractivos, el paisaje, y la biodiversidad.
- ✓ Incremento de los conflictos relacionados con el agua fundamentado en la degradación o pérdida de los recursos naturales pues los usuarios compiten para satisfacer sus necesidades.

2.4. DETERMINACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES

El caudal ambiental apropiado para un cuerpo hídrico se decide usando un proceso conocido como “Valoración del Caudal Ambiental -Environmental Flow Assessment -EFA-“. Esto implica la identificación de un cierto número de regímenes de caudal y la evaluación de los costos ambientales y sociales asociados a cada uno. Los diferentes escenarios identificados se debaten con los interesados para elegir el que represente lo mejor posible a sus necesidades.

Esta determinación dentro de un rango de extracciones de caudal, es de carácter elástico; mientras que por debajo de un determinado umbral, la respuesta de la comunidad fluvial será plástica, es decir que, los cambios originados en ella dejan de ser reversibles. La cuantificación de los caudales ambientales busca estos umbrales, fijando los valores por encima de ellos en una proporción que depende de la duración de los mismos y de la resiliencia ecológica de la comunidad. Por lo cual, el criterio para la fijación de caudales ambientales reside en evaluar la flexibilidad del ecosistema y de sus comunidades (García de Jalón y González del Tánago, 2004).

En la práctica, según García de Jalón y González del Tánago (2004), la fijación de caudales ambientales -que representan estimaciones de las condiciones límites para la comunidad- se basa en dos criterios: a) Análisis de los regímenes de caudales históricos, estudia los estiajes naturales bajo la concepción de la evolución de los sistemas fluviales; b) Análisis de la variación del hábitat con los caudales circulantes, estudia los requerimientos de caudal de determinadas especies, y de su distribución en el tiempo, para evaluar sus necesidades con objeto de mantener sus poblaciones.

2.4.1. REQUISITOS EN LA FIJACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES

De manera general el método de cálculo adoptado para la determinación de caudales ambientales, según Palau (1994), Martínez y Fernández (2006) y Pérez *et al.* (2005), procurará cumplir con los siguientes requisitos:

1. La base de cálculo debe ser homologable a la variabilidad -estacional, temporal y espacial- natural del cuerpo hídrico, que como tal, forme parte de la co-evolución entre el medio físico y las comunidades naturales.
2. La aplicación del método y el resultado a obtener deben ser personalizable y personalizado, respectivamente, para cada río o tramo de río, en atención a la especificidad de cada uso y a su ubicación hidrográfica.
3. La información debe corresponder a indicadores tanto biológicos como de uso y sus relaciones. Se debe aprovechar al máximo la información que cada río aporta sobre las necesidades de sus comunidades naturales y concretar en qué parámetros se podía obtener de forma sintética esa información.
4. El método debe procurar que el caudal ambiental sea comparativamente más conservativo en los ríos menores y menos conservativo en los de mayores caudales circulantes. Esto en función del axioma: restar menos de “poco” puede conducir a nada, mientras que restar mucho de “más” puede permitir una situación sostenible.
5. Los resultados obtenidos deben estar en línea con experiencias empíricas y con los condicionantes propios de los aprovechamientos fluviales ordinarios sobre regulación y/o derivación de caudales. A pesar de la enorme variedad de métodos de cálculo existentes, los resultados obtenibles de todos ellos siguen una distribución más o menos normal que encierra el intervalo de máxima probabilidad entre el 10% y el 30% del caudal medio multianual.
6. Debe definir los escenarios ambientales actuales y deseados, buscando la aproximación óptima al escenario deseado. Permitirá plantear soluciones al proceso de restauración general de la cuenca: adaptación del régimen de caudales ambientales a la capacidad de gestión de las infraestructuras de regulación, permeabilidad de las barreras al tráfico de especies, entre otras.
7. El establecimiento del caudal ambiental procurará atender a criterios de diferente índole: hidrológico -cantidad y calidad del agua-, geomorfológico -morfología del cauce- y biológico -comunidades acuáticas-.
8. Debe ser útil para que la toma de decisiones en la asignación de los recursos hídricos se realice de manera consensuada y científicamente avalada.

2.4.2. METODOLOGÍA Y MÉTODOS

Desde 1970, principalmente en Estados Unidos, Europa, Sudáfrica y Australia, se ha evidenciado una evolución en las metodologías para valorar los requerimientos de caudales ambientales de los ecosistemas fluviales. Sus enfoques han variado desde aquellos que valoran el caudal ambiental para mantener la población, hábitat y actividades de un pez objeto, hasta la actualidad, en que se incluye la valoración de otras necesidades de la biodiversidad biótica, aspectos de la estructura del ecosistema, tales como la forma del canal, la vegetación riparia, los humedales y las llanuras aluviales (Castro *et al.*, 2006).

Los métodos para determinar el caudal ambiental y el régimen de caudales ambientales son muy variados -mas de 200-, presentan diferentes niveles de predicción, diferentes requerimientos de información, y diferentes bases teóricas. Agrupados por ésta última por la Comisión Mundial de Embalses, se clasifican en: hidrológicos, de valoración hidráulica, de simulación de hábitat y holísticos (Baeza y García de Jalón, 1999; Castro *et al.*, 2006; Díez, 2000; King y Brown, 1999; Orellana, 2002; Rosero, 2006; Scatena, 2003; Tharme, 2003; Zeledon, 2007).

Es así como, las metodologías pueden variar desde enfoques de escritorio basados en la información existente (procedimientos hidrológicos), a aquellas que incluyen una recopilación de información intensa y sofisticada con el uso de software especializado que vinculan información hidrológica, biológica, hidráulica, geomorfológica, además de componentes sociales y económicos.

2.4.2.1. Metodología hidrológica

Se basa en las regularidades de series temporales largas de registros históricos de caudales a partir de los cuales se obtiene un caudal mínimo. Esta metodología, se fundamenta en la relación estricta que existe entre el régimen hidrológico y el ecosistema existente, puesto que las especies dentro del río y de las comunidades riparias están adaptados a las variaciones estacionales propias del régimen hídrico que afectan su comportamiento, ciclo biológico y producción. Por lo tanto, estos métodos generan estimados de flujo promedio en cierto lugar que se relacionan empíricamente con la condición ecológica en el sitio.

Dentro de las principales características de los métodos hidrológicos se encuentran, su fácil aplicación, el requerimiento de pocos datos, y que son económicos y rápidos. Sin embargo, su desventaja es que no tienen en cuenta aspectos biológicos y geomorfológicos del cauce.

Actualmente son los métodos de cálculo más extendidos a nivel mundial y los únicos reconocidos en la mayoría de países de habla hispana (Scatena, 2003; Tharme, 2003); entre los métodos hidrológicos más utilizados, se encuentran:

2.4.2.1.1. Porcentaje fijo del caudal medio multianual

Como su nombre lo indica, el caudal ambiental obtenido con este método representa un porcentaje del caudal medio multianual y es constante a lo largo del año, por lo cual convendría llamarlo caudal mínimo en lugar de caudal ambiental. Dentro de este método se incluyen algunas reglamentaciones tales como, la Ley Francesa de Aguas, que establece como caudal mínimo el 10% del caudal medio multianual calculado para un período mínimo de cinco años; el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos sugiere como caudal ambiental el caudal medio del mes más crítico para el metabolismo de los organismos acuáticos; mientras que el Concejo Nacional de Recurso Hídricos de Ecuador y la Dirección General de Obras Hidráulicas de España fijan como caudal mínimo permanente el 10% del caudal medio multianual (Castro *et al.*, 2006; EFM, 2003; Rosero, 2006).

2.4.2.1.2. Método de Tennant

Conocido también como método de Montana, es uno de los más usados mundialmente (Scatena, 2003), básicamente en corrientes que no tienen estructuras de regulación como represas, u otras modificaciones en el cauce (King y Brown, 1999; Scatena, 2003). Tennant desarrolló este método basado en diez años de observaciones y mediciones fundamentalmente de carácter biológico para una especie en particular, la trucha, en once ríos de Montana - Estados Unidos, encontrando relaciones entre los parámetros físicos -ancho, profundidad y velocidad- y la disponibilidad del hábitat para esta especie; de esta forma, se reconoce la relación entre los niveles de caudal y las características del hábitat existente (Castro *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2005).

El método divide el año en dos períodos, para cada uno de los cuales recomienda porcentajes del caudal medio multianual para lograr la calidad deseada de hábitat fluvial, como se muestra en la tabla 2.1.

TABLA 2.1: MÉTODO TENNANT PARA MANTENER EL HÁBITAT

Categoría del caudal	Recomendaciones del régimen de caudal ambiental (%caudal medio multianual)	
	Octubre a marzo	Abril a septiembre
Abundante	200	200
Rango óptimo	60 - 100	60 - 100
Excepcional	40	60
Excelente	30	50
Bueno	20	40
Degradación	10	30
Pobre o mínimo	10	10
Degradación severa	<10	<10

FUENTE: CASTRO *ET AL.*, 2006

Su aplicación no debe ser exactamente la propuesta por el método en todos los casos pues en países que no presentan cuatro estaciones, los ríos no presentan un carácter estacionario; además, las especies dominantes en cada río tendrán condiciones de habitabilidad diferentes (Castro *et al.*, 2006).

2.4.2.1.3. Método de Hoppe

Fue uno de los primeros métodos en desarrollarse y en el que se reconoce la relación entre los percentiles de la curva de duración caudales y los requerimientos biológicos. Este método usa valores de porcentaje de excedencia de la curva de duración de caudales para definir unos caudales mínimos asociados a diferentes estadios de crecimiento. Para aplicarlo se calculan los siguientes percentiles: Q_{17} para avenidas y recomendado para limpiar el sustrato; Q_{40} para mantener las condiciones de hábitat convenientes para el desove; y Q_{80} para mantener condiciones de alimento y abrigo. Esta es una aproximación más biológica que el método Tennant pero que expresa las necesidades de las poblaciones de truchas de ríos en el estado de Colorado, lo que implica que su aplicación en otros medios debe considerar adaptaciones (Castro *et al.*, 2006; EFM, 2003; Scatena, 2003; Tharme, 2003).

2.4.2.1.4. Método del caudal medio base

Este método fue desarrollado en Nueva Inglaterra por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos en 1980. Es uno de los métodos más usados en los proyectos hidroeléctricos de Estados Unidos, en el que se propone el caudal mínimo de verano -media de los caudales medios multianuales de agosto- como el caudal ambiental, ya que representa la condición natural más severa que la comunidad de especies del cauce podría experimentar. Para corrientes sin registros, el caudal medio para verano se estima en $0.5 \text{ pie}^3/\text{s milla}^2$ de área drenante; mientras que cuando son necesarios caudales altos en otras épocas del año para satisfacer las necesidades biológicas -desove, migración, entre otras-, se recomienda $1.0 \text{ pie}^3/\text{s milla}^2$ para invierno y $4.0 \text{ pie}^3/\text{s milla}^2$ para primavera (Castro et al., 2006; Hutchins, 2005; Pyrcce, 2004).

Es un método de fácil aplicación, pero puede acarrear graves alteraciones en el ecosistema fluvial, pues las especies están adaptadas a las fluctuaciones de caudales; por lo tanto, sería un error imponer un caudal mínimo constante a lo largo del año y menos uno que representa la condición más crítica para los organismos acuáticos (Castro et al., 2006; EFM, 2003).

2.4.2.1.5. Método del rango de variabilidad

Este método se desarrolló en respuesta al creciente interés de usar la variabilidad natural para recomendar caudales ambientales. En este método se reconoce que la variación hidrológica juega un papel importante en la estructura de la diversidad biótica, además de controlar las condiciones de hábitat dentro del canal, llanuras de inundación, humedales, entre otros. Es un enfoque usado mundialmente para evaluar el grado de alteración por la construcción de obras hidráulicas y como herramienta para la restauración de hábitats (Hutchins, 2005; Scatena, 2003).

El principal objetivo de este método consiste en definir políticas de gestión a partir de 32 indicadores de alteración hidrológica -IAH-, definidos por Richey (1996) como claves en el funcionamiento del ecosistema para luego estimar un rango de variación máximo de estos parámetros. Los IAH identifican los componentes del régimen natural de caudales en magnitud, frecuencia, periodicidad y duración

para recomendar el rango en el cual pueden variar sin perjudicar al ecosistema fluvial (Castro *et al.*, 2006; Jamett y Rodrigues, 2005; Hutchins, 2005).

2.4.2.1.6. Método de caudal mínimo de 7 días con tiempo de ocurrencia de 10 años

Este método entrega el valor de un caudal mínimo estadístico ${}_7Q_{10}$ que corresponde al valor que en promedio, cada diez años, será igual o menor que el caudal medio en cualquier evento de 7 días de sequía consecutivos. El método supone que a valores menores que éste puede generarse un stress ecológico. También existen otras aproximaciones similares utilizando la estadística hidrológica que describe las condiciones de sequía como el “ ${}_7Q_2$ ” y el “ ${}_{10}Q_5$ ”. (Jamett y Rodrigues, 2005, Riverways Program, 2008).

2.4.2.1.7. Método de caudales básicos de mantenimiento

Este método propuesto por Palau (1994) para el establecimiento de caudales básicos de mantenimiento se basa en el análisis de la notable diversidad de regímenes hidrológicos en Cataluña - España; debido a la variabilidad hidrológica que reconoce se considera que es extrapolable a cualquier tipo de río.

El planteamiento metodológico de la propuesta del régimen de mantenimiento de un río aguas abajo de un aprovechamiento hidráulico, parte de los datos hidrológicos mediante los que se obtiene, por un lado, el caudal base y el factor de variabilidad temporal, y por otro, el caudal generador, el caudal máximo y la tasa de cambio de caudal en las condiciones naturales (Palau, 1994).

2.4.2.2. Metodología hidráulica

Esta metodología, también llamada de valoración hidráulica, considera que las variables hidráulicas juegan factores limitantes en los ecosistemas. Involucra medidas específicas del cauce -profundidad, perímetro mojado- afectadas directamente por la variación de caudal y que se extrapolan hasta su relación concreta con algunas variables biológicas poblacionales -biomasa, densidad- pues constituyen un factor limitante para las especies (Castro *et al.*, 2006; King y Brown, 1999; Rosero, 2006; Scatena, 2003; Tharme, 2003).

Es una mejora de la metodología hidrológica, considerados como una “segunda generación” de métodos de cálculo de caudales ambientales. Sin embargo, estos

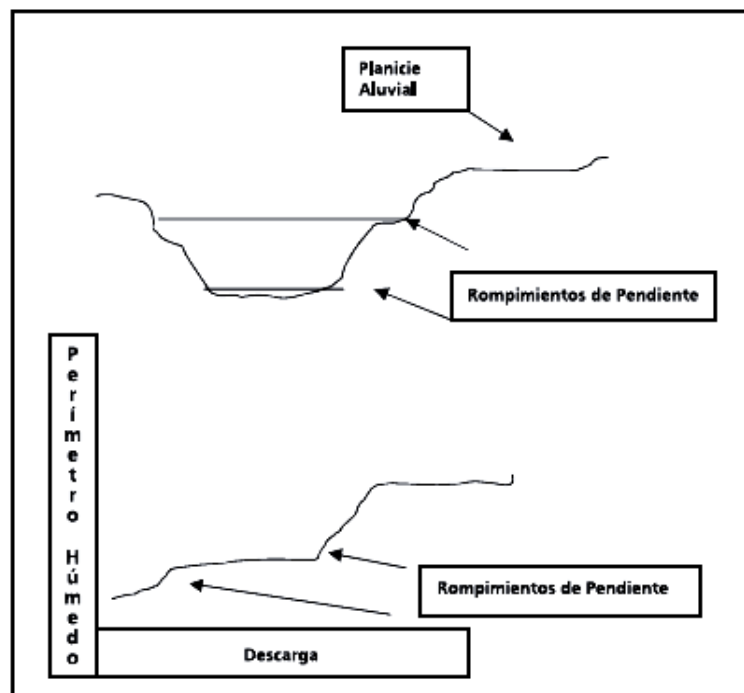
continúan basándose más en las características físicas que en las necesidades de la biota.

2.4.2.2.1. Método del perímetro mojado

Este es uno de los métodos más conocidos y comúnmente utilizados en Estados Unidos para determinar los caudales requeridos para mantener poblaciones de peces. Este método asume que la integridad del hábitat está directamente relacionada con el perímetro mojado como índice de disponibilidad de alimento para los peces; asumiendo que al maximizar el perímetro mojado habrá más alimento y hábitat aprovechable para la comunidad acuática (Castro *et al.*, 2006; Jamett y Rodrigues, 2005; Jiménez *et al.*, 2005).

Para su aplicación requiere de la ubicación de un transecto a lo largo del río que represente el sitio más sensible a los cambios de caudal. La determinación del caudal ambiental corresponde al punto de inflexión de la curva que muestra la relación directamente proporcional que existe entre el perímetro mojado y el caudal hasta que alcanza este punto después del cual, el incremento del perímetro mojado se mantiene aproximadamente constante (Castro *et al.*, 2006) como se muestra en la figura 2.3.

FIGURA 2.3: RELACIÓN ENTRE EL CAUDAL Y EL PERÍMETRO MOJADO ESTABLECIDA EN EL MÉTODO DE PERIMETRO MOJADO



FUENTE: JIMÉNEZ *ET AL.*, 2005

2.4.2.2. Método de múltiples transectos

Este método requiere de mediciones en campo de velocidad, nivel, sustrato y cobertura a diferentes caudales y en diferentes secciones transversales, con el fin de determinar por medio de simulación el cambio de estas variables hidráulicas con cambios en el caudal. Se considera un método conservativo, que frecuentemente estima caudales altos, pero es uno de los primeros enfoques donde se tiene en cuenta la variabilidad de caudales y el consecuente cambio de variables hidráulicas de importancia ecológica (Castro *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2005).

2.4.2.3. Metodología de simulación de hábitat

Esta metodología se fundamenta en la relación que existe entre especies objeto con valores de velocidad, profundidad y características geomorfológicas específicas para diferentes regímenes de flujo (Jiménez *et al.*, 2005; EFM, 2003).

La información requerida en esta metodología es moderadamente alta e incluye el estudio de una serie de parámetros morfohidráulicos, fisicoquímicos, tróficos, series históricas de caudal, variables hidráulicas de múltiples secciones e información de disponibilidad de hábitat de varias especies acuáticas; así, como de un alto grado de experiencia en biología, hidráulica e hidrología, entre otros (Castro *et al.*, 2006).

Incluye los métodos actualmente en boga conocidos como los de “tercera generación” (EFM, 2003; Tharme, 2003).

2.4.2.3.1. Método incremental para la asignación de caudales

Método conocido comúnmente como IFIM por sus siglas en inglés -Instream Flow Incremental Methodology- fue desarrollado en los años setenta por el “Instream Flow Group” en el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos.

Está basado en las relaciones cuantitativas -obtenidas por simulación- entre los caudales que circulan y los parámetros físicos e hidráulicos - como, estructura del canal, calidad del agua, temperatura, sedimentos, estabilidad de los cauces - que determinan el hábitat biológico (Castro *et al.*, 2006; Díez, 2006; EFM, 2003; Hutchins, 2005; Scatena, 2003; Tharme, 2003, Riverways Program, 2008).

El desarrollo del método IFIM considera la integración de técnicas que involucran aspectos diversos como hidráulica, biología acuática, ecología, ciencias sociales y química, entre otras (Castro *et al.*, 2006; Dyson *et al.*, 2003; Espinoza *et al.*, 2005). Este método es ampliamente usado en Estados Unidos, en España, y en algunos países latinoamericanos (Díez, 2006; EFM, 2003; Espinoza *et al.*, 2005; Scatena, 2003; Tharme, 2003).

Se ha desarrollado mucho desde sus comienzos, tanto en sus bases científicas, como en los aspectos metodológicos.

La simulación del hábitat potencial útil se basa en tres aspectos:

- ✓ Modelo de hidráulica fluvial, se basa en la descripción del río según la morfología del cauce mediante las relaciones de los diferentes caudales circulantes con variables como la profundidad, velocidad, anchura, cobertura, entre otros, que permiten simular las condiciones hidráulicas del río.
- ✓ Curvas de preferencia de la fauna, hacen referencia al grado de adaptación de una especie a los valores de las variables hidráulicas anteriores cuando varían los caudales. Cada especie tiene un rango óptimo de variación de cada variable, fuera del cual no se adapta a las nuevas condiciones; esta relación se denota con un índice de preferencia, que varía entre 0 -preferencia mínima-, y 1 -máxima preferencia-.
- ✓ Valor potencial del hábitat fluvial. Las curvas anteriores dan valores de preferencia que mediante integración -de celdas- permiten determinar el valor potencial todo el tramo fluvial. De esta forma se puede establecer una relación entre los caudales circulantes, y el valor ecológico del hábitat potencial.

El hábitat potencial útil permite conocer las posibilidades de uso del río por las diferentes especies; en función de las características de la corriente y según varía el caudal se establece condiciones del cauce y del agua, óptimas para cada especie y estadio de vida.

Respecto a la transferibilidad de los modelos de preferencia de peces entre distintos lugares, existen diversos factores que la limitan, tanto físicos como bióticos y para su comprobación se han empleado pruebas estadísticas.

2.4.2.4. Metodología holística

La metodología holística asume que si son identificadas las características esenciales del flujo hídrico que pueden generar un impacto ecológico y estas son incorporadas dentro de un régimen de flujo modificado, entonces la biota y la integridad funcional del ecosistema será mantenida (Jamett y Rodrigues, 2005).

Esta metodología incluye en la estimación de los caudales ambientales aspectos del ecosistema antes relegados, como estructura y morfología del cauce y procesos geomorfológicos asociados, crecimiento de la vegetación y su dependencia del nivel freático, dinámica de las zonas húmedas presentes en la llanura de inundación y sometidas a pulsos periódicos de inundación-sequía, dinámica sedimentaria y de los caudales sólidos, dinámica de los estuarios y zonas de desembocadura, entre otros (Díez, 2006; Martínez y Fernández, 2006).

Consecuencia de esta visión, es la necesidad de trabajar con un sistema multicriterio y proponer un régimen de caudales fluctuante en el tiempo, caracterizado en magnitud, variabilidad, estacionalidad y duración; en un intento de reproducir las fluctuaciones y características con mayor significación ambiental del régimen natural (Martínez y Fernández, 2006).

La metodología holística ha sido desarrollada y utilizada en regiones de Sudáfrica y Australia, fundamentalmente porque en estos países existe una alta variabilidad en el régimen de caudales y se han construido grandes represas que han transformado las características hidrológicas de las cuencas (Castro *et al.*, 2006; Díez, 2006; Espinoza *et al.*, 2005; Scatena, 2003; Tharme, 2003).

2.4.2.4.1. Método de bloques de construcción

Método conocido como BBM -por sus siglas en inglés, Building Block Methodology- es el más usado del enfoque holístico. Fue desarrollado en Sudáfrica por King y Brown (1999) bajo la premisa que las especies fluviales dependen de elementos básicos del régimen de caudal, incluyendo caudales mínimos e inundaciones, para conservar la dinámica de sedimentos y la estructura geomorfológica del río (Castro *et al.*, 2006). Es de aproximación "Bottom-Up", pues el caudal recomendado es estimado a partir de un flujo mínimo hacia valores más altos.

Los caudales que se determinan se describen en términos de duración y magnitud los cuales son considerados como los “building block”, conformando los “Requerimientos de Flujo” o IFR -Intream Flow Requirements- para un cuerpo hídrico (Jamett y Rodrigues, 2005).

El BBM está dirigido a un amplio rango de componentes del ecosistema tales como calidad estética, dependencia social del río, beneficios económicos, áreas de interés científico, protección de características a nivel cultural, recreación, entre otros.

Su aplicación se realiza en grupos de trabajos multidisciplinarios, requiere de expertos en hidrología, hidrogeología y geomorfología, química, biología, entomología acuática, botánica y biología acuática, además de componentes sociales y económicos afectados directamente por el uso del recurso hídrico. En el proceso, se evalúan los datos disponibles, se utilizan resultados de modelos y se aplica la experiencia profesional combinada para llegar a un consenso en cuanto a los bloques de construcción del régimen de caudal ambiental (Castro *et al.*, 2006; Jiménez *et al.*, 2005).

2.4.2.4.2. Método de referencia

Este método se basa en principios similares al método BBM -a diferencia de éste-, el caudal es determinado a partir de un flujo máximo aceptable hasta valores menores (Jamett y Rodrigues, 2005), por lo que se lo conoce como de aproximación “Top-Down”.

Con información disponible, modelos conceptuales y juicio de expertos se identifican indicadores hidrológicos ecológicamente relevantes, con los que se caracterizan cauces de un río escogidos como de referencia, en los que no existe necesariamente un flujo natural pero cubren variados tipos y niveles de flujo que se registran en la cuenca. Posteriormente en estos sitios se relacionan impactos ecológicos en función de cambios en el flujo hídrico y de esta manera se investiga cuánto puede cambiar el flujo del agua antes de que el ecosistema sea degradado (Castro *et al.*, 2006; Jamett y Rodrigues, 2005).

CAPÍTULO 3

ZONA DE ESTUDIO

3.1. RESUMEN

En este capítulo se realiza la descripción de la cuenca del río Pastaza y la selección de los tramos de interés en los cuales se aplicará la metodología de determinación de caudales ambientales que se plantea en el capítulo cuatro.

3.2. ANTECEDENTES

Para América Latina, la salud de los ecosistemas, es un factor clave en términos de desarrollo humano y de competitividad económica, pues es la región más rica del planeta en materia de biodiversidad y la segunda en materia de oferta hídrica -25% de los recursos hídricos del mundo-. No obstante, esta riqueza no ha sido adecuadamente aprovechada pues persiste la idea de que los asuntos ambientales son secundarios en los planes de desarrollo (Guerrero *et al.*, 2006).

Asimismo, el Ecuador posee una gran riqueza hídrica que supera fácilmente los promedios de los indicadores mundiales. Sin embargo, la gran heterogeneidad de la distribución espacial y temporal de los caudales y de la demanda de los mismos en las diferentes regiones geográficas pone en evidencia problemas de déficit hídrico.

Los principales conflictos que presenta el manejo del recurso hídrico en el país -cantidad y/o calidad-, son la intermedia cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, contaminación industrial urbana y erosión acelerada.

Un análisis profundo realizado por la Organización de Estados Americanos -OEA-, (1991) tomando en cuenta aspectos económicos fundamentales -producción agropecuaria y energética-, aspectos sociales, potencialidades futuras y el estado actual de los recursos naturales renovables, priorizó las cuencas a nivel nacional, siendo la de mayor importancia la cuenca del río Pastaza.

Además actualmente esta cuenca presenta déficit hídrico permanente (INAMHI, 2000) situación originada principalmente por la alta demanda de agua para riego y generación hidroeléctrica.

3.3. CUENCA DEL RÍO PASTAZA

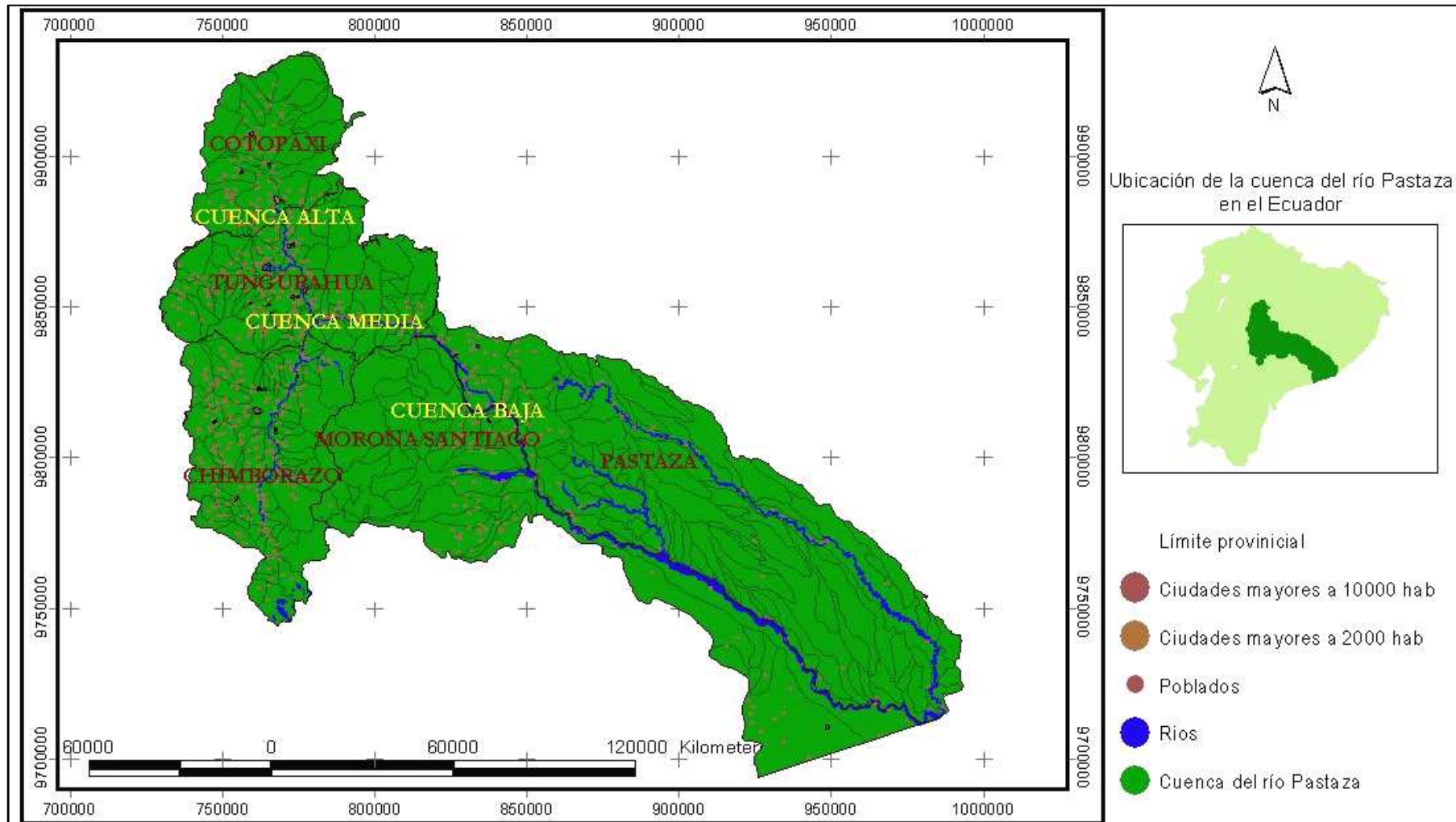
3.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca del río Pastaza se ubica entre las coordenadas 9 935 000 y 9 969 400 de latitud Sur y, entre 729 250 y 993 845 de longitud Este; nace en los Andes ecuatorianos y recorre más de 700 km hasta la frontera con el Perú. Se constituye en la tercera cuenca hidrográfica más grande del Ecuador, con una superficie aproximada de 23 057 km². Políticamente abarca 5 provincias: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza y Morona Santiago.

Para lograr una mejor descripción de la misma se la divide en las zonas que se visualizan en la figura 3.1 y se describen a continuación:

1. Cuenca alta del río Pastaza (CAP): su límite superior es el nacimiento de los afluentes en el nevado Cotopaxi y su límite inferior es la presa Agoyán. Atraviesa las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, con una superficie aproximada de 8237 km².
2. Cuenca media del río Pastaza (CMP): recorre el cauce del río Pastaza desde la central de Agoyán hasta la divisoria de aguas de las quebradas San Francisco y Margaritas -Central San Francisco-, con un área aproximada de 268 km², atraviesa la provincia de Tungurahua hasta el límite con la provincia de Pastaza.
3. Cuenca baja del río Pastaza (CBP): desde la central de San Francisco hasta el límite con el Perú, atraviesa dos provincias orientales: Pastaza y Morona Santiago, con una superficie aproximada de 14 552 km².

FIGURA 3.1: CUENCA DEL RÍO PASTAZA, SU SUBDIVISIÓN Y SU UBICACIÓN EN EL ECUADOR



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.3.2. COMPONENTE FÍSICO

3.3.2.1. Relieve

La cuenca alta se ubica desde los 6310 msnm del volcán Chimborazo hasta los 1610 msnm en el cauce del río Pastaza en la presa Agoyán. La topografía del área es variada, muy accidentada y con fuertes pendientes; se caracteriza por tres tipos de relieve: páramo alto, pie de monte, y altiplanicie (OEA, 1991).

La cuenca media presenta terrenos ondulados y accidentados con topografía muy irregular sobre las estribaciones de la Cordillera Oriental mientras que en la cuenca baja el relieve es ondulado y menos accidentado, dando inicio a la planicie amazónica (Hidroagoyán, 2005; Hidropastaza, 2006).

3.3.2.2. Geomorfología

La cuenca alta presenta los conjuntos geomorfológicos de la Cordillera Oriental o Real, la Cordillera Occidental y los Relieves transversales y las fosas tectónicas; los cuales están asociados con aspectos morfoclimáticos (OEA, 1991).

Por su lado, la cuenca media se caracteriza por fuertes relieves que corresponden a la disección y entallamiento del río Pastaza a través de la Cordillera Real. Las abundantes precipitaciones y el clima cálido-húmedo han influido en la estabilidad del área produciendo material suelto, sujeto a movimientos de masa, que por el agreste relieve es fácilmente removido produciendo un continuo aporte de materiales por las vertientes (INECEL, 1998).

La cuenca baja se caracteriza por un complejo de mesas de arenisca y colinas interrumpidas por terrazas aluviales asociadas con los valles de inundación de ríos, y un relieve homogéneo asociado con el cono de esparcimiento del río Pastaza (NAE, 2007).

3.3.2.3. Climatología y meteorología

La especial orografía andina y su orientación norte - sur son condicionantes sobre las que actúan la Zona de Convergencia Intertropical, el efecto de enfriamiento de la Corriente de Humboldt, la influencia de las cálidas corrientes Ecuatorial y de El

Niño, modelando la variación espacio-temporal de temperatura, dirección del viento, humedad, evaporación y producción hídrica en la cuenca (INECEL, 1998), en la cual se distinguen tres zonas climáticas.

✓ Zona 1

Identifica a las sub-cuencas superiores de los ríos Chambo y Patate, hacia sus nacimientos en las cordilleras Occidental y Central. El clima es frío, semi-húmedo influenciada por los regímenes climáticos occidental y oriental.

Se caracteriza estas sub-cuencas: a) ubicada hacia las estribaciones de los Andes Occidentales con precipitaciones medias anuales de 800 mm a 1000 mm, altura promedio de 3600 msnm, temperatura media alrededor de 6 °C, humedad relativa media del 82%; evaporación media anual de 100 mm; b) ubicada hacia las estribaciones de la Cordillera Central con precipitaciones medias anuales de 800 mm a 1600 mm, alturas superiores a 3200 msnm y temperatura media de 9 °C, humedad relativa media del 84% y evaporación media anual de 120 mm (INECEL, 1998; Moreno, 2004).

✓ Zona 2:

Corresponde al valle interandino por donde fluye el cauce principal de los ríos Patate y Chambo. Es la zona más seca de la cuenca, de clima templado semi-húmedo, con precipitaciones medias anuales de 400 mm a 800 mm para alturas que fluctúan entre 2400 msnm a 3200 msnm y temperatura media de 13 °C (INECEL, 1998; Moreno, 2004).

✓ Zona 3:

Comprende a la sub-cuenca ubicada aguas abajo de la confluencia de los ríos Patate y Chambo, con precipitaciones medias anuales de 1000 mm a 3800 mm incrementándose conforme se acerca hacia la amazonía, para alturas entre 1500 msnm y 400 msnm, y temperaturas medias de 22 °C. Es una región bajo régimen oriental exclusivamente - producto de masas húmedas que ascienden desde la Amazonía- con humedades medias de 90% y vientos con sentido de Sur a Este que siguen el curso del río Pastaza, modificando su clima subtropical subandino (INECEL, 1998; Moreno, 2004).

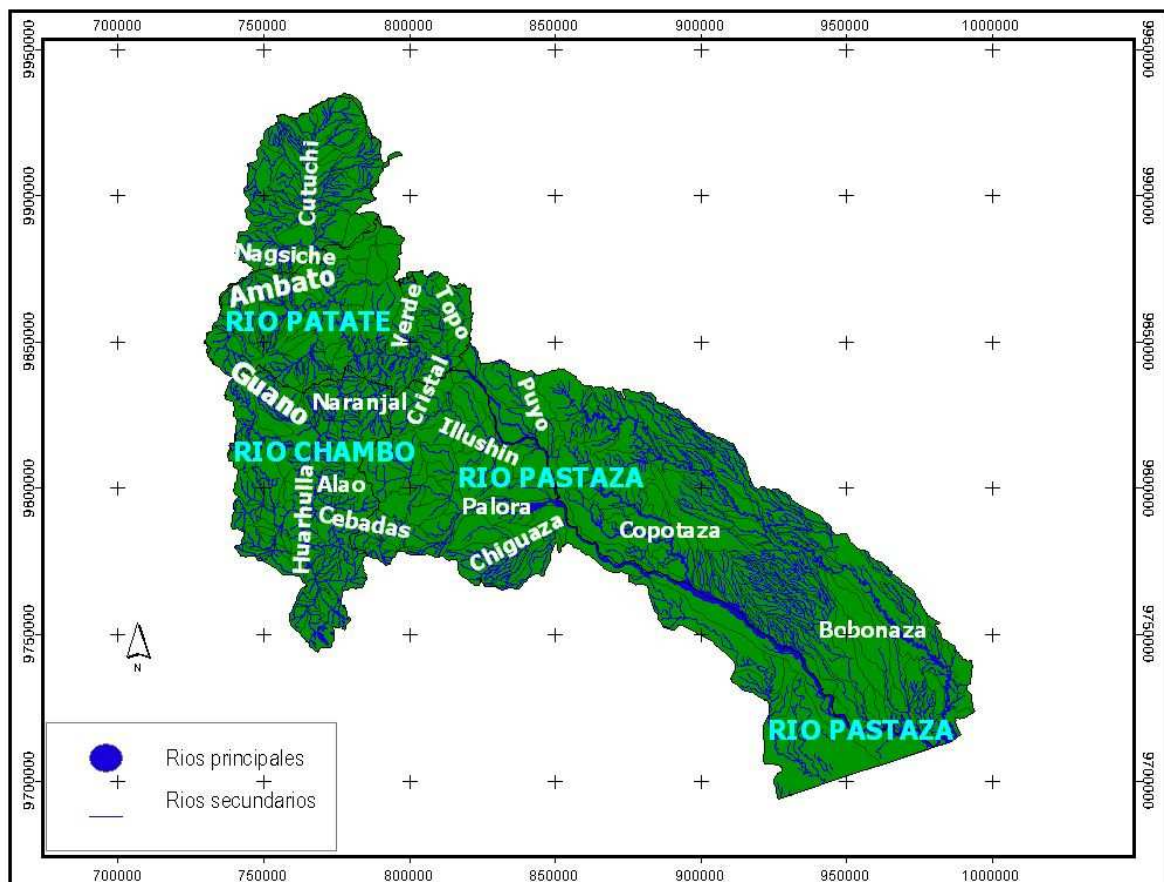
3.3.2.4. Hidrología

La cuenca del río Pastaza conforma el sistema fluvial "Pastaza-Marañón-Amazonas", que tiene su nacimiento en los Andes Ecuatorianos. Los regímenes hidrológicos son variados, se destacan el régimen pluvio-nival interandino y calcio-nival, pluvial con 2 máximos (Pourrut, 1995). Sus afluentes presentan un régimen predominantemente torrencial con recorridos cortos e irregulares.

El río Pastaza es fundamentalmente un río de características andinas, con alta carga suspendida y conductividad, nutrientes relativamente abundantes, pH cercano a la neutralidad y moderadas concentraciones de oxígeno disuelto.

Los ríos que constituyen la cuenca alta del río Pastaza son al norte el río Cutuchi y el río Ambato que forman el río Patate -que representa 56% de área total- y que al sur se une con el río Chambo -que representa 44%- (INECEL,1998) como se muestra en la figura 3.2.

FIGURA 3.2: RÍOS PRINCIPALES DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

El caudal promedio anual para el río Pastaza en la estación Pastaza en Baños es de 144,4 m³/s presentando mayores descargas entre los meses de marzo a septiembre. Este patrón de descarga no es uniforme, drenando mayores volúmenes las subcuencas del norte entre abril y mayo, y la zona sur en junio y julio, lo cual está bien asociado con los patrones de lluvias.

Como se observa en la figura 3.2, en la cuenca media y cuenca baja el río Pastaza es el principal cuerpo hídrico, junto con algunos afluentes importantes como los ríos, Verde, Blanco, con una descarga de 16.5 m³/s en la cuenca media; y los ríos Topo, Palora, Copotaza y Bobonaza en la cuenca baja.

3.3.2.4.1. Sedimentología

Los estudios sedimentológicos realizados muestran una carga total de sedimentos acarreados del río Pastaza en Baños de 700 m³/km²/año; esto sitúa a la cuenca en condiciones medias de producción de sedimentos misma que difiere entre períodos secos y húmedos (INAMHI, 2000).

3.3.2.4.2. Calidad del agua superficial

Los ríos de la cuenca alta del río Pastaza presentan aguas cuya calidad bacteriológica es totalmente inadecuada para todos los usos. Se ha cuantificado con una alta frecuencia *Echericha Coli* e identificado bacterias del grupo coliforme como *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomona aeruginosa* (OEA, 1991); revelando la gravedad e intensidad de la contaminación del agua con desechos domésticos e industriales. Estas características se logran depurar medianamente en el transcurso de la cuenca media gracias a las buenas características de los ríos afluentes llegando a cumplir con los límites establecidos en el TULAS para conservación de fauna y flora (Hidropastaza, 2006).

Los valores inadecuados de color, turbiedad, sólidos suspendidos y caracterización bacteriológica se deben a actividades antrópicas, mientras que los valores de pH y alcalinidad se deben a características geológicas y edáficas propias de la cuenca (Hidropastaza, 2006).

3.3.2.4.3. Agua subterránea

La cuenca alta presenta resultados muy positivos en cuanto a volúmenes aprovechables del subsuelo, las zonas acuíferas más favorables son Latacunga, Ambato y Riobamba. El resto de la cuenca presenta valores aceptables bajo ciertas limitantes (OEA, 1991).

3.3.2.4.4. Usos del agua

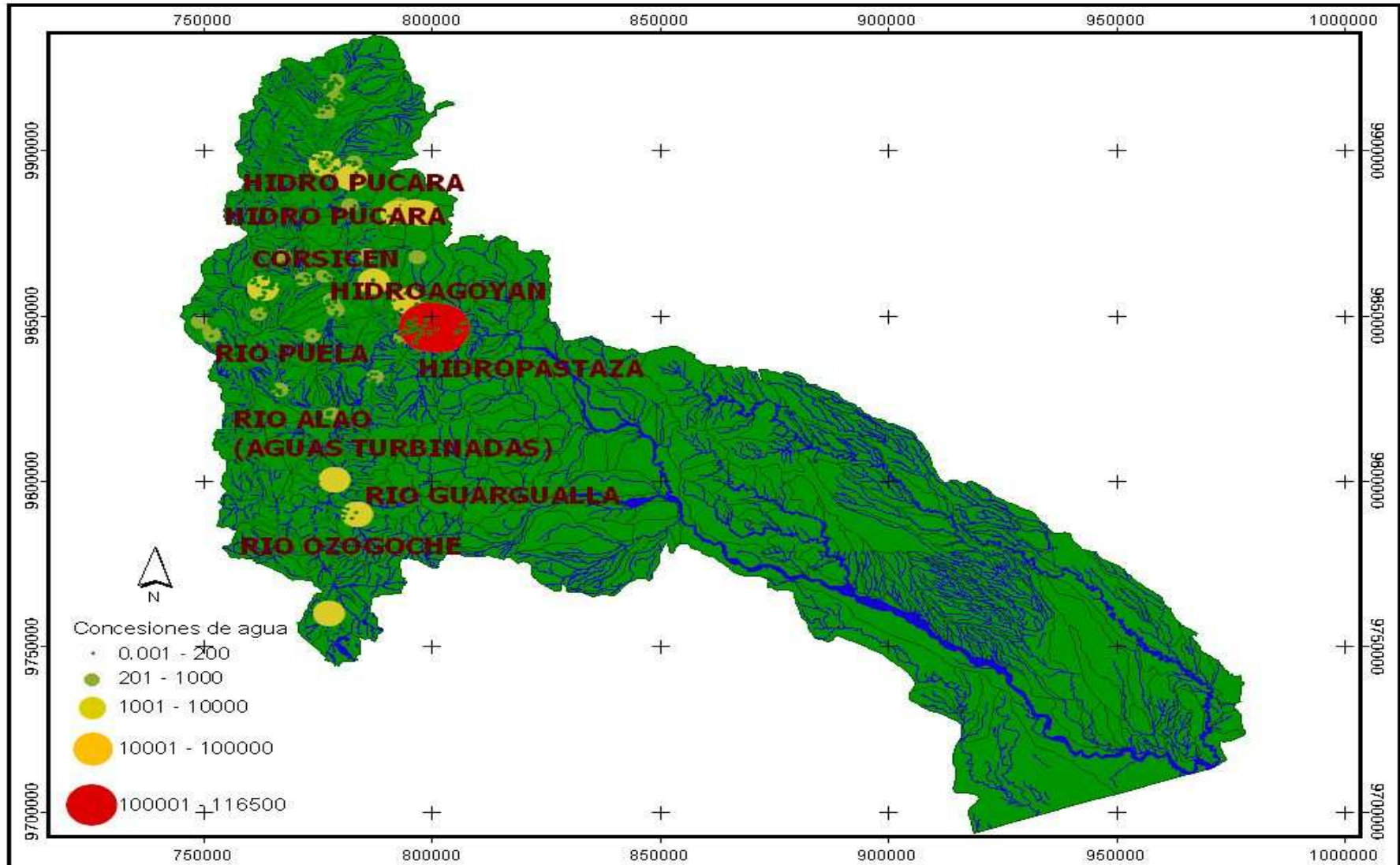
Los usos del agua en la cuenca del río Pastaza se han concesionado a través de las Agencias de Agua de Latacunga, Ambato y Riobamba de acuerdo a la división geográfica - política correspondiente.

La base de la información de concesiones de agua, mantenida por el CNRH y actualizadas a agosto 2007 permitió realizar un análisis estadístico de aquellas vigente en la cuenca. Ver tabla 3.1 y figura 3.3.

TABLA 3.1: CONCESIONES DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

Uso	Concesiones		Caudal concesionado	
	Cantidad (Nº)	Porcentaje (%)	Cantidad (m³/s)	Porcentaje (%)
Abrevadero	304	7.65	0.15	0.03
Bañeología	17	0.43	0.08	0.01
Doméstico	1065	26.81	4.62	0.83
Hidroeléctrico	14	0.35	477.58	85.36
Industrial	89	2.24	3.98	0.71
Minero	5	0.13	0.01	0.00
Otros	1	0.03	0.00	0.00
Potable	56	1.41	1.05	0.19
Riego	2381	59.93	71.17	12.72
Psicícola	25	0.63	0.85	0.15
Termal	6	0.15	0.01	0.00
Total	3973	100.00	559.51	100.00

FIGURA 3.3: CONCESIONES DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.3.2.5. Suelos

En la cuenca alta, la mayoría de los suelos tienen su origen en los depósitos de ceniza volcánica acumulados. El factor climático es determinante en la diversidad de tipos de suelos; sin menoscabar otros factores como: topografía, composición y permeabilidad y edad de la formación (OEA, 1991).

En la cuenca media, casi la totalidad de suelos son derivados de cenizas volcánicas recientes suaves y permeables. Las características físicas-químicas de estos suelos son un limitante para la producción agrícola por su alta fijación de fósforo y fragilidad a los agentes erosivos (Hidropastaza, 2006).

En la cuenca baja los suelos son producto del fenómeno de sedimentación del material pétreo arrastrado desde las cuencas alta y media (NAE, 2007). Además, el suelo es pobre en nutrientes lo que limita la actividad agrícola.

3.3.2.5.1. Uso del suelo

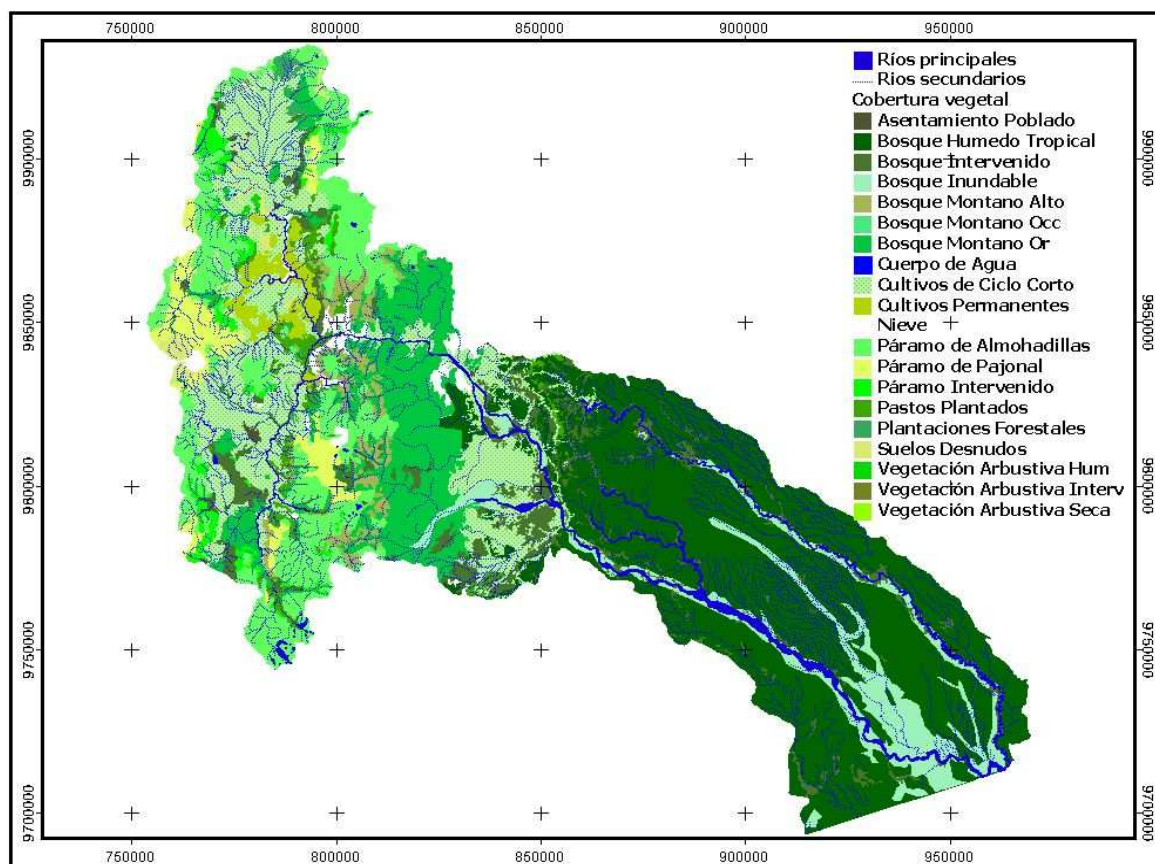
Los usos del suelo en la cuenca alta del río Pastaza se resumen en la tabla 3.2, de éstos sólo el 37%, tienen uso apropiado mientras que las tierras sobreutilizadas representan el 29%, las tierras subutilizadas el 18%, y el restante 16% no tienen uso agropecuario o forestal (OEA, 1991).

TABLA 3.2: USOS DEL SUELO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA

<i>Uso de suelos</i>	<i>Area (ha)</i>	<i>Corresponde a (%)</i>
Áreas naturales	26 780	3.3
Vegetación natural	287 822	35.3
Bosques plantados	7620	0.9
Cultivos permanentes de corto periodo y pastos	318 564	39.1
Uso agropecuario	173 914	21.3

FUENTE: OEA, 1991

En las cuencas media y baja del río Pastaza los usos del suelo son básicamente de agricultura de subsistencia y algunos pocos de tipo turístico, éste último que se prevé se incremente. En la figura 3.4 se observa la cobertura vegetal de la cuenca.

FIGURA 3.4: COBERTURA VEGETAL EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.3.2.6. Recursos energéticos

Según la OEA (1991), se ha determinado la existencia de recursos energéticos hídricos, geotérmicos, carboníferos, de biomasa y solar en esta cuenca.

El potencial hidroeléctrico teórico es de 2120 MW, el técnicamente aprovechable es de 890 MW y el económicamente aprovechable alcanza a 597 MW. De las áreas definidas como de interés para el desarrollo y utilización de la energía geotérmica, la zona de Chalupas tiene un potencial estimado que bordea los 75 MW; la segunda zona de interés se localiza en el macizo del Chimborazo, con potencial aún no definido. Mientras que la mayoría de proyectos hidroeléctricos, están concentrados en la cuenca alta y media (CONELEC, 2006; OEA, 1991).

Es importante destacar que en esta cuenca se encuentran ubicados tres de los más grandes proyectos hidroeléctricos en operación del país: estos son: Pisayambo (69 MW), Agoyán (156 MW) y San Francisco (230 MW). Además de

otros que se encuentran en etapa de estudio de diseño, factibilidad y/o construcción, como son: el proyecto Topo y San José de Tambo.

3.3.2.7. Riesgos naturales

Según la OEA (1991), los riesgos naturales probables en esta cuenca se resumen en la tabla 3.3.

TABLA 3.3: RIESGOS NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

Cuenca	Volcánico	Sísmico	Morfodinámico	Hidrodinámico	Helada	Sequía	Inundación
Alta	x	x	x	x	x	x	
Media	x	x	x				x
Baja	x	x		x			x

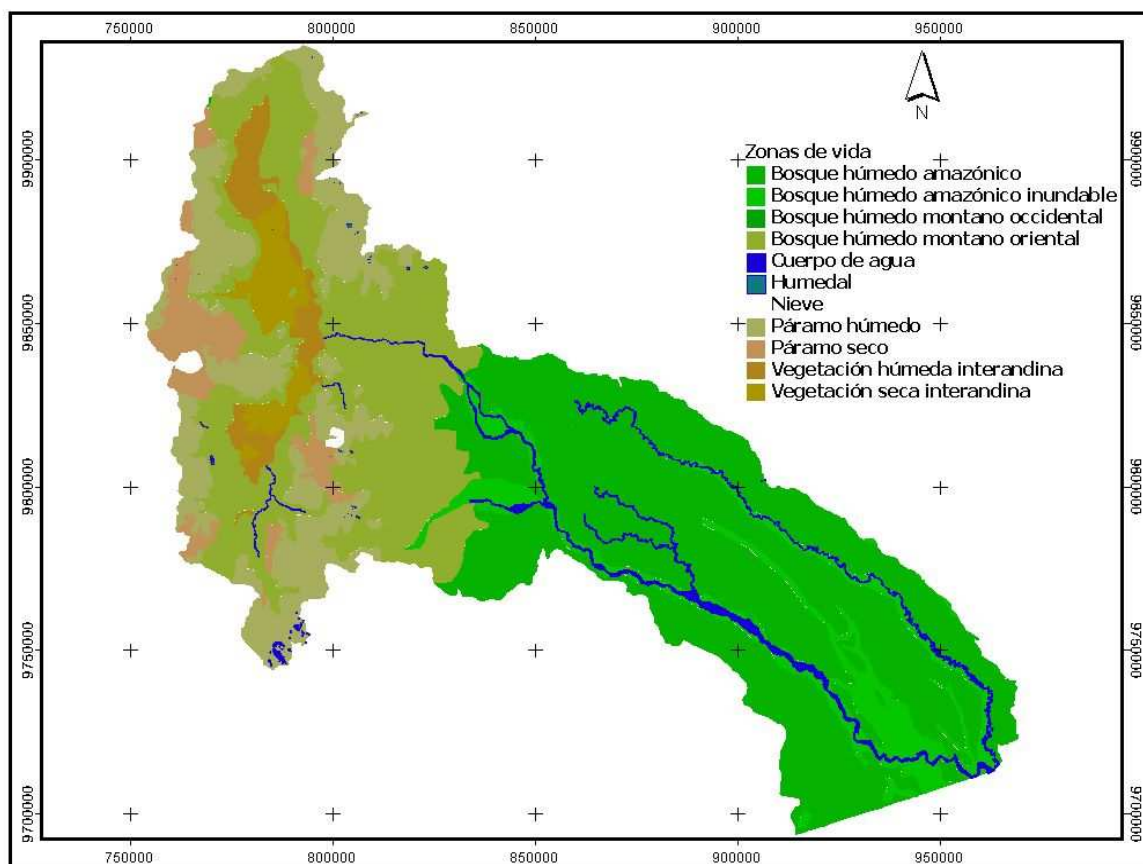
FUENTE: ADAPTADO DE OEA, 1991

3.3.3. COMPONENTE BIÓTICO

3.3.3.1. Zonas de vida

A través del sistema Holdridge se identifican las zonas de vida en la figura 3.5.

FIGURA 3.5: ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.3.3.2. Recursos florísticos, faunísticos e ictiológicos

Debido a los diferentes tipos de formaciones vegetales que sirven de refugio tanto para la fauna como para la flora con un alto grado de endemismo, la cuenca del río Pastaza es un área muy diversa en cuanto a ecosistemas y variedad de especies (Hidropastaza, 2006).

Sin embargo, en la cuenca alta la fauna existente está fuertemente limitada por las condiciones de clima y vegetación rigurosas que presenta, y la alteración continua del ecosistema debido a las actividades humanas. Según ECOLAP y MAE (2007), Hidropastaza (2006) e INECEL (1998), los ríos de la cuenca alta están poblados por truchas (*Salmo sp.*), especie introducida que ha desplazado a las especies nativas de preñadilla (*Astroblepus regani* y *A. ubidiai*), ahora difíciles de encontrar.

En la cuenca media y baja el bosque maduro es refugio de miles de especies faunísticas; además, el corredor ecológico Llanganates-Sangay es una zona de convergencia de un alto número de especies, que presenta 195 especies de plantas endémicas en la cuenca del Pastaza, de las cuales 91 son orquídeas. Adicionalmente, existen 101 especies de mamíferos, destacando 55 de murciélagos. En el caso de las aves se encuentran presentes un total de 242 especies, cinco de las cuales son de rango restringido compartidas con Colombia y Perú, y cinco especies son endémicas para la zona de los Andes Orientales de Ecuador y Perú (ECOLAP y MAE, 2007).

3.3.3.3. Sector forestal

La determinación y caracterización del sector forestal en la cuenca alta y media del río Pastaza tiene dos componentes, que son el productivo y el de conservación. Los bosques cultivados con una cobertura mayor del 70% abarcan 19 266 ha, mientras que la presencia de bosque natural es irrelevante y se halla fuertemente degradado (OEA, 1991).

El sector forestal en la cuenca baja del río Pastaza presenta uno de los últimos remanentes de bosque maduro en crecimiento que se encuentra conectando a los Andes ecuatorianos con la amazonía. Pero, lamentablemente se encuentra bajo

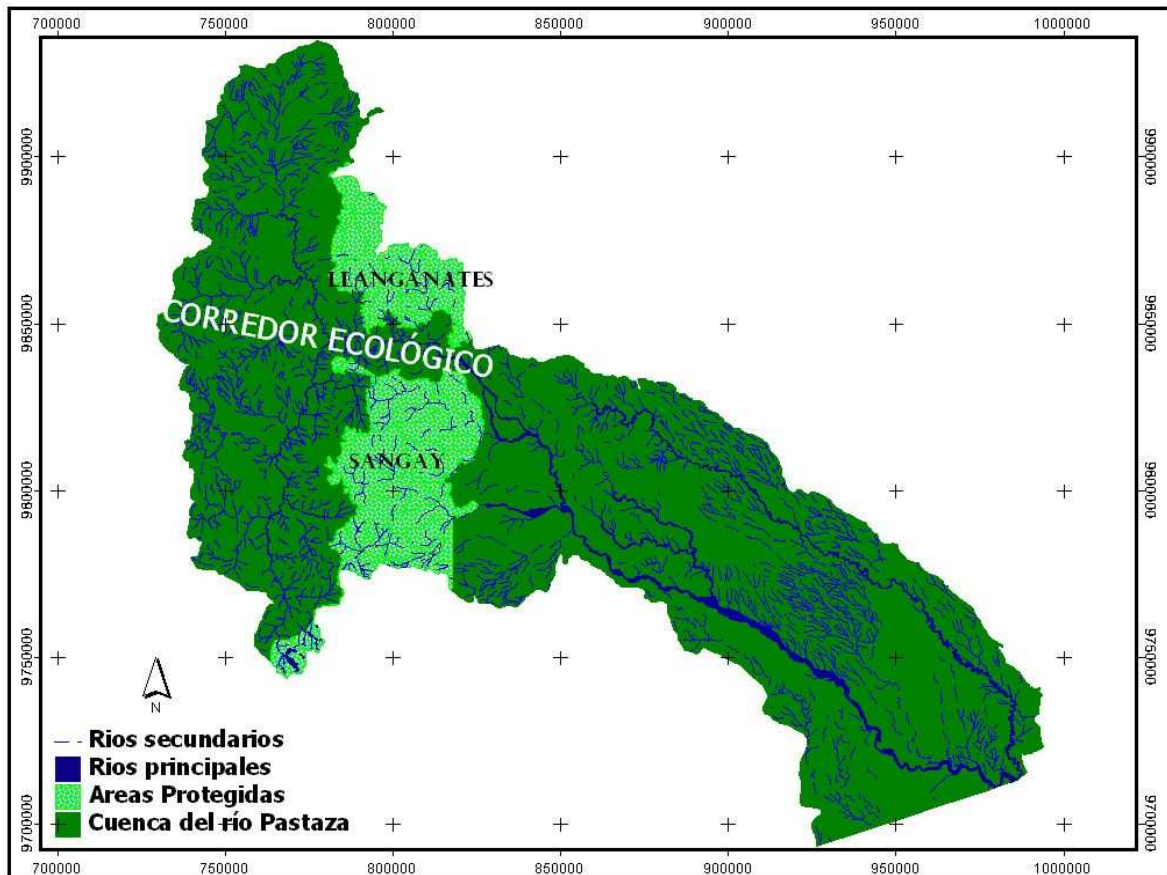
presión debido al crecimiento de la población, extracción maderera intensiva, deforestación, exploración y explotación petrolera (NAE, 2007).

3.3.3.4. Áreas protegidas

En la cuenca del río Pastaza existen cuatro áreas naturales legalmente constituidas, que son: Parque Nacional Cotopaxi, Área Nacional de Recreación "El Boliche", Parque Nacional Sangay y Parque Nacional Llanganates.

El área entre los Parques Nacional Sangay y Nacional Llanganates se constituye como un corredor ecológico que garantiza la conectividad entre las dos áreas y la posibilidad de intercambios biológicos entre sus especies, como se observa en la figura 3.6. Este corredor ecológico es a su vez la cabecera del río de Pastaza y fue declarado como "Regalo para la Tierra" por el Fondo Mundial para la Naturaleza (ECOLAP y MAE, 2007).

FIGURA 3.6: CORREDOR ECOLÓGICO UBICADO ENTRE LOS PARQUES NACIONALES SANGAY Y LLANGANATES EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.3.4. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

3.3.4.1. Aspectos sociales

La población de la cuenca del río Pastaza en su mayoría vive en zonas rurales con pequeños núcleos de alta densidad poblacional como Latacunga, Ambato, Riobamba, Baños y El Puyo. El dinamismo poblacional está influenciado por el proceso migratorio, que en los últimos años ha arrojado saldos negativos para todas las provincias que conforman la cuenca (Hidropastaza, 2006).

Se puede diferenciar dos zonas culturalmente distintas a lo largo de la cuenca: a) las cuencas alta y media del río Pastaza se caracterizan por su alto nivel de pobreza, alta tasa de densidad poblacional, analfabetismo, altas tasas de mortalidad; b) la cuenca baja del río Pastaza se caracteriza por su baja densidad poblacional y su principal actividad económica es la agricultura de subsistencia y es centro de una variedad de proyectos de conservación, donde la diversidad étnico-cultural de la zona se ve representada por los indígenas de las etnias Kichwa, Shuar, Achuar y Záparo (NAE, 2007; OEA, 1991; Salvador, 2007).

3.3.4.2. Aspectos económicos

Esta región es económicamente muy importante, su actividad predominante es la agricultura -que absorbe el 60% de la población rural económicamente activa-, seguida -en orden de ocupación- por la industria manufacturera e inmediatamente por la actividad de servicios y turismo (Hidropastaza, 2006; OEA, 1991).

Según la OEA (1991) la estructura agraria esta constituida mayoritariamente por el minifundio (84%), mientras que el latifundio representa el 43% de la superficie.

3.3.4.3. Servicios y obras de infraestructura

La cuenca del río Pastaza está dotada de energía eléctrica mediante el Sistema Nacional Interconectado (SNI). El abastecimiento de agua potable a la población es deficiente y la mayor parte también carece de servicios de alcantarillado.

La información hidrológica es deficiente, pues únicamente 25 estaciones cuentan con información publicada durante los últimos 25 años (1982-2007) de un total de 200 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI.

3.3.5. DIAGNÓSTICO LEGAL E INSTITUCIONAL

El marco legal nacional para el manejo y conservación de la cuenca del río Pastaza consiste fundamentalmente en la Ley de Aguas, la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Silvestres, las leyes vinculadas al uso de recursos naturales, y normas técnicas como las especificadas por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS.

De entre estos cuerpos jurídicos, la Ley de Aguas, la Ley Forestal, y la ley de Reforma Agraria cuentan con normas orientadas al uso racional y a la conservación de los recursos naturales renovables y de las cuencas hidrográficas.

Los Concejos Provinciales son las instituciones responsables de la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas (Gaceta Constitucional, 1998). Sin embargo, es evidente la dispersión en varias instituciones de funciones vinculadas a la administración de los recursos naturales renovables (OEA, 1991). Así resulta que estos recursos, que naturalmente funcionan integrados en sistemas ecológicos, son administrados en forma aislada.

3.3.6. PROBLEMAS AMBIENTALES

Los problemas ambientales de la cuenca del río Pastaza están asociados directamente con la acción del hombre en su afán de ampliar las fronteras agrícolas para fines de subsistencia o mejoría económica, dando como resultado la alteración y desequilibrio de los ecosistemas naturales, y a la vez esto se traduce en: eliminación de la cobertura boscosa, daños a la capacidad reguladora de las cuencas, erosión y pérdida de suelos, proceso de desertización, y contaminación del agua (INAMHI, 2000; OEA, 1991).

El nivel de contaminación de los ríos es alarmante, en la cuenca alta y media, éstos se ven afectados por los desechos domiciliarios, los residuos de pesticidas y agroquímicos, la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales y desechos de la actividad industrial; y en la cuenca baja por el arrastre de aguas contaminadas desde aguas arriba, y por la contaminación con hidrocarburos asociada con la actividad petrolera (OEA, 1991; Salvador, 2007).

3.4. SELECCIÓN DE TRAMOS DE INTERÉS

La cuenca del río Pastaza tiene vital importancia económica para el país, por ser suministradora de alimentos y además por permitir generación eléctrica para el consumo nacional. Por estos mismos motivos la cuenca presenta importantes problemas ambientales, siendo el más crítico el déficit hídrico permanente que afronta.

Para la realización de esta investigación se consideran tramos de interés en la cuenca, siendo seleccionados según el grado de criticidad del déficit hídrico y la información disponible en cada uno de ellos.

3.4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

3.4.1.1. Presión hídrica

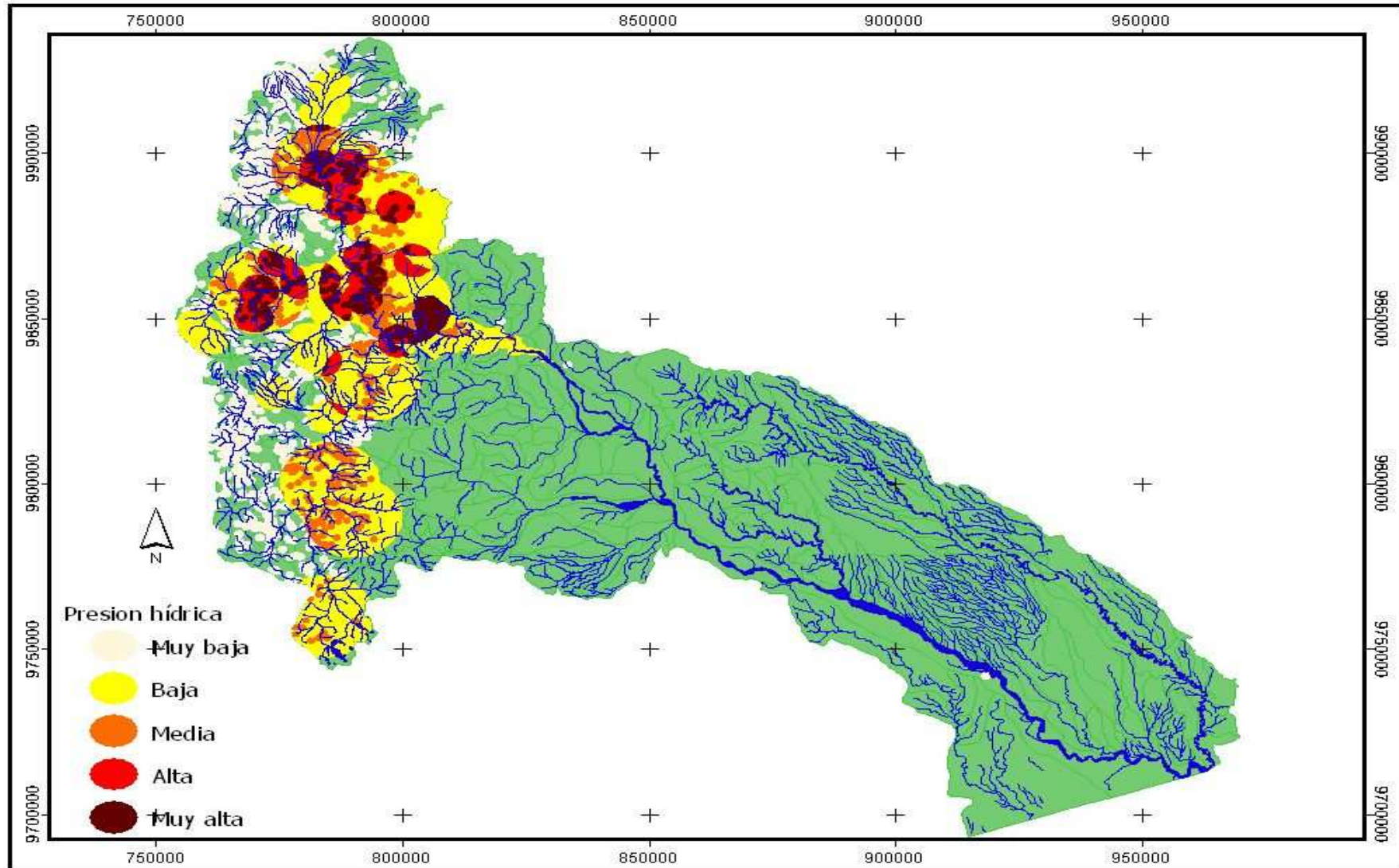
Para definir la presión hídrica -que representa el estado de criticidad en cuanto a déficit hídrico- se realizó un análisis geoespacial de las concesiones de agua que representan demanda de agua- entregadas en la cuenca del río Pastaza.

El proceso se inició clasificando las concesiones de agua en cinco rangos, de tal forma de definir el área de influencia de cada uno de éstos, se independizaron estos rangos de caudal por capas para posteriormente aplicar la herramienta de georeferenciación buffer. Una vez obtenidas las capas de cada buffer se asignó a cada una un valor de presión, de tal forma que éstos sean consecutivamente mayores a los anteriores considerando el caudal de agua concesionado.

Posteriormente se aplicó la herramienta suma de capas, definiendo un nuevo campo para acumular los valores de presión asignados en el proceso anterior. Esta suma de polígonos basada en su presión se realizó de “uno a uno”, y una vez obtenido el primero se requirió realizar el mismo proceso a la primera suma con el buffer consecutivo correspondiente, y de manera sucesiva para cada suma.

Realizados estos procesos se obtuvo los valores georeferenciados de presión hídrica de la zona, obteniendo como resultado el mapa que se observa en la figura 3.7.

FIGURA 3.7: PRESIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.4.1.2. Información disponible

Se realizó la investigación para conocer cual es la información disponible de la cuenca del río Pastaza, la misma se obtuvo principalmente de instituciones públicas como INAMHI, Concejo Nacional de Electrificación -CONELEC-, HIDROAGOYAN S.A., Escuela Politécnica Nacional -EPN-, entre otras. Dentro de esta información se contemplan trabajos de consultoría realizados para dichas instituciones.

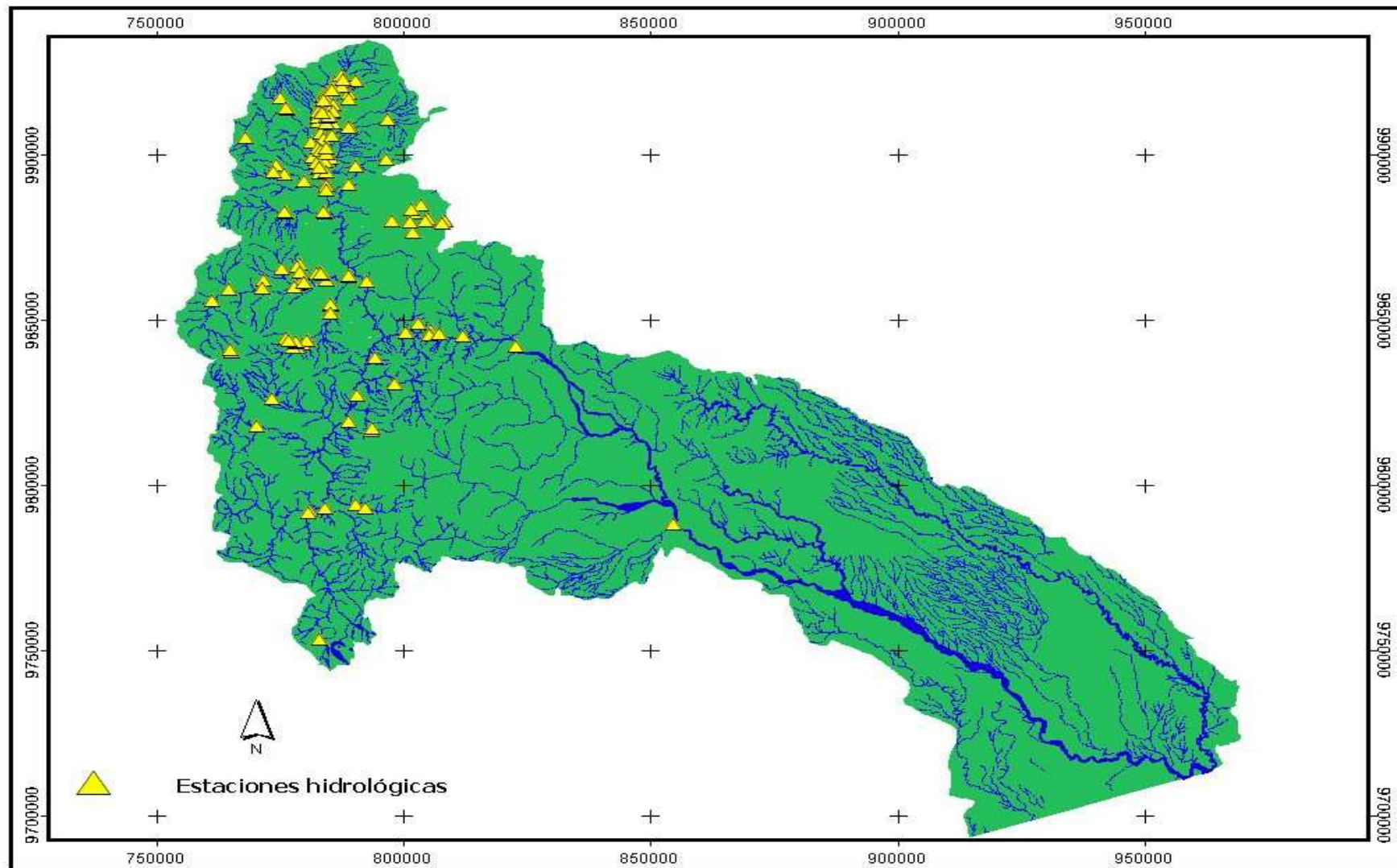
La búsqueda de información se realizó considerando cuales son los requerimientos para aplicar las distintas metodologías en la definición de caudales ambientales presentadas en el capítulo dos y se obtuvieron los resultados de la tabla 3.4.

TABLA 3.4: INFORMACIÓN DISPONIBLE EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

<i>Tipo de información</i>	<i>Presencia</i>
Hidrológica	Moderada
Biológica	Muy Escasa
Hidráulica	Ausente
Socio-Económica	Moderada

La principal información disponible en la cuenca consiste en la información hidrológica brindada por las estaciones de tipo limnigráfica y limnimétrica, que a pesar de la gran cantidad de estas que se observa en la figura 3.8, no todas cuentan con información publicada en los últimos 25 años, período escogido partiendo de las recomendaciones de diversos autores -García de Jalón, 2002; PNUD *et al.*, 1977-.

FIGURA 3.8: ESTACIONES HIDROLÓGICAS UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

Verificando, las estaciones que tienen información publicada para el período comprendido entre los años 1982 a 2005 se muestran en la tabla 3.5.

TABLA 3.5: ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA CON INFORMACIÓN PUBLICADA DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE LOS AÑOS 1982- 2005

<i>Estación</i>		
Código	Nombre	Tipo
H763	Qda.Mula Corral AJ Calamaca	LM
H764	Calamaca DJ Q.Huarcusacha	LG
H781	Verde AJ Pastaza	LM
H783	Ozogoche En Lagos	LM
H787	Alao en Hcda Alao	LG
H788	Puela AJ Chambo	LM
H789	Guargualla AJ Cebadas	LM
H790	Cebadas AJ Guamote	LM
H791	Balsacón en San Andrés	LM
H792	Cutuchi AJ Yanayacu	LM
H793	Nagsiche Plta.Elec.Cusubamba	LM
H798	Pastaza AJ Encanto	LG
H799	Canal Mulalillo	LM
H800	Pastaza en Baños	LG
H801	Ambato en Ambato	LG
H817	Patate DJ Ambato	LM
H826	Chambo en Hda.Cahuaji	LG
H839	Muyo AJ Pastaza	LM
Ag	Agoyán en Agoyán	LM

Considerando que es preferible descartar periodos de información dudosa para utilizar periodos de información más cortos pero de información comprobada, (PNUD *et al.*, 1977) se realiza el análisis de la información de tal forma de trabajar con datos confiables. Por lo tanto, se aplica el criterio para relleno de datos para saber cuales estaciones presentan series históricas confiables.

El análisis de la calidad de información que presentan estas estaciones se presenta a continuación en la tabla 3.6.

TABLA 3.6: CALIDAD DE INFORMACIÓN DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA

Código	Calidad de Información por Año																								
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
H763																									
H764																									
H781																									
H783																									
H787																									
H788																									
H789																									
H790																									
H791																									
H792																									
H793																									
H798																									
H799																									
H800																									
H801																									
H817																									
H826																									
H839																									
Ag																									

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2008

Leyenda	
Escala	Información faltante (meses)
	> 10
	> 6
	> 3
	> 1
	< 1
	Ninguna

Además, para cada estación también se verifica las alteraciones al régimen hidrológico que se han presentan en los últimos años debido al cambio climático, esto debido a que las mismas se evidencian de manera distinta para cada río dependiendo de su susceptibilidad a los cambios.

3.4.2. TRAMOS DE INTERÉS

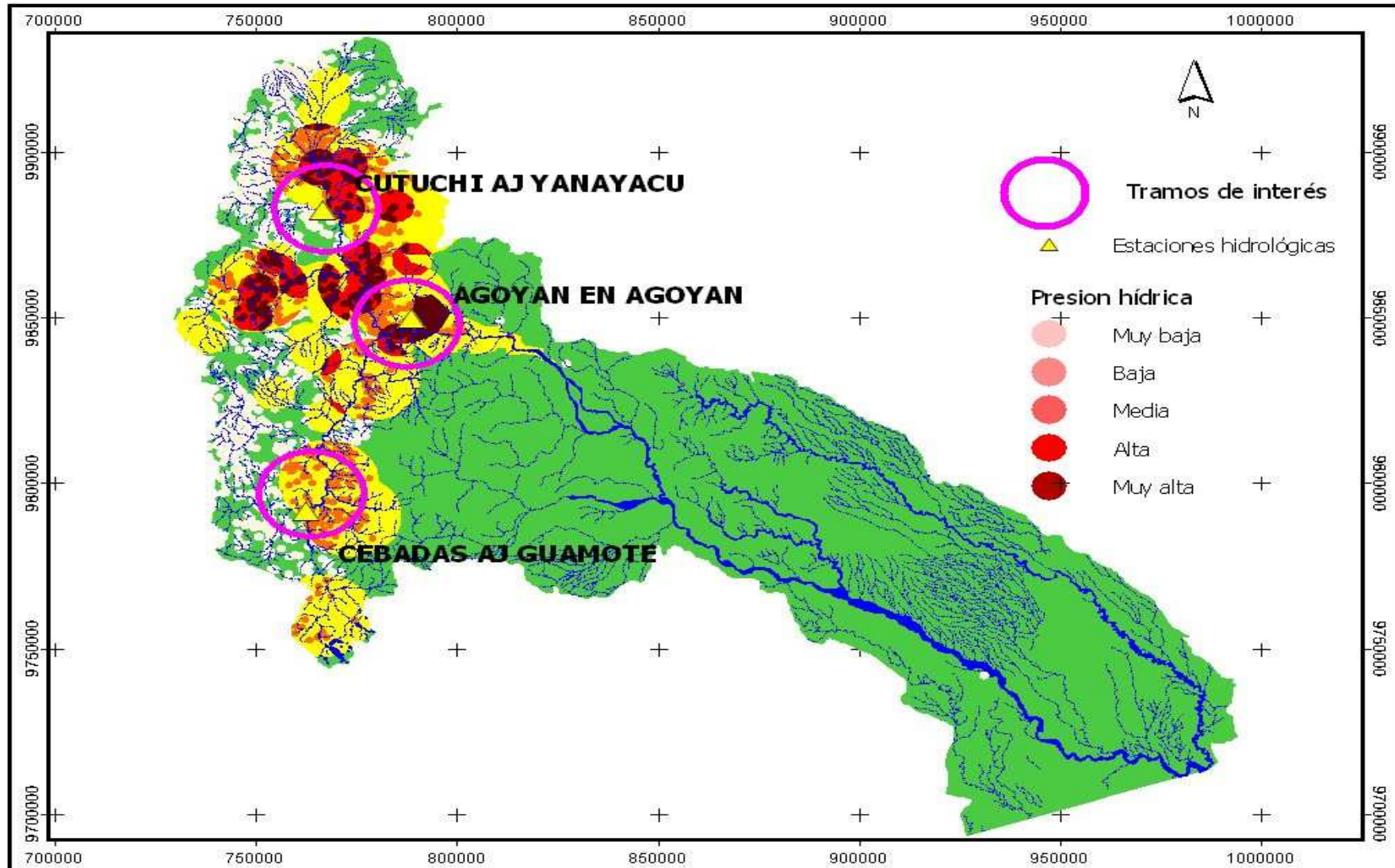
Partiendo de la información presentada en las dos secciones anteriores, tanto de información disponible en los diferentes tramos fluviales de la cuenca del río Pastaza como el nivel de presión hídrica o demanda a la cual se encuentran sometidas las diferentes zonas de la cuenca, se consideran como tramos de interés para esta investigación a aquellos tramos fluviales con presión hídrica alta o muy alta que además presenten información técnica. De los diferentes tramos de interés resultantes se seleccionan tres zonas representativas; para la aplicación de la metodología propuesta y su validación.

Para definir los tramos de estudio se realiza una superposición de capas georeferenciadas mediante el software ArcView 9.2, el resultado de esta superposición de información se observa en la figura 2.8. de tramos de interés.

Las capas que se superponen corresponden a la presión hídrica -que se muestra en la figura 3.7- y de la información hidrológica disponible -que se muestra en la figura 3.8 mediante las estaciones hidrológicas presentes en la cuenca-; además se considera la validación de esta información disponible que se presenta en las tablas 3.5, la cual indica cuales de estas estaciones hidrológicas cuenta con información publicada durante el período comprendido entre los años 1982 a 2005, y la tabla 3.6 en la cual se describe la calidad de esta información para cada estación identificada en la tabla 3.5.

Posteriormente, sobre los tramos de interés seleccionados se realiza una descripción de la zona, la cual se realiza fundamentándose en la recopilación de información bibliográfica y visitas de campo, considerando también los requerimientos de acuerdo a cada zona.

FIGURA 3.9: TRAMOS DE INTERÉS SELECCIONADOS EN LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.4.2.1. Río Pastaza

3.4.2.1.1. Presa Agoyán

La presa Agoyán genera el represamiento del río Pastaza para alimentar a la central Agoyán para aprovechamiento hidroeléctrico. Se encuentra localizada en las coordenadas 791 179 E, 9 845 323 S, a 5 km al este de la ciudad de Baños en la parroquia Ulba, como se muestran en la figura 3.10.

FIGURA 3.10: VISTA EN PLANTA DE LA PRESA AGOYÁN DONDE SE OBSERVA EL REPRESAMIENTO DEL RÍO PASTAZA



FUENTE: ADAPTADO DE GOOGLE EARTH, 2008

La presa está formada por dos desagües de fondo para la limpieza de sedimentos y vaciado del embalse, tres vertederos de excesos, un estanque desarenador seminatural y el túnel de carga que conduce el agua a la casa de máquinas.

En las fotografías 3.1 y 3.2 a continuación se observa la presa Agoyán en dos situaciones diferentes de regulación, la imagen superior, muestra el represamiento del caudal total del río Pastaza, mientras que la imagen inferior, muestra el desfogue de caudales de exceso.

FOTOGRAFÍA 3.1: PRESA AGOYÁN CON REPRESAMIENTO DEL CAUDAL TOTAL DEL RÍO PASTAZA



FOTOGRAFÍA 3.2: PRESA AGOYÁN DESCARGANDO CAUDALES DE EXCESO



FUENTE: GOOGLE EARTH, 2008

3.4.2.1.2. Información hidrológica

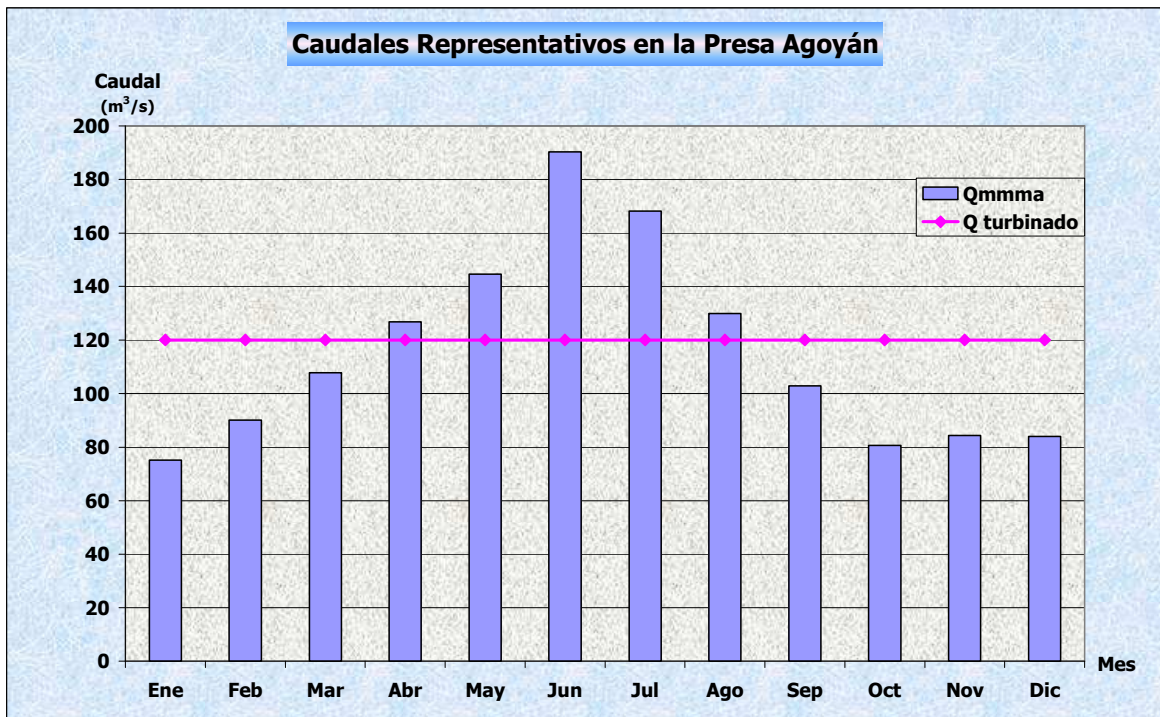
La información para la zona de estudio está dada por la estación Agoyán en Agoyán, misma que es de tipo limnimétrica, con la regleta ubicada en la presa, como se observa en el anexo 1. Los caudales medios mensuales registrados al ingreso del embalse en el periodo de años 1989 - 2007 se resumen en la tabla 3.7.

TABLA 3.7: CAUDALES MEDIOS MENSUALES DE INGRESO AL EMBALSE AGOYÁN

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2007	97.7	60.5	95.2	150.2	138.7	415.9	101.3	166.3	136.8	84.6	118.7	87.7
2006	98.2	103.9	103.3	115.9	107.5	152.8	116.7	129.7	160.0	71.6	90.0	97.0
2005	54.1	89.3	123.0	194.6	104.0	174.2	125.0	77.3	73.4	55.3	66.4	84.6
2004	65.0	56.0	128.1	105.9	144.7	238.5	139.5	148.5	92.0	92.8	86.6	93.4
2003	71.9	86.1	91.6	96.8	162.0	142.2	141.0	89.9	77.2	69.3	68.6	104.7
2002	68.8	82.3	76.7	106.3	141.5	141.5	177.5	139.2	74.9	81.6	142.9	94.1
2001	78.7	97.1	81.9	132.0	113.5	240.5	143.3	151.2	102.1	64.8	63.1	66.7
2000	79.4	106.6	154.2	173.2	296.5	255.7	166.6	150.7	116.8	102.5	60.7	86.2
1999	71.9	86.3	90.6	97.8	161.3	140.3	147.5	89.5	78.6	69.5	67.7	101.8
1998	81.3	93.2	88.1	163.3	132.3	228.7	273.1	137.6	87.6	93.4	95.7	58.9
1997	64.9	134.8	107.7	104.1	165.8	89.5	194.5	114.9	85.8	72.4	114.2	153.6
1996	57.5	123.9	111.9	118.3	123.6	96.0	189.9	131.4	104.9	74.8	54.2	70.0
1995	89.0	64.2	61.5	80.6	97.8	109.7	150.9	71.8	81.3	61.4	90.4	61.7
1994	62.9	81.5	100.7	143.5	174.5	242.5	199.7	239.8	161.7	84.4	108.5	110.5
1993	58.8	75.6	143.8	159.9	113.3	164.0	184.2	114.0	120.1	88.2	81.3	74.9
1992	63.9	64.3	98.2	136.7	85.5	121.5	123.4	115.0	118.1	66.0	58.0	60.7
1991	68.0	113.0	95.1	96.7	121.8	121.7	220.7	150.0	91.2	79.8	80.0	64.3
1990	80.5	91.6	138.0	121.4	140.2	224.2	148.9	140.8	99.1	105.2	78.0	70.1
1989	114.9	102.1	159.6	112.2	222.5	316.7	251.7	111.6	93.6	114.5	76.7	55.2
Media	75.1	90.1	107.8	126.8	144.6	190.3	168.2	130.0	102.9	80.6	84.3	84.0

FUENTE: HIDROAGOYÁN S.A., 2008

De la tabla 3.7 se obtiene la gráfica que se presenta en la figura 3.11, que relaciona los caudales históricos del río Pastaza al ingreso al embalse y el caudal necesario para la operación de la Central Agoyán, en la cual se puede observar que, debido al caudal de 116 m³/s que requiere la central para la operación se verifica que el cauce del río Pastaza aguas abajo de la presa se mantiene seco en épocas de estiajes, presentando desfogue de caudales de exceso únicamente en el período de los meses de abril hasta agosto.

FIGURA 3.11: CAUDALES REPRESENTATIVOS EN EL EMBALSE AGOYÁN

La modificación del régimen hidrológico del río Pastaza debido a la operación de la presa Aگویán se verificó en varias visitas de campo, como se muestra en las fotografías 3.3 a 3.7.

FOTOGRAFÍA 3.3: RÍO PASTAZA EN CONDICIONES NATURALES

FOTOGRAFÍA 3.3. A. RÍO PASTAZA A 5 KM AGUAS ARRIBA DE LA PRESA AGOYÁN



FOTOGRAFÍA 3.3. B. RÍO PASTAZA A 2.5 KM AGUAS ARRIBA DE LA PRESA AGOYÁN



FOTOGRAFÍA 3.4: VISTA FRONTAL DEL RÍO PASTAZA REPRESADO EN EL EMBALSE AGOYÁN



FOTOGRAFÍA 3.5: VISTA LATERAL DEL RÍO PASTAZA REPRESADO EN EL EMBALSE AGOYÁN



FOTOGRAFÍA 3.6: VISTA -ORIENTADA HACIA LA PRESA - DEL CAUCE DEL RÍO PASTAZA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN QUE MUESTRA LA SEQUÍA A LA QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO FRECUENTEMENTE



FOTOGRAFÍA 3.7: VISTA -ORIENTADA DESDE LA PRESA - DEL CAUCE DEL RÍO PASTAZA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN QUE MUESTRA LA SEQUÍA A LA QUE SE ENCUENTRA SOMETIDO FRECUENTEMENTE



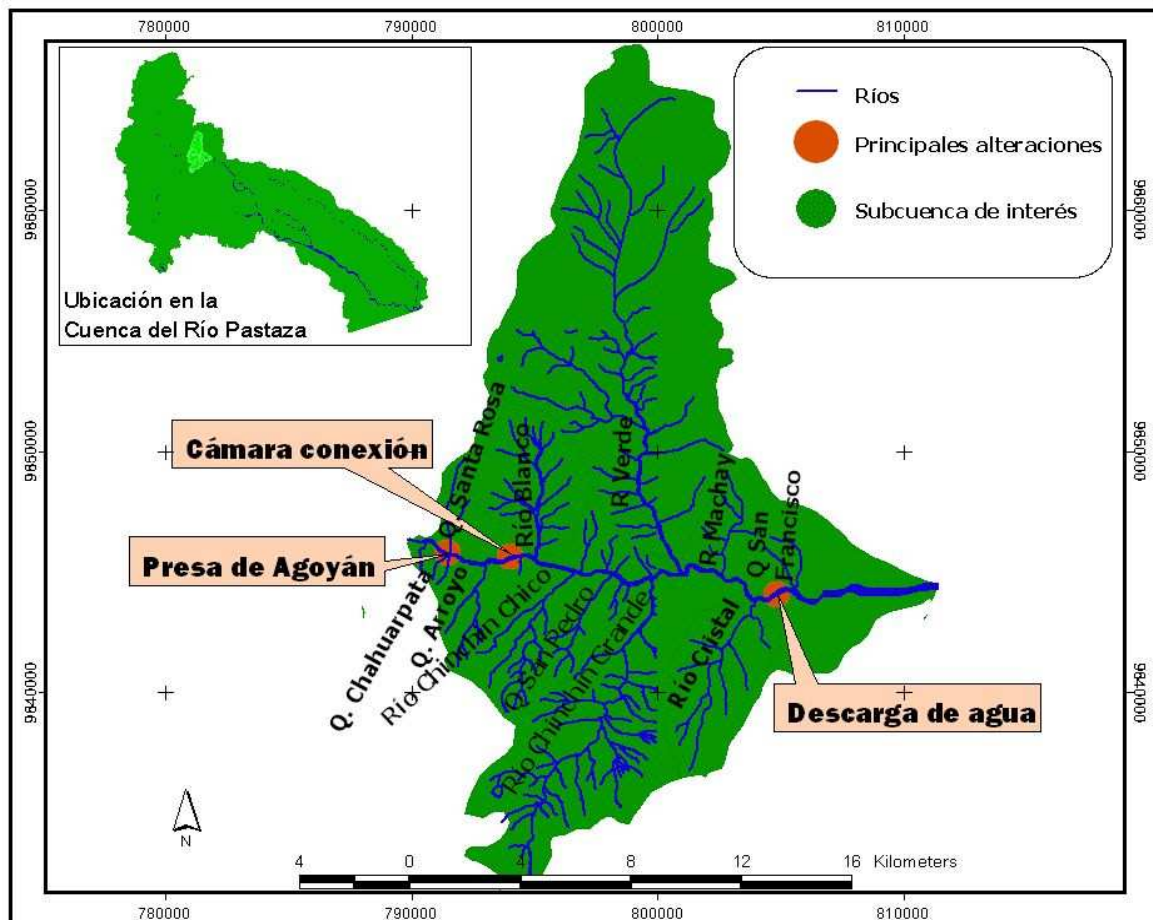
Este aprovechamiento para generación hidroeléctrica representa un uso no consuntivo del agua, es decir que excepto por pérdidas mínimas por infiltración, el agua vuelve casi en su totalidad al río Pastaza.

Sin embargo la descarga de aguas se hace después de ser aprovechadas por la central Agoyán y posteriormente por la central San Francisco; por lo cual el retorno del agua al cuerpo hídrico se presenta aproximadamente 15 km aguas abajo de la presa exponiendo a condiciones extremas de sequía al cauce del río Pastaza en este tramo.

3.4.2.1.3. Hidrología de la zona

La hidrología de la zona verifica el estado de los caudales, tanto de calidad como de volumen de los mismos. En la figura 3.12, se muestran las cuencas aportantes al tramo crítico del río Pastaza aguas abajo de la presa Agoyán.

FIGURA 3.12: SUBCUENCA CRÍTICA DEL RÍO PASTAZA UBICADA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

Los afluentes de las áreas tributarias se observan en la figura 3.13, con los caudales medidos -en el mes de julio del año 2007- por la consultora Abrus Cía. Ltda. para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto hidroeléctrico San Francisco.

FIGURA 3.13: SUBCUENCA DEL RÍO PASTAZA AGUAS ABAJO DE LA PRESA AGOYÁN



FUENTE: ADAPTADO DE GOOGLE EARTH, 2008

Mediante la consulta a los habitantes de la zona y visitas de campo, se establece que de estos afluentes, únicamente los ríos Blanco, Verde, Chinchin Grande y Cristal son permanentes, mientras que los restantes suelen presentar cauce seco en épocas severas de estiaje.

3.4.2.1.4. Fauna acuática

Los ecosistemas acuáticos de los tributarios del área se mantienen aún en condiciones de buena conservación, sin embargo las actividades de agricultura, turismo y las descargas de desechos domésticos de las poblaciones asentadas en los márgenes de los ríos están contribuyendo aceleradamente a la polución de los sistemas acuáticos (Hidropastaza, 2006).

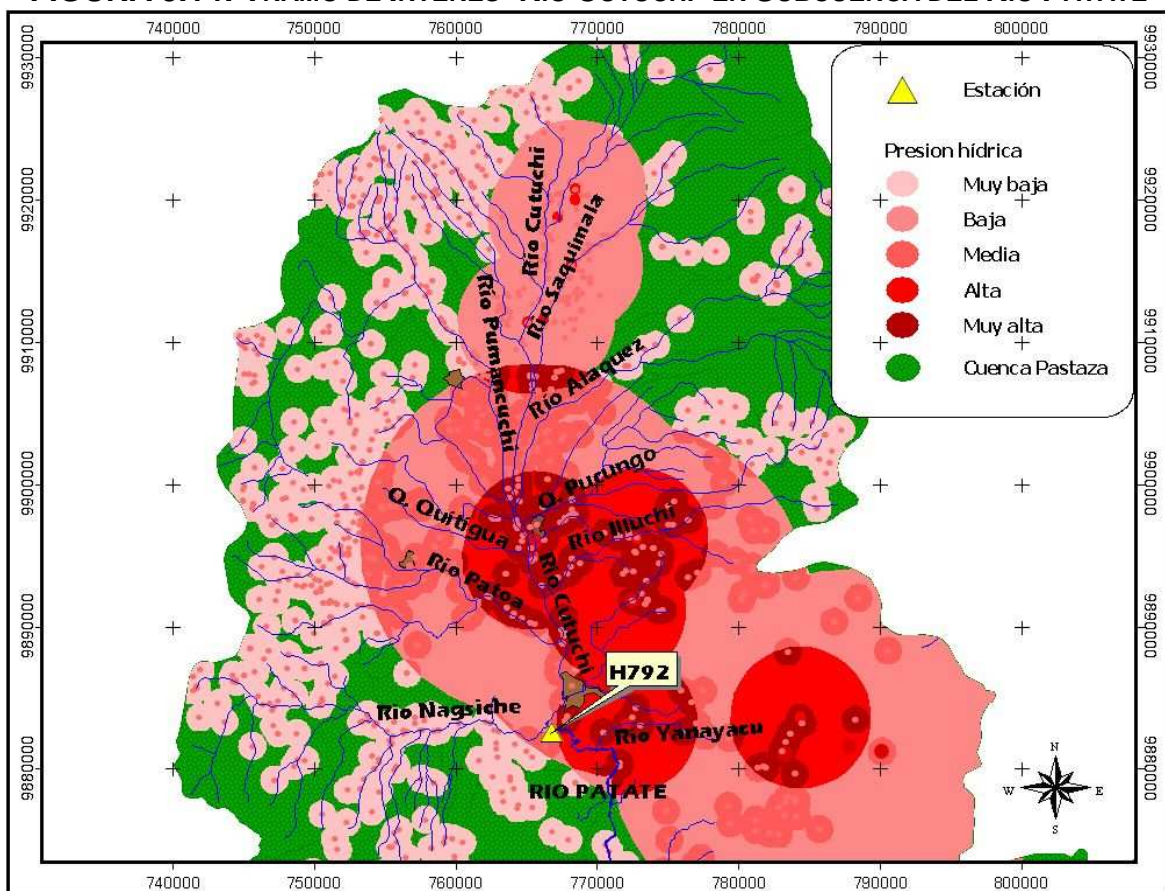
De acuerdo a los estudios realizados (Hidropastaza, 2006; INECCEL, 1998; Salvador, 2007) no se han registrado especímenes ictiológicos de mediano a gran tamaño. Sin embargo en las inmediaciones de las cabeceras de los ríos Machay, Verde y Chinchín Grande se registran individuos de Preñadilla (*Astroblepus sp.*), Barbudos (*Rhandia sp.*) y Truchas (*Salmo sp.*).

3.4.2.2. Río Cutuchi

Esta zona crítica está ubicada en la subcuenca del río Patate, donde la fuerte presión hídrica se debe a la gran cantidad de pequeñas y medianas concesiones de agua que se registran en cuenca del río Cutuchi y sus afluentes. La mayoría de estas concesiones son para uso agrícola de riego, como también algunas pocas de uso industrial.

En la zona se dispone de información hidrológica proveída por la estación limnimétrica codificada como H792 y denominada Cutuchi AJ Yanayacu, manejada por el INAMHI.

FIGURA 3.14: TRAMO DE INTERÉS -RÍO CUTUCHI- EN SUBCUENCA DEL RÍO PATATE



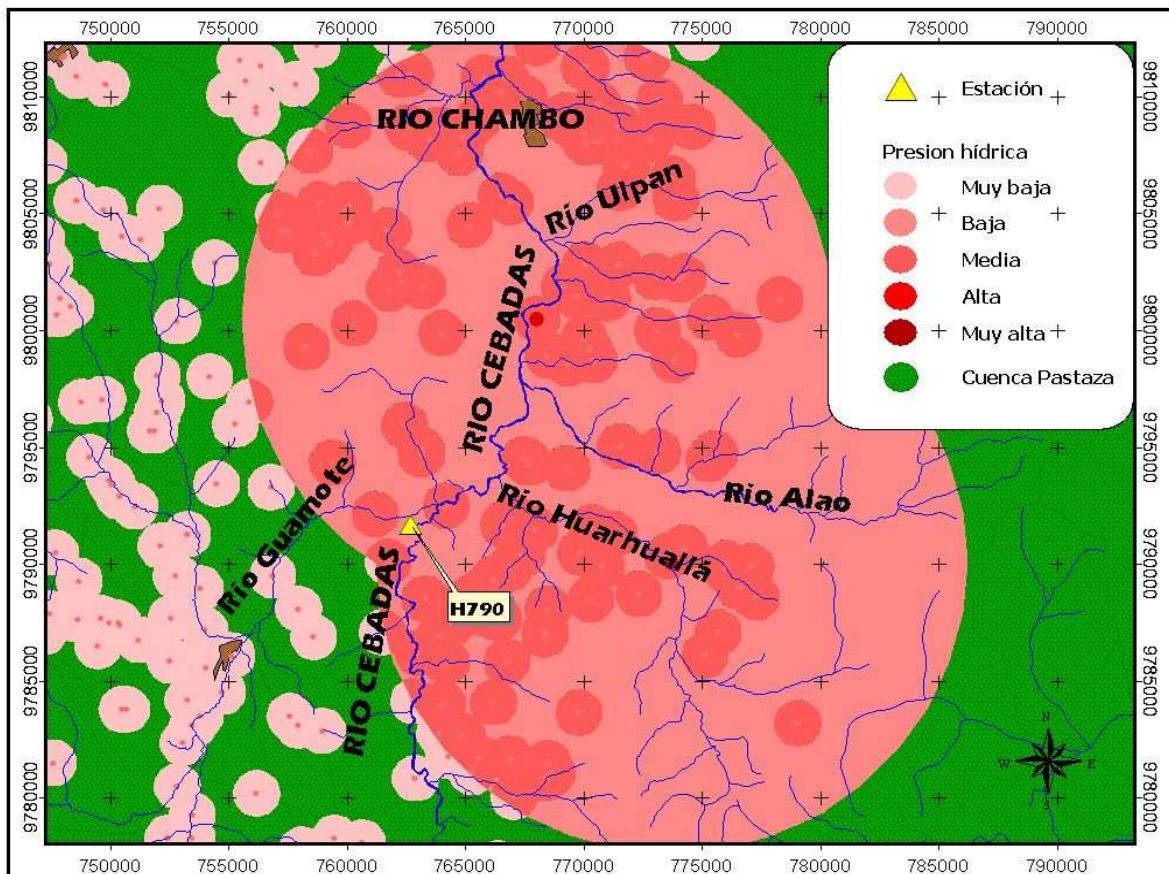
FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

3.4.2.3. Río Cebadas

Esta zona crítica está ubicada en la subcuenca del río Chambo, la fuerte presión hídrica se origina principalmente por la concesión para la empresa hidroeléctrica de Riobamba como también por concesiones para riego en las subcuencas de los ríos Cebadas y Alao.

En la zona se dispone de información hidrológica proveída por la estación limnimétrica codificada como H790 y denominada Cebadas AJ Guamote, manejada por el INAMHI.

FIGURA 3.15: TRAMO DE INTERÉS -RÍO CEBADAS- EN SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO



FUENTE: MAG, 2007; MODIFICADO POR LA AUTORA, 2008

CAPÍTULO 4

PLANTEAMIENTO DE METODOLOGÍA

4.1. RESUMEN

Este capítulo resume tres métodos aplicables a las zonas de estudio para posteriormente, fundamentándose en los mismos, realizar el planteamiento de la metodología para la determinación de los caudales ambientales en la cuenca del río Pastaza.

4.2. ANTECEDENTES

El régimen de caudales ambientales es el régimen hídrico requerido para mantener un nivel deseado de salud en el ecosistema, este se asemeja a las condiciones hidrológicas naturales, y procura asegurar que el sistema del río permanezca ambientalmente, económicamente y socialmente saludable. Es imprescindible concebir la idea de que el caudal ambiental es un concepto múltiple, compuesto por varios elementos que en conjunto forman una estrategia, un régimen de gestión racional de los sistemas fluviales.

Las metodologías para determinar caudales ambientales ocupan un lugar central del debate de la gestión hídrica sostenible debido a que se comprenden como nuevas herramientas para la planificación y determinación de las necesidades del agua de ecosistemas específicos.

Estas metodologías comprenden variedad de métodos, desde aquellos que se usan para planeamientos iniciales para las cuales los recursos de información son limitados, hasta complejos métodos que vinculan información de distintas especialidades y requieren información extensa.

La metodología a proponerse en este trabajo, procurará cumplir con los requisitos planteados en la sección “Requisitos en la fijación de caudal ambiental”, del capítulo dos de este documento.

4.3. METODOLOGÍAS APLICABLES

Debido a que en la cuenca del río Pastaza, como en el resto del país, únicamente se cuenta con información hidrológica de no muy buena calidad, y otros estudios presentan escasa información biológica y socio-económica; los métodos aplicables son aquellos de base hidrológica.

En esencia, los métodos hidrológicos se basan en la premisa de que el caudal es uno de los factores de mayor importancia del ecosistema fluvial, pues determina otras variables del medio. Además, consideran que las condiciones biológicas son consecuencia de varios factores abióticos -caudal, velocidad, estructura del canal, calidad del agua y temperatura- resultado a su vez de las condiciones hidrológicas y ecológicas de la cuenca.

Por otro lado, la variación hidrológica define la estructura de la diversidad biótica dentro de los ecosistemas pues las comunidades fluviales y riparias han evolucionado sometidas a esta variación; por lo tanto sus ciclos biológicos y requerimientos ecológicos están asociados a estas oscilaciones.

Los principales beneficios de los métodos hidrológicos son:

- ✓ Fácil aplicación, que es de trascendental importancia a efectos de su difusión y puesta en práctica.
- ✓ Requieren únicamente datos hidrológicos
- ✓ Económicos en su aplicación
- ✓ Relativamente rápidos de aplicar
- ✓ Tiene menor carga de subjetividad y de potencial acumulación de sesgos que los otros métodos, debido a la arbitraria evaluación de variables que son sometidas a tratamientos de cálculo que requieren muchos más ajustes

Por lo tanto, puede concluirse que los métodos hidrológicos permiten la obtención de caudales ambientales válidos puesto que, en los parámetros que utilizan está toda la información necesaria, sobreentendiendo que el régimen hídrico es el código genético del río.

4.3.1. PORCENTAJE FIJO DEL CAUDAL MEDIO MULTIANUAL

El caudal ambiental obtenido a partir de este método representa sólo un porcentaje del caudal medio multianual y es constante a lo largo del año. Dentro de este método se incluye el criterio usado en el país por el CNRH que establece como caudal ecológico -en este documento llamado caudal ambiental- al 10% del caudal medio multianual.

Por lo tanto, el caudal establecido por este método se utilizará como línea base de la determinación de los caudales ambientales a presentarse en el capítulo cinco de este documento.

Este método parte de un registro hidrológico lo suficientemente largo y confiable, posteriormente se calcula el valor de caudal medio multianual, se obtiene el 10% de este valor, mismo que representa el caudal ambiental para este tramo fluvial.

4.3.2. RÉGIMEN DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO

Este método propuesto por Palau (1994) define al caudal de mantenimiento como el caudal que hay que dejar en un río aguas abajo de cada aprovechamiento de regulación o derivación para que se mantenga un nivel admisible de desarrollo de la vida acuática, mismo que se considera que debe encontrarse dentro del rango de variabilidad natural del sistema considerado.

La figura 4.1 presenta el planteamiento metodológico, el esquema general de las fuentes de información, los componentes y las interrelaciones que en conjunto forman este método.

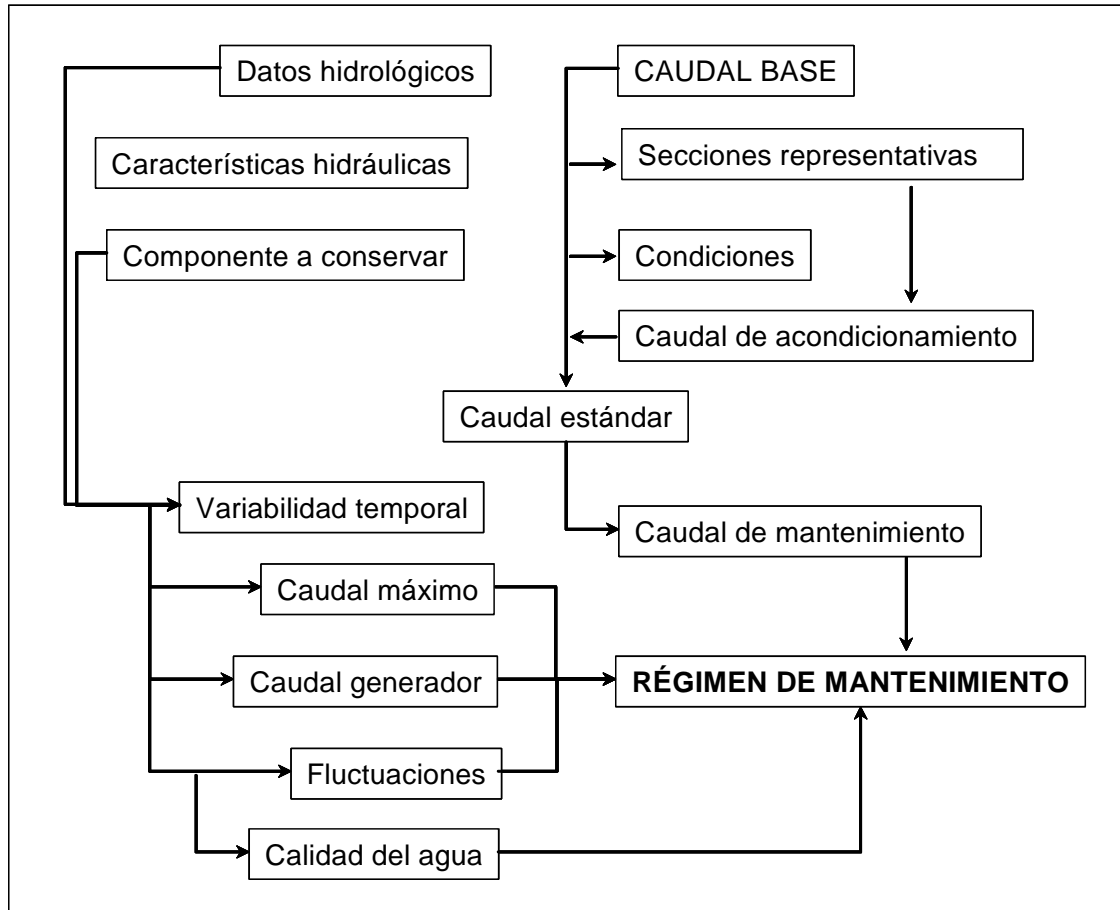
Según Castro (2007), Castro *et al.* (2006), Palau (1994) y Alcácer (2004), este método comprende los conceptos que se resumen a continuación:

4.3.2.1. Caudal base

Se define como el caudal mínimo necesario para el mantenimiento de las características esenciales y la estructura de la comunidad natural acuática. Su cálculo se deduce de la aplicación de medias móviles sobre intervalos de amplitud creciente obtenidos de las series de caudales medios diarios de los 10 años hidrológicos considerados. Con ello se obtienen unas series secundarias que tienden hacia el valor del caudal medio anual. De cada una de estas series

secundarias se calcula el caudal mínimo, obteniéndose una serie terciaria única sobre la que se calcula la razón de incremento entre cada par de valores consecutivos. El caudal base corresponde al caudal superior del par de valores que recogen la mayor razón de incremento.

FIGURA 4.1: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO



FUENTE: ADAPTADO DE PALAU, 1994

4.3.2.2. Caudal de acondicionamiento

Dado el caso que, el caudal base resulte insuficiente para que en el tramo de aplicación el río conserve o permita prosperar un componente biótico o abiótico predefinible de reconocido o reconocible interés, es necesario ampliar el caudal base hasta un valor que garantice -o intente garantizar- la preservación del objetivo considerado mediante el caudal de acondicionamiento. Este caudal satisface un determinado nivel hidráulico-biológico, establecido por la legislación ambiental o por criterio profesional. Se calcula a partir de la simulación del caudal base sobre una serie de secciones transversales representativas del tramo afectable.

4.3.2.3. Caudal estándar

La suma del caudal base y del caudal de acondicionamiento se denomina caudal estándar.

4.3.2.4. Factor de variabilidad estacional

La variabilidad natural ordinaria del caudal en el tiempo constituye un aspecto fundamental en la organización de las comunidades acuáticas. Se instaura, por tanto, un factor de variabilidad temporal que aplicado al caudal estándar permite seguir las tendencias del hidrograma natural en el tiempo.

El factor de variabilidad temporal se calcula a partir de la relación entre el caudal medio de cada mes y el caudal medio mensual más bajo, mismo que puede corregirse mediante un ajuste de atenuación.

4.3.2.5. Caudal de mantenimiento

Se define como el caudal que pretende garantizar la conservación de un nivel admisible de organización y estructura biológica de las comunidades naturales acuáticas, tanto a nivel espacial como temporal. Se calcula directamente a partir de la aplicación del factor de variabilidad temporal correspondiente a cada mes sobre el valor fijo del caudal estándar.

4.3.2.6. Caudal generador

Para mantener la identidad del cauce ordinario del río y para la regeneración periódica del sustrato, la zona hiporreica y la zona riparia se requiere aplicar el caudal de plena ocupación de la sección ordinaria. Éste se define como el caudal equivalente a la avenida anual más probable, su aplicación debe llevarse a cabo durante periodos de tiempo preestablecidos, en la época o épocas del año señaladas por el hidrograma natural del río.

4.3.2.7. Caudal máximo admisible

Un río sometido a caudales superiores a los naturales por periodos de tiempo prolongados modifica las características hidrogeomorfológicas del cauce; presentando consecuencias negativas a varios niveles posteriormente cuando esta situación se revierte a caudales menores.

Por tanto, los posibles regímenes artificiales de los aprovechamientos hidráulicos que produzcan un aumento importante y prolongado de los caudales circulantes ordinarios deben regirse por el caudal máximo, mismo que se define como el caudal equivalente a la media aritmética de las avenidas máximas anuales.

4.3.2.8. Tasa de cambio de caudal por unidad de tiempo

Las fluctuaciones de caudal de alta frecuencia, como las suponen regímenes de aprovechamiento hidroeléctrico, pueden ser factores muy condicionantes para las comunidades acuáticas. Por lo tanto, es necesario establecer una tasa de cambio de caudal por unidad de tiempo para todo el intervalo de caudales regulados, que sea compatible con la capacidad de respuesta y de habituación de las comunidades naturales acuáticas, diferenciando entre la fase de ascenso y la de descenso de caudal.

La tasa de cambio se deduce de una función exponencial aplicada a las máximas diferencias de caudal entre dos valores sucesivos. Se calcula como la media aritmética de las diez tasas de cambio obtenidas para cada año, o un valor próximo centrado dentro del rango de variación de estas.

4.3.2.9. Calidad del agua suministrada

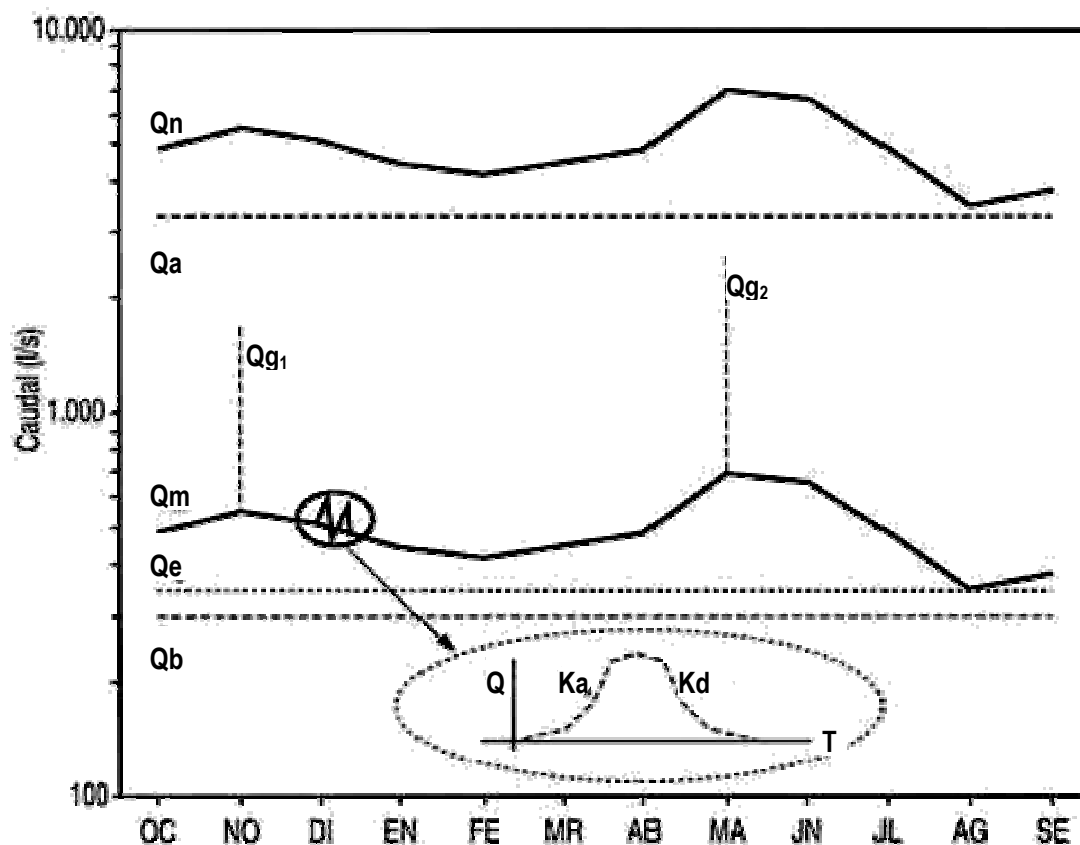
Un caudal de mantenimiento bien dimensionado requiere contar con un criterio de calidad mínima admisible del agua suministrada desde el aprovechamiento hidráulico. Para la obtención de un criterio objetivo de calidad del agua se aplica conjuntamente un índice fisicoquímico y de otro de tipo biótico.

4.3.2.10. Los resultados

Los parámetros del régimen de mantenimiento relacionados directamente con el hidrograma natural se muestran en la figura 4.2.

Donde: Q_n es el caudal natural, Q_a es el caudal máximo admisible, Q_{g1} , Q_{g2} son caudales generadores, Q_m es el caudal de mantenimiento, Q_e es el caudal estándar, Q_b es el caudal base, y K_a , K_d son tasas de cambio de caudal (Q) por unidad de tiempo (T) en la fase de ascenso (a) y de descenso (d).

FIGURA 4.2: RÉGIMEN DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO



FUENTE: PALAU, 1994

Este método recoge la necesidad de definir un programa de seguimiento para evaluar los resultados y aprender de las experiencias. Establece además, la revisión decenal periódica de todos los conceptos que integran el régimen hidrológico regulado y su actualización a las circunstancias del momento.

Este método se ha aplicado a una selección de tramos de ríos catalanes de diferente régimen hidrológico. Los resultados obtenidos están entre el 5% y el 55% del caudal medio anual, con un 50% de los casos entre el 10% y el 20% del caudal medio anual y un 80% entre el 10% y el 35% (Palau, 1994). También se ha aplicado parcialmente para el caso colombiano, obteniendo valores en el rango de 46% a 91% del caudal medio multianual (Castro *et al.*, 2006).

4.3.3. RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES

Este método de estimación de regímenes ambientales de caudales propuesto por Martínez y Fernández (2006), expone también los criterios para su valoración. El régimen ambiental de caudales (RAC) presentado se refiere a la imbricación coordinada en el tiempo de los tres componentes básicos del régimen de

caudales -valores medios, avenidas y sequías-, y sus resultados se interpretan como umbrales mínimos a considerar, a partir de los cuales, se dispone de flexibilidad para compatibilizar requerimientos ambientales con demandas.

4.3.3.1. Principios básicos

Los elementos del régimen natural de caudales que necesariamente debe contemplar el régimen ambiental de caudales se resumen en la tabla 4.1.

TABLA 4.1: PILARES FUNDAMENTALES EN LA DEFINICIÓN DEL RAC

<i>Componente</i>	<i>Pilares del RAC</i>
Valores habituales	Variabilidad interanual Variabilidad intranual
Avenidas	Función geomorfológica Función biológica Función conectividad
Sequías	Caudales nulos Caudales no nulos

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

4.3.3.2. Estructura de caudales habituales

4.3.3.2.1. Estructura de la variabilidad interanual

Partiendo del registro de caudales medios anuales se calcula los percentiles de excedencia correspondientes al 25%, 75% y el rango intermedio, para años secos, húmedos y medios respectivamente. Ello permite disponer de tres series en régimen natural de tal forma de definir paralelamente tres regímenes ambientales de caudales, para cada uno de los tres tipos de año considerados.

4.3.3.2.2. Estructura de la variabilidad intranual

La estructura del régimen ambiental de caudales para cada uno de los escenarios mantiene una fluctuación estacional análoga a la identificada en el régimen natural mediante la aplicación de caudales medios diarios mensuales para cada tipo de año -húmedo, medio y seco-.

El régimen ambiental de caudales debe respetar el valor natural correspondiente al caudal mínimo medio mensual para cada tipo de año, pues éste establece las condiciones más limitantes en cuanto al biotopo acuático disponible y sus

condiciones físico-químicas, marca los umbrales de resiliencia de las especies y limita la ocupación del hábitat por especies alóctonas.

4.3.3.3. Estructura de caudales máximos o avenidas

Se reconoce la múltiple funcionalidad de los valores extremos, por lo que expone un estudio diferenciado entre avenidas geomorfológicas, biológicas y de conectividad; mismo que se presenta en el anexo 2 mediante tablas que muestran los datos de partida, procedimientos y criterios a seguir en la implementación de cada uno de los tipos de avenidas citados.

4.3.3.4. Estructura de caudales mínimos o sequías

La caracterización de las sequías del régimen ambiental de caudales se plantea como la determinación de valores mínimos observados en régimen natural que deberán, si se presentan condiciones extremas, ser respetados. Los datos de partida, procedimientos y criterios a seguir se presentan en el anexo 3.

4.3.3.5. Valoración y selección de escenarios ambientales

Construidos diferentes escenarios es necesario discriminar dentro de este conjunto, aquellos regímenes que garantizan un “estado ecológico aceptable” con un “coste” que sea “compatible” con las demandas que debe atender el cuerpo hídrico (Martínez y Fernández, 2006).

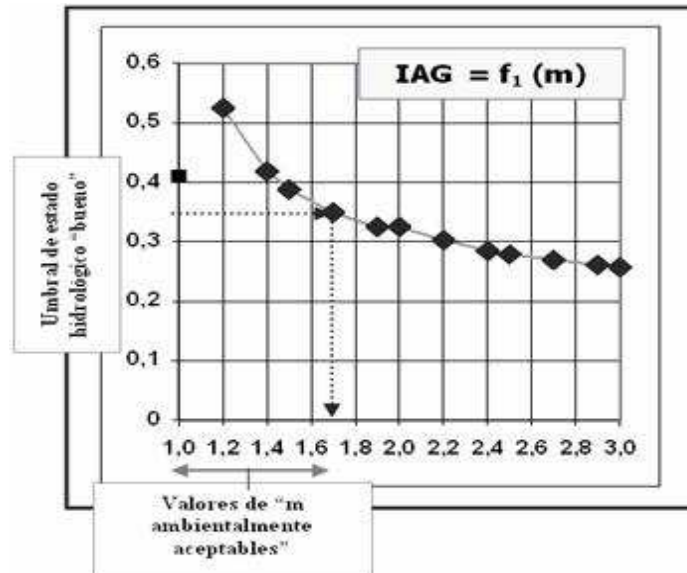
Las diversas combinaciones de estado ecológico - aportación que se encuentren dentro de un intervalo cuyos umbrales sean aceptables, son válidas. El estado ecológico debe siempre superar un umbral mínimo que garantice la funcionalidad del ecosistema, mientras que la aportación que demande el régimen ambiental de caudales no supere un umbral máximo. Esta toma de decisiones se realizará exclusivamente sobre la estructura en valores habituales, pues es el único aspecto que posibilita flexibilizar la gestión.

4.3.3.5.1. Valoración del estado ecológico

Para cada escenario se calcula un indicador ambiental obtenido al aplicar los índices de alteración global -IAG- propuestos por Martínez y Fernández (2006). Aquellos escenarios con un índice de alteración global $IAG \geq 0,36$ son

representativos de un buen estado ecológico, constituyendo los regímenes ambientales de caudales aceptables desde el punto de vista ambiental, como se muestra en la figura 4.3.

FIGURA 4.3: INDICADOR AMBIENTAL DEL RAC

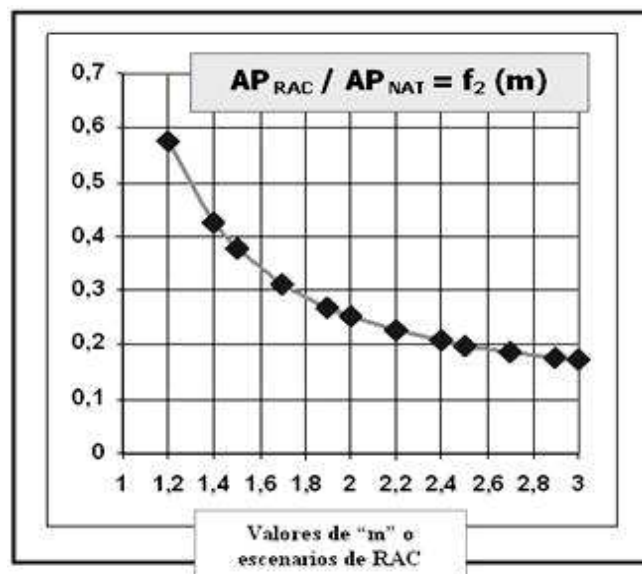


FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

4.3.3.5.2. Valoración de la demanda del régimen ambiental de caudales

El índice de gestión, como se observa en la figura 4.4, se define como la aportación que demanda el régimen ambiental de caudales expresado como fracción respecto a la aportación natural. Este evalúa el volumen de agua necesario para la implementación del dicho régimen, estimando su viabilidad.

FIGURA 4.4: INDICADOR DE GESTIÓN DEL RAC

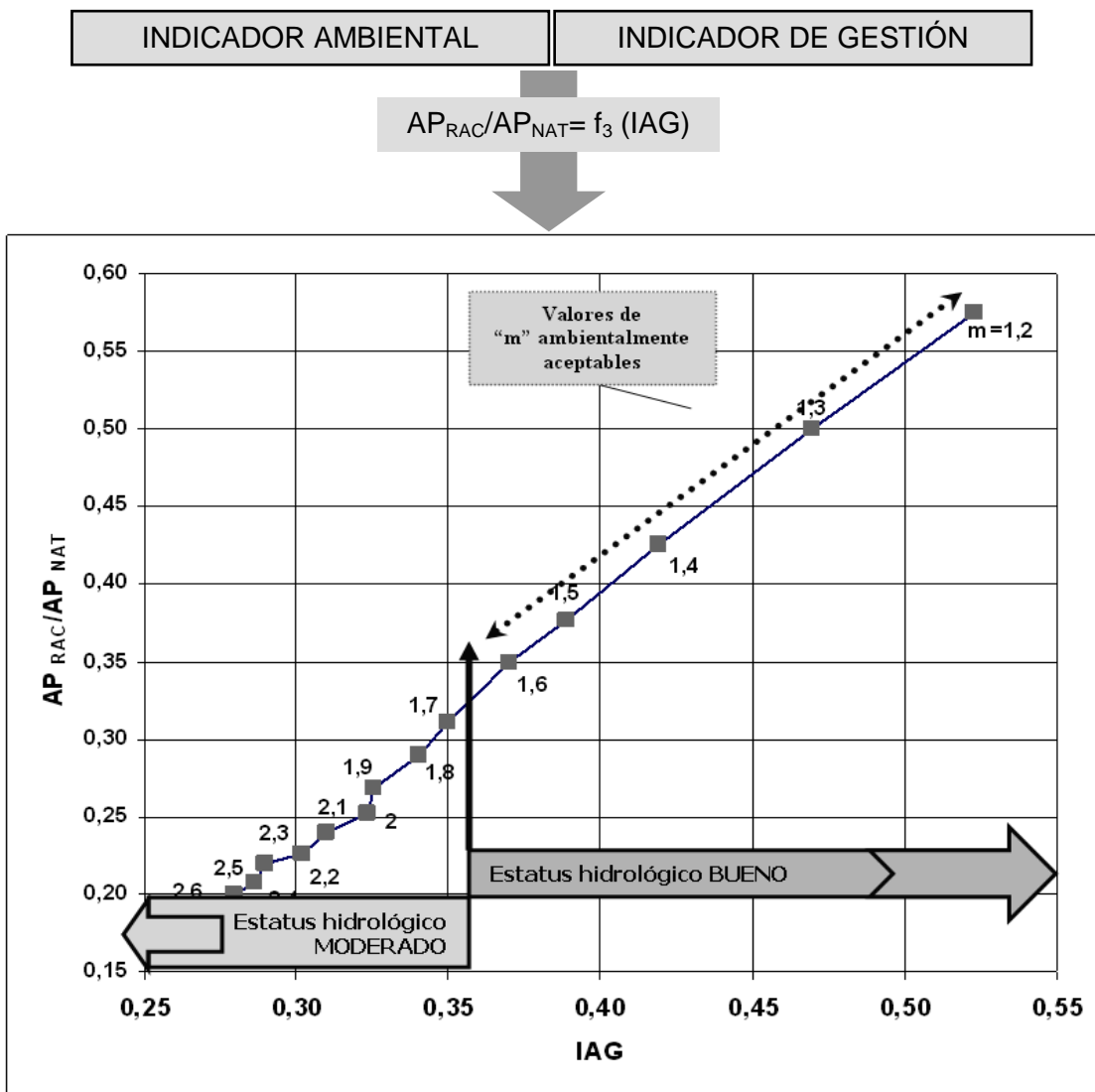


FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

4.3.3.6. Conjunción de indicadores

La consideración conjunta de los indicadores ambientales y de gestión -que se observa en la figura 4.5-, permite una valoración simultánea de esos dos aspectos para los distintos escenarios de régimen ambiental de caudales. De tal forma que la decisión a implementar valore tanto su componente ambiental como de demanda de agua.

FIGURA 4.5: SELECCIÓN DE ESCENARIOS DE RAC A PARTIR DE LOS INDICADORES AMBIENTAL Y DE GESTIÓN



FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

4.4. METODOLOGÍA PROPUESTA: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES

Esta metodología ha procurado tomar los aspectos de mayor significación de los métodos presentados, además de proponer otros parámetros no considerados con anterioridad. Este planteamiento prioriza el método de caudales de mantenimiento presentada por Palau (1994), que se considera extrapolable a prácticamente cualquier tipo de río, y el método de régimen de caudales ambientales presentado por Martínez y Fernández (2006) que se basa en la caracterización del régimen natural en sus aspectos ambientalmente más significativos.

Es básicamente una metodología hidrológica que además incorpora aspectos de habitabilidad, se basa en la caracterización del régimen hídrico natural en sus aspectos ambientalmente más significativos y en otras características asociadas a los registros hidrológicos históricos, para reproducirlos convenientemente en la propuesta ambiental y establecer el régimen de caudales ambientales de tal forma que se produzca el menor impacto posible en las comunidades fluviales.

Las series hidrológicas temporales son la fuente primaria de la información pues intrínsecamente disponen de toda la información física y biológica del medio acuático y ripario, y a la cual el medio ha estado adaptado.

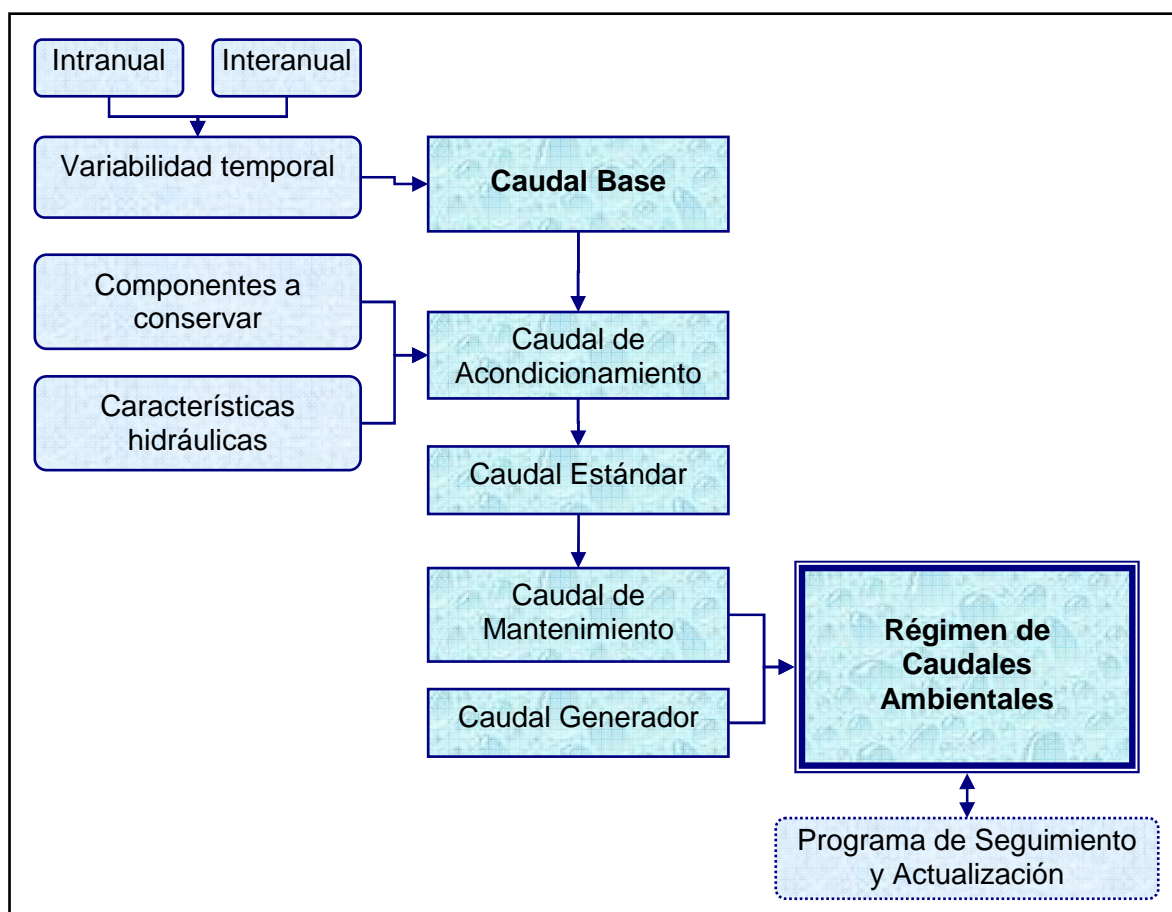
Fundamentalmente, es el resultado de la aplicación de los componentes básicos del régimen de caudales -presentados en la tabla 4.2- para garantizar la funcionalidad del ecosistema fluvial.

TABLA 4.2: COMPONENTES BÁSICOS DEL RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES

<i>Componente</i>	<i>Pilares del RAC</i>
Valores habituales	Variabilidad interanual Variabilidad intranual
Avenidas	Función geomorfológica Función biológica
Sequías	Caudales mínimos

Esta propuesta establece la necesidad de definir un programa de seguimiento anual para evaluar los resultados, especialmente de carácter biológico, además fija la revisión periódica y su actualización, este planteamiento metodológico se muestra en la figura 4.6.

FIGURA 4.6: ESQUEMA GENERAL DE LA PROPUESTA DE RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES



Los elementos que conforman la propuesta, son los siguientes:

4.4.1. CAUDAL BASE

4.4.1.1. Variabilidad intraanual

La variabilidad intraanual se determina mediante el caudal base (Q_b), que es el caudal mínimo necesario para el mantenimiento de las características esenciales y de estructura de la comunidad natural acuática, se basa en criterios estrictamente hidrológicos, personalizados y propios de cada ambiente fluvial considerado.

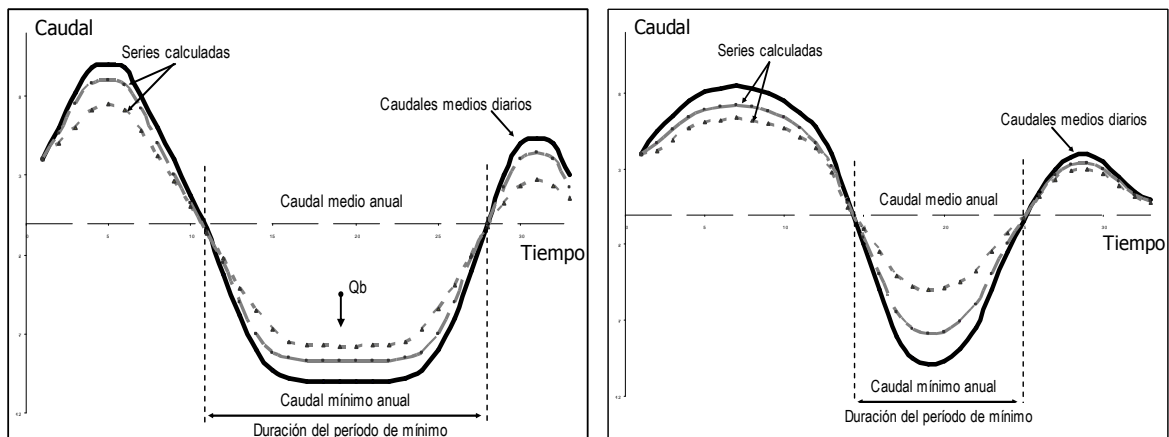
“El cálculo del caudal base se deduce de la aplicación de medias móviles sobre intervalos de amplitud creciente obtenidos de las series de caudales medios diarios de los 10 años hidrológicos considerados. Con ello se obtienen unas series secundarias que tienden hacia el valor del caudal medio anual. De cada una de estas series secundarias se calcula el caudal mínimo, obteniéndose una serie terciaria única sobre la que se calcula la razón de incremento entre cada par de valores consecutivos. El caudal base corresponde al caudal superior del par de valores que recogen la mayor razón de incremento” (Palau, 1994).

Por tanto, el caudal base es, una regularidad hidrológica situada entre el caudal mínimo absoluto y el caudal medio, esta localización depende de la forma y simetría del hidrograma. Así, el caudal base estará más o menos próximo al caudal medio anual en función de la trascendencia biológica del periodo de mínimos.

De tal forma que, si el período de caudales mínimos es breve representa una situación excepcional para las comunidades acuáticas naturales, y por lo tanto el caudal base tiende a aproximarse al caudal medio; por el contrario, si el período de caudales mínimos es dilatado, representa una situación ordinaria a la que las comunidades están habituadas y por lo tanto, el caudal base se aproximará al caudal mínimo.

Esto permite, como se observa en la figura 4.7, que el caudal base sea particular para cada tramo fluvial considerado y por lo tanto sea personalizable.

FIGURA 4.7: APROXIMACIÓN VISUAL AL FUNDAMENTO DEL CÁLCULO Y DEL SIGNIFICADO DEL CAUDAL BASE (QB)

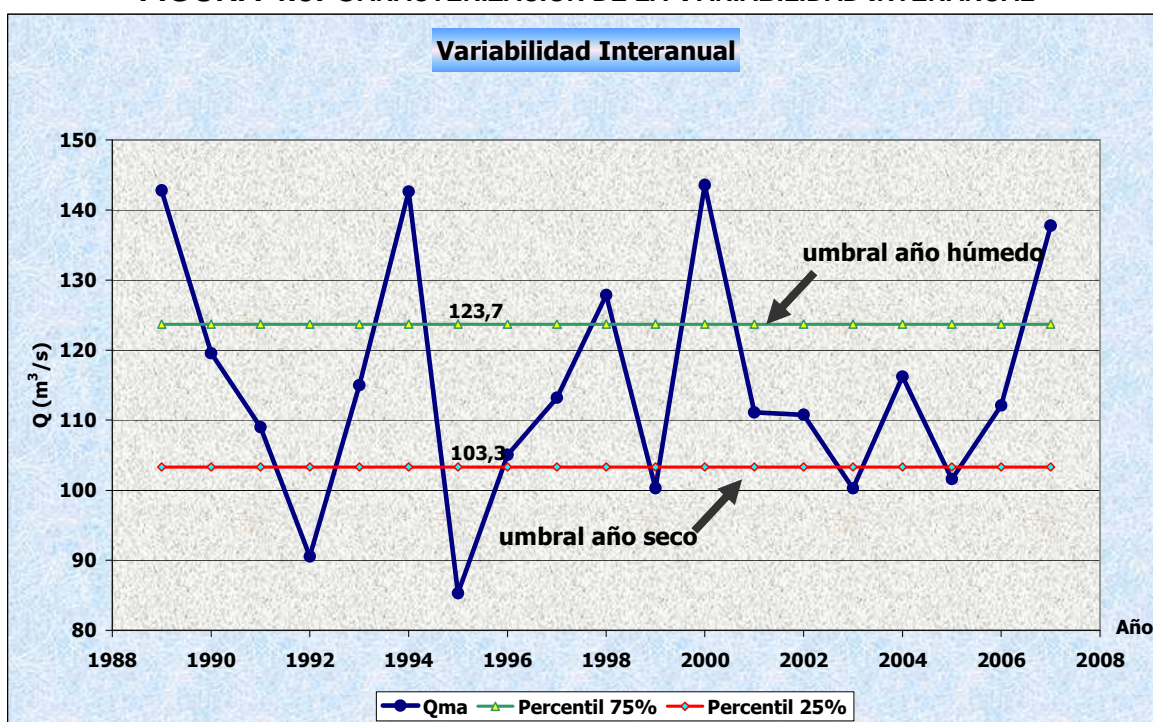


FUENTE: ADAPTADO DE PALAU, 1994

4.4.1.2. Variabilidad interanual

Para dar mayor flexibilidad a la propuesta, se establece el caudal base considerando la variabilidad interanual que naturalmente se presenta en el régimen hidrológico. Del régimen natural se calcula el percentil de excedencia correspondiente al 25%, 75% y el rango intermedio para años secos, húmedos y medios respectivamente, como se muestra en la figura 4.8.

FIGURA 4.8: CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL



4.4.2. CAUDAL DE ACONDICIONAMIENTO

El caudal de acondicionamiento se aplicará en cauces morfométricamente alterados para permitir prosperar un componente biótico o abiótico de interés en el tramo de aplicación, determinando el nivel hidráulico-biológico fundamentado por criterio profesional.

4.4.3. CAUDAL ESTÁNDAR

El caudal estándar suplente las necesidades de las comunidades acuáticas de interés después de adicionar el caudal de acondicionamiento al caudal base.

4.4.4. FACTOR DE VARIABILIDAD TEMPORAL

Para conservar la organización y estructura de las comunidades naturales próximas a las condiciones naturales es necesario considerar la variabilidad natural ordinaria del caudal en el tiempo, lo cual se logra aplicando este factor sobre el caudal estándar.

4.4.5. CAUDALES AMBIENTALES

Es el régimen hídrico compuesto por los valores mensuales de caudales diarios que se deben mantener en el tramo fluvial en estudio; obtenido de la aplicación del factor de variabilidad temporal sobre el caudal estándar.

4.4.6. CAUDALES AMBIENTALES MÍNIMOS

Durante épocas de sequía es probable que se presenten situaciones extremas con caudales naturales inferiores a los establecidos en el régimen de caudales ambientales. En estas situaciones, se limita éstos de acuerdo al análisis de medias móviles de forma similar al caso presentado para el establecimiento del caudal base, pero para este caso se propone que el caudal mínimo circulante será el correspondiente al mínimo obtenido de las medias móviles establecido como caudal base.

Sobre este caudal también se aplicará el factor de variabilidad temporal para establecer los caudales diarios mensuales mínimos a mantenerse en el tramo fluvial de estudio durante períodos definidos.

4.4.7. CAUDAL MÍNIMO

Se establece que en eventos extraordinarios de variabilidad hidrológica que expongan reducción de caudales, se respetará el caudal mínimo registrado. Este caudal se aplicará únicamente durante el período excepcional; habitualmente en los años hidrológicos que presentan eventos del fenómeno de El Niño, en los que se observa incrementos y posteriores decrementos extraordinarios de caudales.

4.4.8. CAUDALES GENERADORES

Las avenidas naturales tienen múltiples funcionalidades, por lo cual, se establecen avenidas anuales considerando la estacionalidad que presenta el hidrograma natural.

4.4.8.1. Avenidas geomorfológicas

Para conservar la identidad del cauce ordinario del río y para la regeneración periódica del sustrato, la zona hiporreica y la riparia, es necesario aplicar el caudal de plena ocupación del cauce o caudal generador del lecho, mismo que debe pasar por el río durante un corto espacio de tiempo; pues representa la avenida anual más probable o máxima crecida ordinaria.

4.4.8.2. Avenidas habituales

El rango de las avenidas habituales se define como el caudal correspondiente al percentil de excedencia del 5% en la curva de duración general de caudales y, la frecuencia está dada por la relación entre el valor medio de los caudales máximos correspondientes a las avenidas habituales en un mes y el caudal medio diario mensual.

4.4.9. CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA

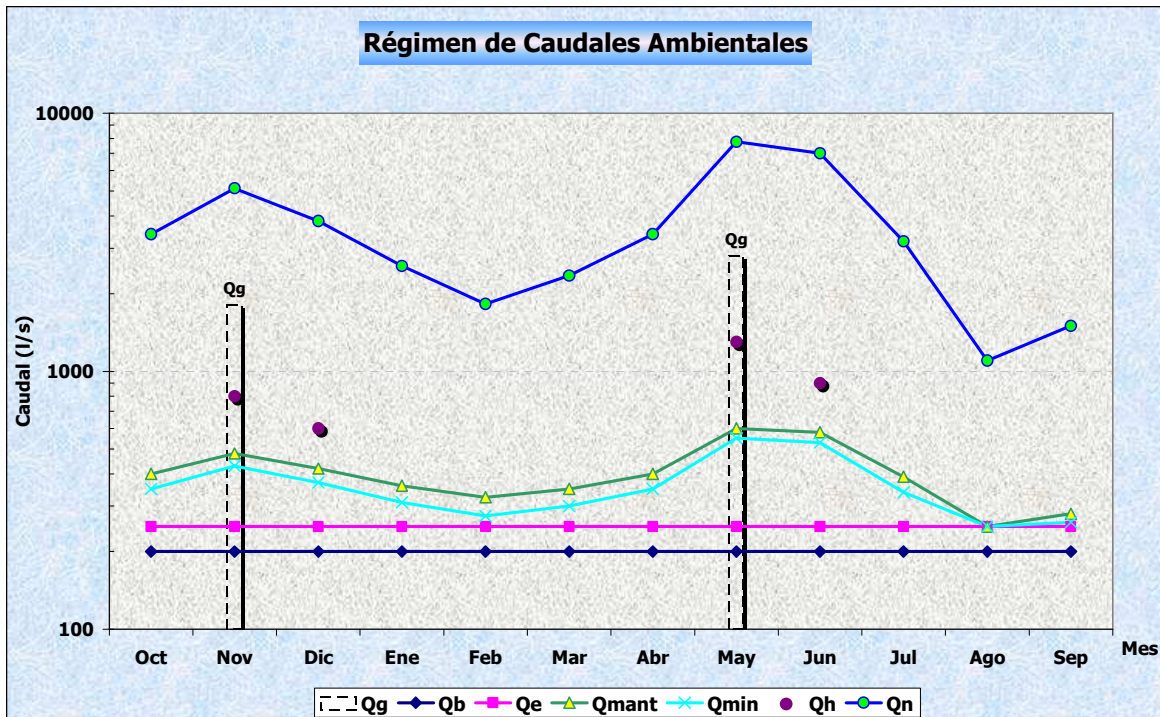
Este régimen de caudales es útil para mantener las características físicas, químicas y biológicas del tramo fluvial si la calidad del agua es adecuada, esta calidad puede definirse con la aplicación conjunta de un índice fisicoquímico y de un índice de tipo biótico.

Sin embargo, si la calidad del agua no permite mantener un ecosistema sano, el régimen de caudales ambientales se plateará en el supuesto de que esta variable limitante desapareciera.

4.4.10. RESULTADOS

El régimen de caudales ambientales que se plantea brindará resultados similares a los se muestran en la figura 4.9, donde además se visualiza que los parámetros del régimen están relacionados directamente con el hidrograma natural.

FIGURA 4.9: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS CAUDALES COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES



4.4.11. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información necesaria para la aplicación de esta metodología es:

1. A nivel hidrológico, series continuas recientes de caudales medios diarios.
2. A nivel hidráulico, la aplicación de un modelo de simulación hidráulica.
3. A nivel fisicoquímico, una caracterización de la calidad del agua antes de la implementación del aprovechamiento -si fuese posible-, además una predicción de los cambios probables y un monitoreo posterior.
4. A nivel hidrobiológico, la identificación del componente biótico o abiótico que definirá la necesidad de conservación.

CAPÍTULO 5

DETERMINACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES

5.1. RESUMEN

Este capítulo presenta los regímenes de caudales ambientales calculados para las zonas de interés de la cuenca del río Pastaza, obtenidos al aplicar la metodología propuesta en el capítulo cuatro. Los procedimientos que se utilizan y los resultados para cada componente del régimen se detallan para la zona de Agoyán -debido a que se considera el área de mayor interés porque presenta la afectación con el alcance mayor de alrededor de 15 km-, mientras que para las zonas restantes se presenta el régimen final establecido -los resultados parciales se presentan en el anexo digital-.

5.2. ANTECEDENTES

La determinación de caudales ambientales se ha convertido en una necesidad, sobre todo si se considera que en la actualidad la mayoría de sistemas hídricos se encuentran bajo presión. Esta situación se fundamenta en el uso intensivo de este recurso que reduce su disponibilidad -debido a la mayor cantidad de concesiones- y a la creciente contaminación a la que se encuentra sometido y limita sus usos considerando el deterioro de su calidad.

La selección de zonas de interés ubicadas de la cuenca del río Pastaza -realizada en el capítulo tres- consideró criterios de criticidad en la demanda del agua y de información hidrológica disponible.

La determinación del régimen de caudales ambientales en las zonas de interés usando la metodología planteada en el capítulo cuatro supone la validación de la misma. Los resultados deben concordar con las experiencias empíricas -del 5% al 91% del caudal medio multianual- que se han presentado hasta la actualidad.

5.3. CALCULO DE RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES

5.3.1. PRESA AGOYÁN

Se detallan los procedimientos de cálculo y los resultados de los componentes del régimen de caudales ambientales para esta zona debido a que se la catalogó como la de mayor interés en la cuenca en estudio, pues su afectación al caudal presenta el mayor alcance -aproximadamente 15 km-.

5.3.1.1. Diez por ciento del Qmma

Este método es usado como línea base y requiere de un registro hidrológico que contemple los caudales medios anuales, información que para el caso de la presa Agoyán fue proporcionada por la compañía Hidroagoyán S.A.

Se obtiene el valor de caudal medio multianual (Qmma) aplicando la operación media aritmética sobre los valores medios anuales (Qma), posteriormente, se calcula el 10% de este valor, mismo que representa el caudal ambiental (Qamb) para el tramo del río Pastaza en la presa Agoyán; se presenta estos valores en la tabla 5.1.

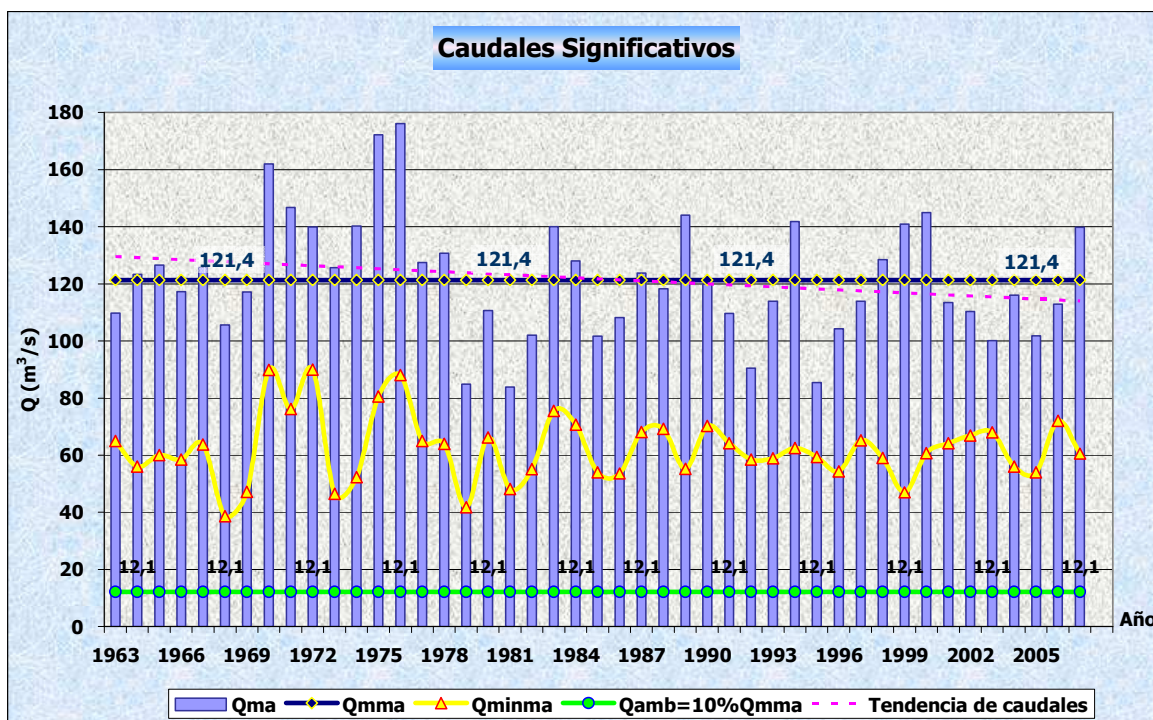
TABLA 5.1: CAUDALES MEDIOS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA EN LA PRESA AGOYÁN

<i>Caudales Significativos (m³/s)</i>							
Año	Qma	Año	Qma	Año	Qma	Qmma	Qamb
1963	109.76	1978	130.68	1993	113.91	121.4	12.1
1964	123.28	1979	84.86	1994	141.81		
1965	126.54	1980	110.60	1995	85.43		
1966	117.28	1981	83.88	1996	104.18		
1967	125.86	1982	101.98	1997	113.90		
1968	105.53	1983	140.08	1998	128.42		
1969	117.16	1984	128.02	1999	140.93		
1970	161.98	1985	101.64	2000	144.99		
1971	146.79	1986	108.20	2001	113.43		
1972	139.93	1987	123.69	2002	110.33		
1973	125.64	1988	118.28	2003	100.17		
1974	140.23	1989	144.13	2004	116.00		
1975	172.14	1990	119.91	2005	101.75		
1976	176.08	1991	109.58	2006	112.84		
1977	127.44	1992	90.52	2007	139.87		

FUENTE: HIDROAGOYÁN S.A., 2008

Los valores presentados en la tabla 5.1 se grafican en la figura 5.1, donde además para fines comparativos se presentan los valores de caudales mínimos mensuales anuales (Q_{minma}) -obtenidos de los registros proporcionados por Hidroagoyán S.A.- y la tendencia que presentan los caudales -obtenida mediante la herramienta “agregar línea de tendencia” del utilitario Microsoft Office Excel-.

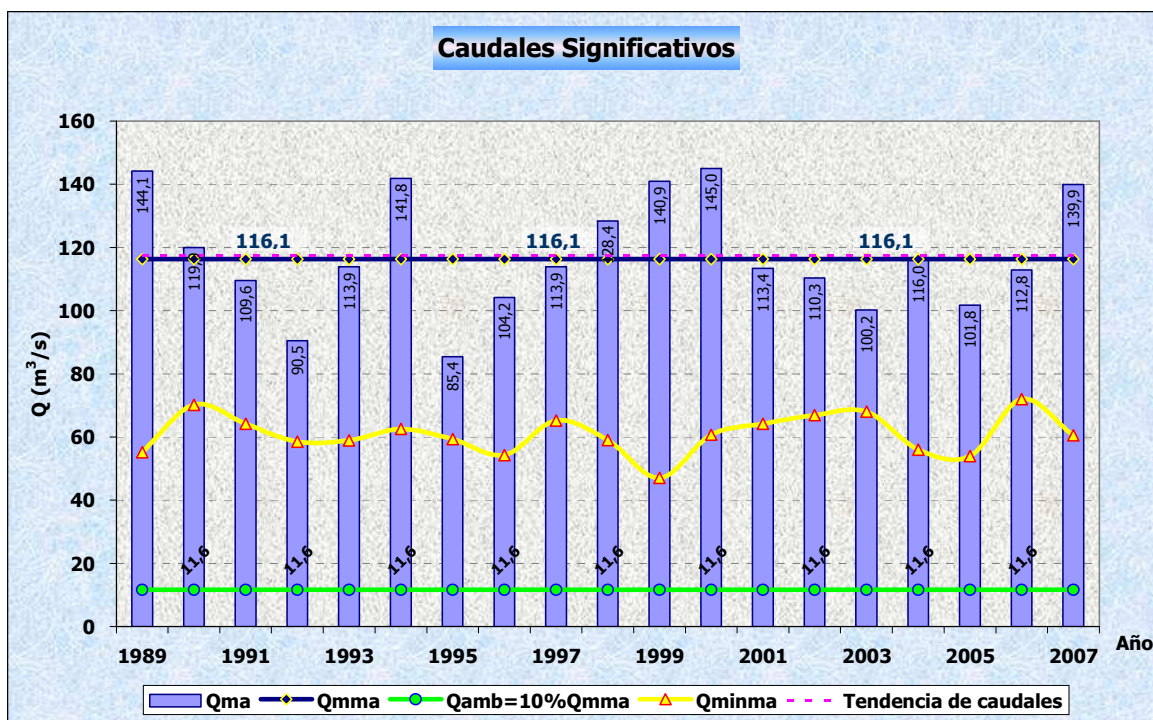
FIGURA 5.1: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO PASTAZA EN EL PERÍODO DE AÑOS 1963-2007



Los valores presentados en la tabla anterior -a pesar de que se encuentran en un único registro- se obtuvieron en diferentes sitios. Así, para el período comprendido entre los años 1963-1988 los valores corresponden a registros realizados por el INAMHI en la estación hidrológica Pastaza en Baños (H800) -ubicada en las coordenadas 790 872 E y 9 845 372 S, aproximadamente 200 m aguas arriba de la presa Agoyán-, mientras que, para el período comprendido entre los años 1989-2007 los registros se obtuvieron en la presa Agoyán.

Por esta razón se diferencia los registros, usando el período más reciente correspondiente a los años 1989-2007, mismo que define un caudal ambiental de $11,6 m^3/s$ que se muestra en la figura 5.2.

FIGURA 5.2: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO PASTAZA EN EL PERÍODO DE AÑOS 1989-2007



5.3.1.2. Régimen de caudales ambientales

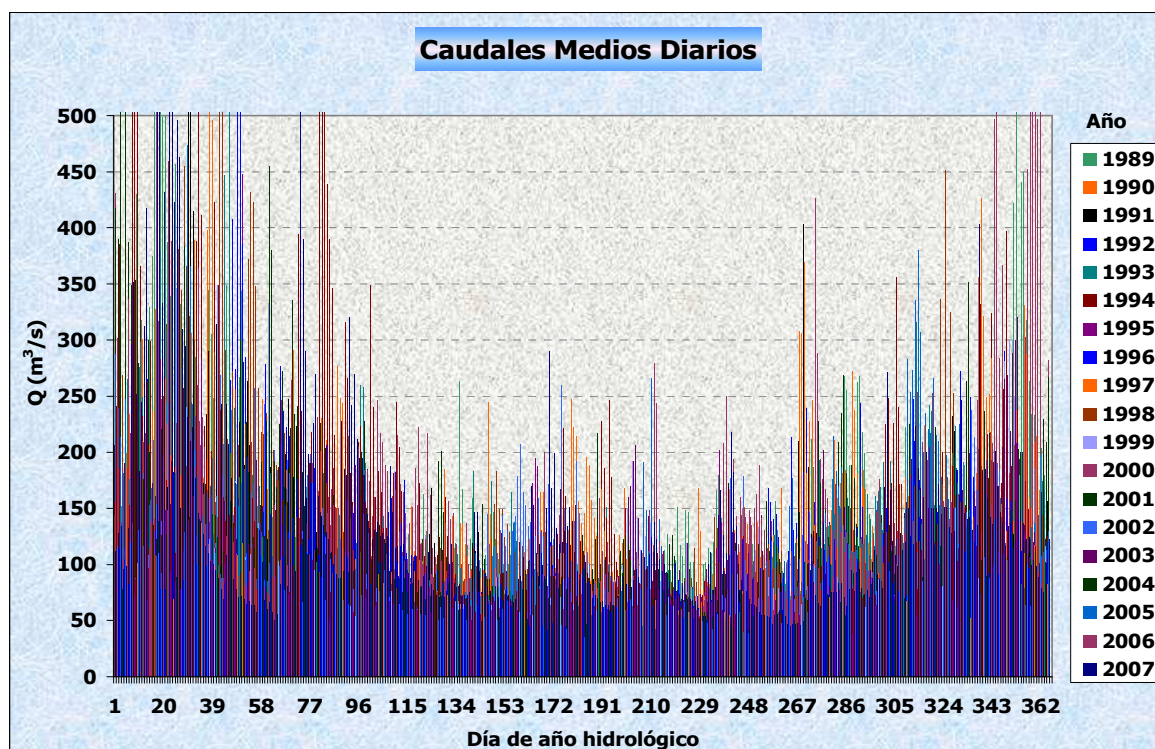
5.3.1.2.1. Caudal base

5.3.1.2.1.1. Variabilidad intraanual

Para aplicar medias móviles -operación presentada en el anexo 4- sobre las series históricas es necesario ordenar la información de acuerdo a los años hidrológicos de tal forma que los valores de los caudales medios diarios mínimos no se encuentren en los extremos del año y sean considerados al aplicar esta operación -esto debido a que la misma suprime los datos ubicados en los extremos de las series conforme se incrementa el número de días considerados-.

Los caudales medios mensuales multianuales que se observan en la figura 3.11 definen como período seco a los meses comprendidos entre octubre y febrero. Por lo tanto se considera que para este caso el año hidrológico inicia en junio y termina en mayo, situación que se verifica en la figura 5.3 en la que se ordenan los valores de caudales medios diarios históricos -en esta gráfica se omiten valores de caudales máximos extraordinarios como los generados por las erupciones del volcán Tungurahua, fenómeno de El Niño, entre otros-.

FIGURA 5.3: AÑO HIDROLÓGICO EN EL RÍO PASTAZA



Posteriormente, se calcula las medias móviles (MM) en amplitud creciente de 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 días, para cada año considerado. Cada una de estas series permite obtener valores atenuados que se acercan consecutivamente al valor medio anual, como se muestra -a manera de ejemplo- en la figura 5.4, en la cual se han graficado únicamente las curvas correspondientes al año 2007.

De cada media móvil y de cada año se obtiene el valor mínimo, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 5.2 y en la figura 5.5.

TABLA 5.2: MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS PARA EL RÍO PASTAZA

Año	MM														
	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
1989	50.3	52.2	52.4	52.5	53.1	53.5	54.0	54.9	63.1	63.9	65.3	70.8	76.1	80.7	84.0
1990	43.0	43.8	44.3	45.2	49.3	53.2	57.6	63.6	62.4	63.7	67.0	69.2	70.4	72.4	76.5
1991	51.0	50.6	52.6	54.4	56.7	57.3	60.6	60.4	60.3	61.0	63.4	63.1	64.0	65.9	67.3
1992	38.7	38.8	39.9	42.3	45.5	46.0	47.5	49.3	51.6	54.9	56.4	57.3	57.8	57.4	59.0
1993	39.7	41.4	43.4	46.3	49.5	52.5	55.6	57.0	58.9	61.2	62.7	65.1	66.2	66.7	68.0
1994	47.3	51.0	53.6	57.1	58.6	61.2	59.5	61.4	66.9	68.5	71.8	74.3	75.7	76.6	78.4
1995	41.7	43.8	47.4	51.4	54.3	55.1	56.8	57.5	60.2	59.8	60.1	61.8	67.9	69.1	69.6

Continúa Tabla 5.2.

Año	MM														
	3	5	7	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
1996	41.3	43.4	43.7	43.9	45.8	47.3	50.2	54.2	57.6	60.2	61.7	60.6	59.5	59.8	60.7
1997	54.3	55.2	55.4	55.2	57.2	61.1	64.1	64.4	67.6	71.5	75.7	78.1	82.6	86.8	89.1
1998	41.3	42.2	43.3	46.0	51.7	56.9	59.2	58.8	60.5	63.9	66.2	69.8	71.4	74.9	76.5
1999	49.3	52.0	54.4	59.1	61.5	63.9	65.6	65.4	66.5	67.1	67.9	69.0	69.0	71.5	71.7
2000	49.3	51.4	52.7	54.7	55.2	56.0	58.5	59.2	62.2	65.7	69.4	71.3	72.3	71.9	73.3
2001	45.3	47.8	48.7	52.6	53.8	55.5	54.9	56.3	58.9	60.1	60.7	62.3	63.0	64.3	64.3
2002	44.0	46.6	49.4	52.1	55.7	56.6	59.2	63.6	65.7	70.1	73.8	76.1	75.9	75.7	76.8
2003	49.3	52.0	54.4	59.1	62.2	65.0	65.7	65.8	67.0	66.5	67.6	68.8	68.7	71.3	71.5
2004	39.3	41.0	41.9	43.2	45.6	47.7	50.0	50.7	52.0	55.0	60.5	62.8	67.1	71.7	72.8
2005	35.0	35.4	36.0	37.2	40.1	42.3	43.5	47.0	54.4	59.3	58.5	58.1	57.6	58.0	60.2
2006	50.0	52.6	54.3	56.5	58.0	58.3	61.3	64.2	68.7	77.6	79.6	79.2	79.7	81.8	83.4
2007	46.3	46.6	47.0	50.1	51.1	53.0	57.2	60.6	66.1	69.4	76.7	79.5	80.0	82.0	82.1

FIGURA 5.4: APLICACIÓN DE MEDIAS MÓVILES SOBRE CAUDALES MEDIOS DIARIOS REGISTRADOS DURANTE EL AÑO 2007 EN EL RÍO PASTAZA EN LA ESTACIÓN AGOYÁN EN AGOYÁN

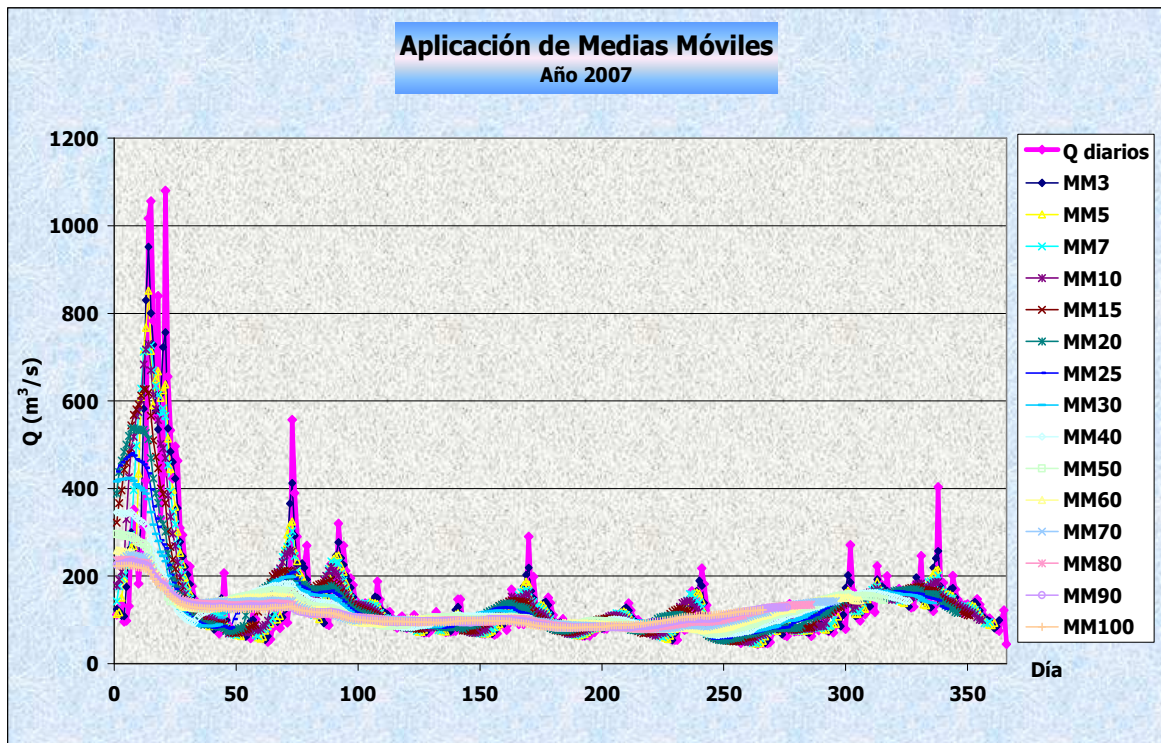
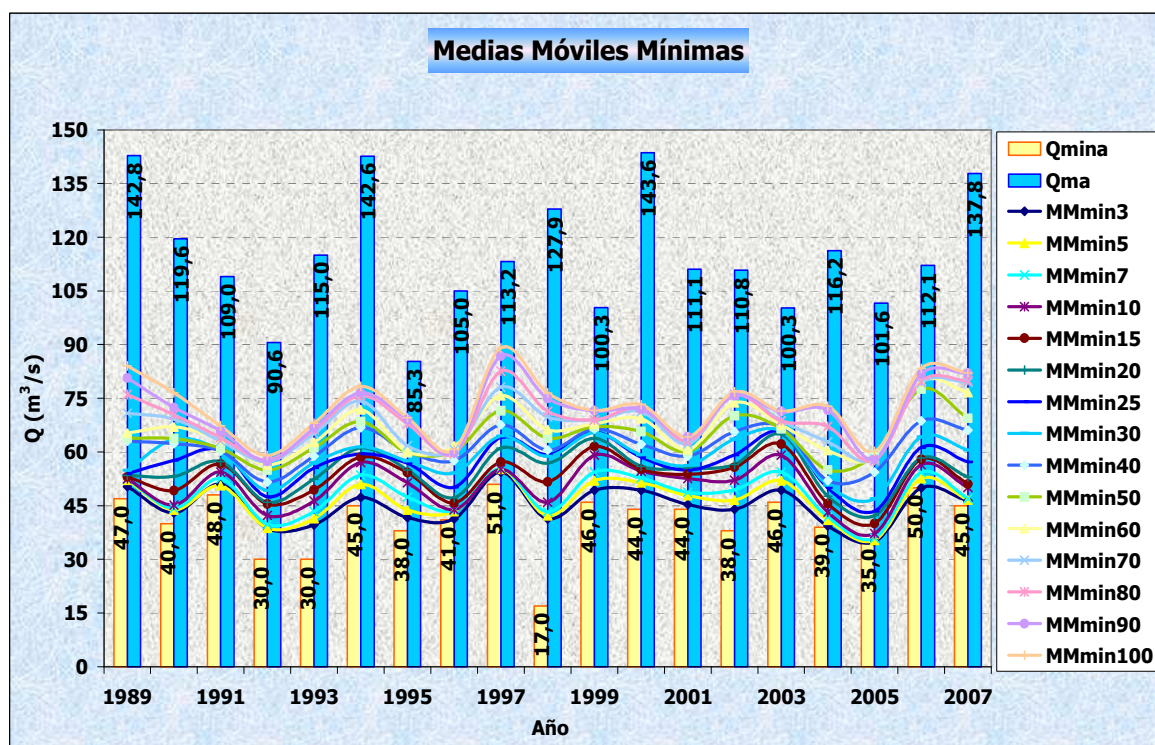


FIGURA 5.5: SERIES DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS EN EL RÍO PASTAZA



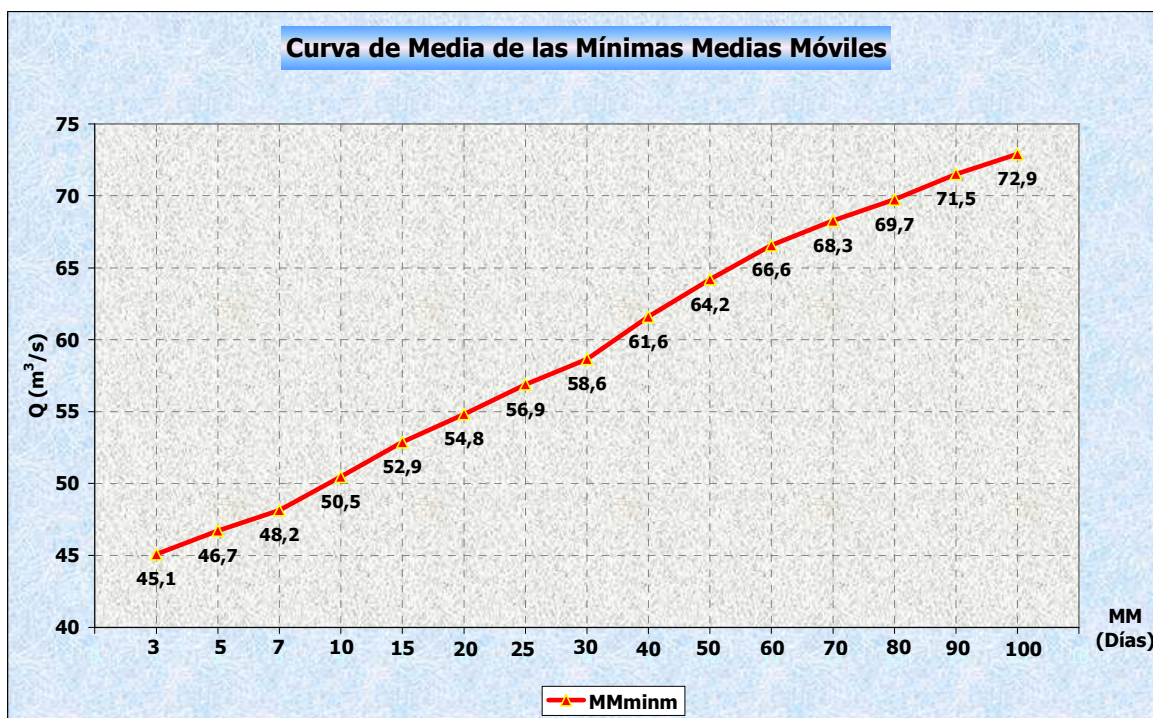
De cada serie de medias móviles mínimas se calcula la media aritmética para obtener la mayor razón de incremento entre cada par de valores consecutivos, los tres mayores se encuentran resaltados en la tabla 5.3.

TABLA 5.3: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA

MM	Media	%Incremento
3	45.1	
5	46.7	3.63
7	48.2	3.05
10	50.5	4.81
15	52.9	4.77
20	54.8	3.70
25	56.9	3.76
30	58.6	3.07
40	61.6	5.03
50	64.2	4.22
60	66.6	3.70
70	68.3	2.57
80	69.7	2.14
90	71.5	2.54
100	72.9	1.95

Las curvas que se observan en la figura 5.6. presentan pendientes que ambientalmente implican que, cuando se presenta un cambio brusco de la misma, la tolerancia de las especies deja de ser elástica para convertirse en plástica y los impactos son irreversibles; por consiguiente se debe respetar el caudal correspondiente a esta variación.

FIGURA 5.6: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA



El caudal base corresponde al caudal superior del par de valores que recoge la mayor razón de incremento; considerando las pendientes que se presentan se realiza una selección previa de las tres mayores para posteriormente realizar la selección final.

La tabla 5.4 y la figura 5.7 presentan las alternativas de caudal base junto con los caudales base mínimos correspondientes a cada caso.

TABLA 5.4: ALTERNATIVAS DE CAUDALES BASE EN EL RÍO PASTAZA

Q_b (m^3/s)			Q_{min} (m^3/s)		
MM10	MM15	MM40	MM10	MM15	MM40
50.5	52.9	61.6	37.2	40.1	51.6

En la figura 5.7 se observa que el valor correspondiente al cálculo de la media móvil de 40 días -61.6 m³/s- es superior al caudal mínimo multianual -50.5 m³/s -, lo que implica que de seleccionarse este, restaría validez al método pues en situaciones de sequías severas no sería posible mantenerlo.

FIGURA 5.7: ALTERNATIVAS DE CAUDAL BASE EN EL RÍO PASTAZA

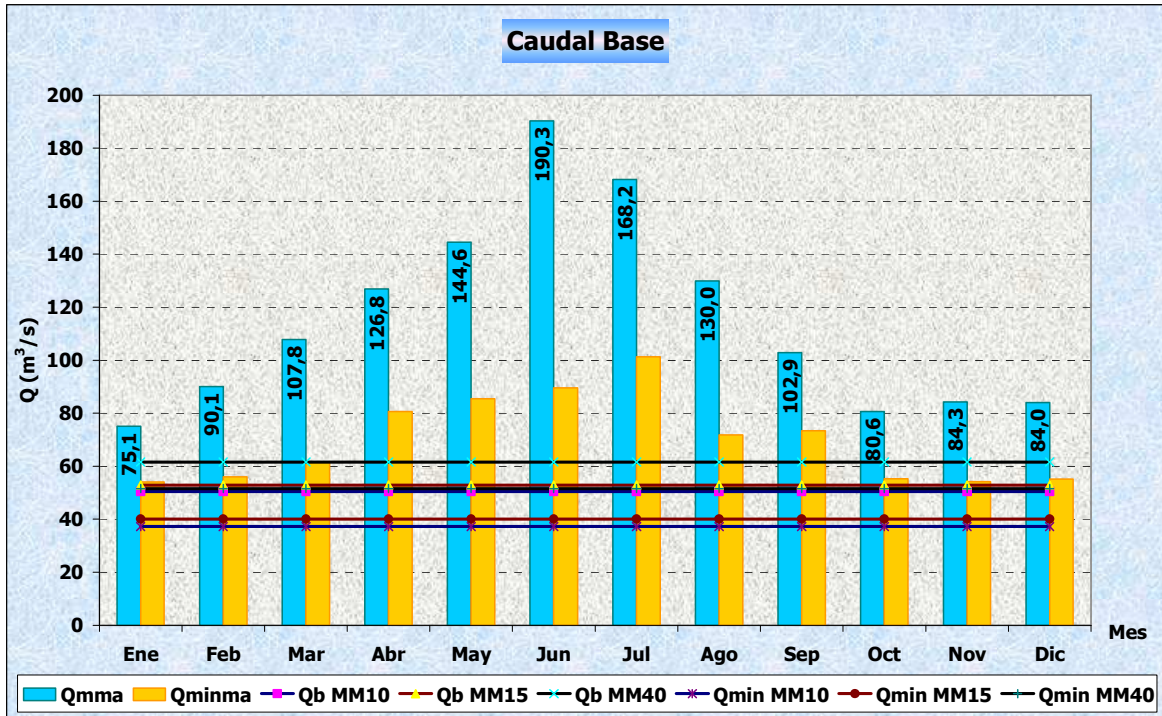
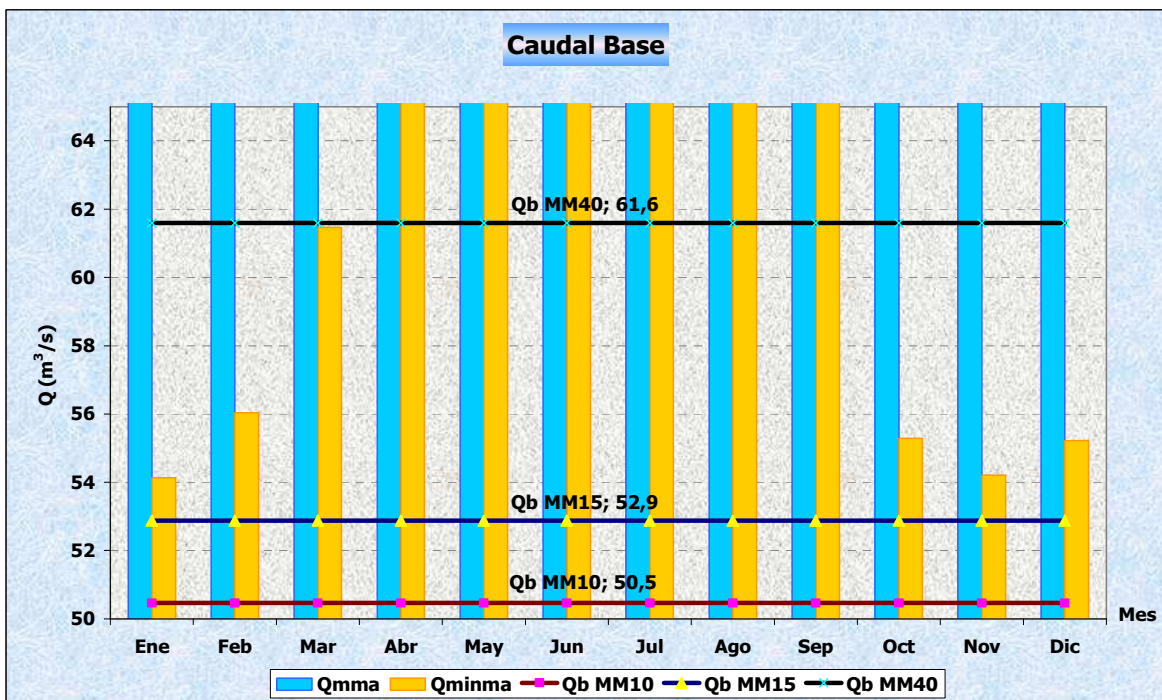


FIGURA 5.8: VARIACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS DE CAUDAL BASE EN EL RÍO PASTAZA

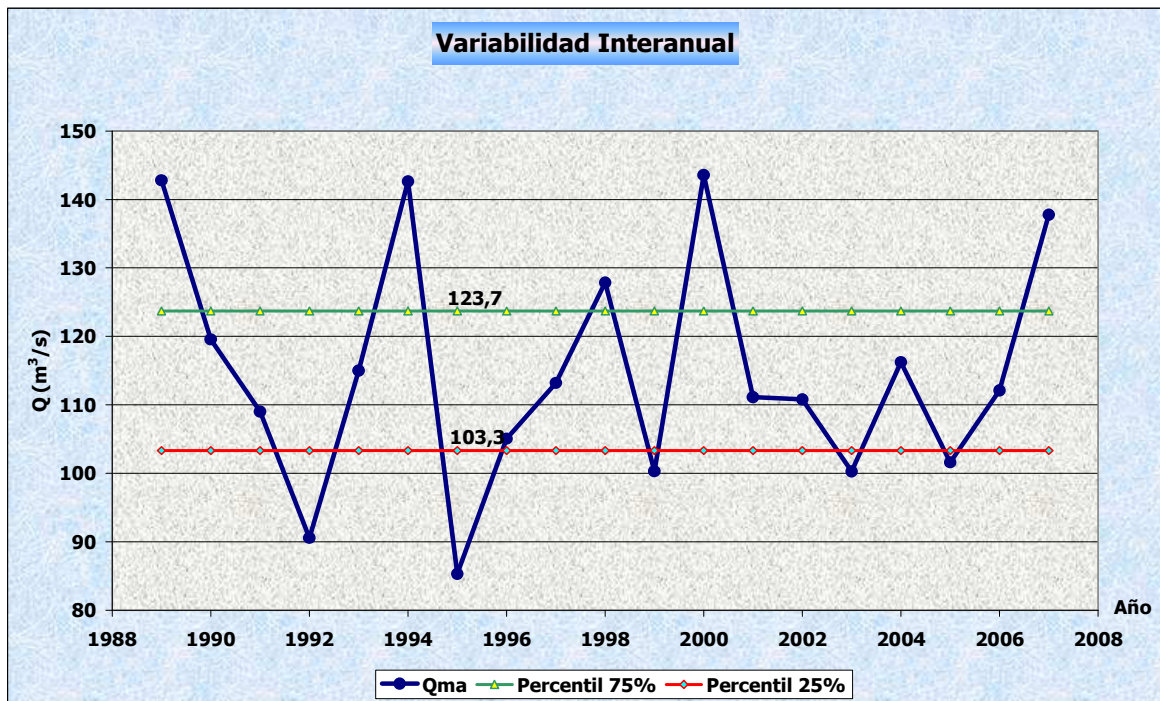


En cuantos a los resultados de los cálculos de las medias móviles de 15 días y 10 días, éstos son muy cercanos -como se muestra en la figura 5.8-; por lo que se selecciona el valor inferior proporcionado por la media móvil de 10 días correspondiente al caudal base de $50.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.3.1.2.1.2. Variabilidad interanual

La variabilidad interanual se establece a partir del régimen hidrológico, calculando el percentil de excedencia correspondiente al 25% y 75% para años secos y húmedos respectivamente, como se muestra la figura 5.9.

FIGURA 5.9: CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL EN EL RÍO PASTAZA



Se realiza las mismas operaciones para determinar el caudal base que se usaron para la variación intraanual, y se obtienen los resultados de la tablas 5.5 y 5.6.

TABLA 5.5: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS PARA AÑOS HÚMEDOS EN EL RÍO PASTAZA

<i>Años Húmedos</i>							
MM	1989	1994	1998	2000	2007	media	%incremento
3	50.3	47.3	41.3	49.3	46.3	46.9	
5	52.2	51.0	42.2	51.4	46.6	48.7	3.72
7	52.4	53.6	43.3	52.7	47.0	49.8	2.30
10	52.5	57.1	46.0	54.7	50.1	52.1	4.58
15	53.1	58.6	51.7	55.2	51.1	53.9	3.53
20	53.5	61.2	56.9	56.0	53.0	56.1	4.02
25	54.0	59.5	59.2	58.5	57.2	57.7	2.83
30	54.9	61.4	58.8	59.2	60.6	59.0	2.26
40	63.1	66.9	60.5	62.2	66.1	63.7	8.07
50	63.9	68.5	63.9	65.7	69.4	66.3	4.00
60	65.3	71.8	66.2	69.4	76.7	69.9	5.42
70	70.8	74.3	69.8	71.3	79.5	73.2	4.69
80	76.1	75.7	71.4	72.3	80.0	75.1	2.65
90	80.7	76.6	74.9	71.9	82.0	77.2	2.84
100	84.0	78.4	76.5	73.3	82.1	78.8	2.10

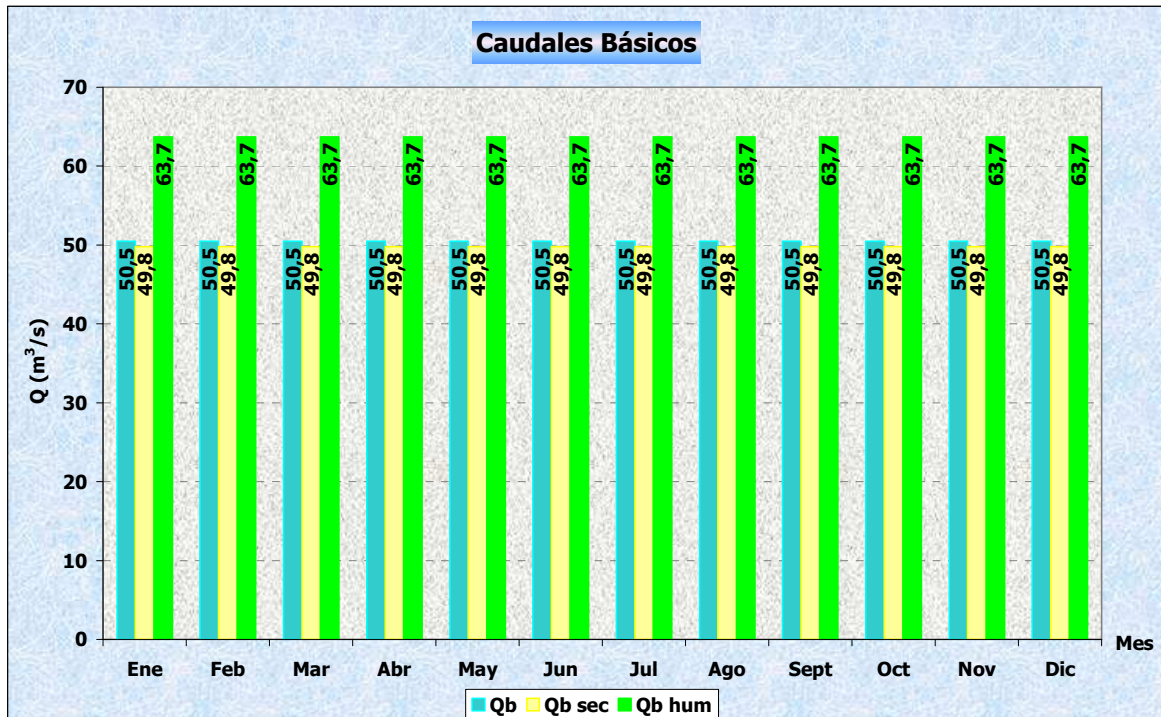
TABLA 5.6: SERIE MEDIA DE MEDIAS MÓVILES MÍNIMAS PARA AÑOS SECOS EN EL RÍO PASTAZA

<i>Años Secos</i>							
MM	1992	1995	1999	2003	2005	media	%Incremento
3	38.7	41.7	49.3	49.3	35.0	42.8	
5	38.8	43.8	52.0	52.0	35.4	44.4	3.74
7	39.9	47.4	54.4	54.4	36.0	46.4	4.57
10	42.3	51.4	59.1	59.1	37.2	49.8	7.30
15	45.5	54.3	61.5	62.2	40.1	52.7	5.79
20	46.0	55.1	63.9	65.0	42.3	54.4	3.25
25	47.5	56.8	65.6	65.7	43.5	55.8	2.58
30	49.3	57.5	65.4	65.8	47.0	57.0	2.08
40	51.6	60.2	66.5	67.0	54.4	59.9	5.16
50	54.9	59.8	67.1	66.5	59.3	61.5	2.67
60	56.4	60.1	67.9	67.6	58.5	62.1	0.93
70	57.3	61.8	69.0	68.8	58.1	63.0	1.44
80	57.8	67.9	69.0	68.7	57.6	64.2	1.93
90	57.4	69.1	71.5	71.3	58.0	65.4	1.94
100	59.0	69.6	71.7	71.5	60.2	66.4	1.44

Por lo tanto, el caudal base para el tramo del río Pastaza agua abajo de la presa Agoyán es de 50.5 m³/s que puede variar desde 49.8 m³/s hasta 63.7 m³/s para

años secos y húmedos respectivamente. En la figura 5.10 se evidencia la flexibilidad del caudal base.

FIGURA 5.10: CAUDALES BÁSICOS EN EL RÍO PASTAZA



5.3.1.2.2. El caudal de acondicionamiento

El caudal de acondicionamiento representa la validación biológica de esta metodología, pues define la habitabilidad como una función única de la profundidad. Como ya se mencionó, de esta variable dependen principalmente la distribución de velocidades, el sustrato, la calidad del agua, además que define la cantidad de espacio habitable.

Determinar cual es la profundidad mínima a mantener para satisfacer el nivel hidráulico-biológico que demanda el cauce requiere de información de este tipo para la sección del río en estudio, misma que es insuficiente para la zona. Por consiguiente, este criterio se basa -a nivel hidráulico- en un análisis estadístico de los calados mínimos registrados y de las referencias bibliográficas a nivel biológico.

Sin embargo, la información disponible de la estación Agoyán en Agoyán no representa el nivel del agua en condiciones naturales, pues la regleta limnimétrica

está ubicada en la presa misma; por lo que, el nivel que mide es el del agua represada.

Se propone entonces, que este parámetro se revise anualmente en forma conjunta con un monitoreo biótico para determinar especies de la zona y su relación con los calados y caudales correspondientes.

5.3.1.2.3. Caudal estándar

Para esta zona, el caudal estándar está dado por el mismo caudal base $50.5 \text{ m}^3/\text{s}$ que puede variar desde $49.8 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $63.7 \text{ m}^3/\text{s}$ para años secos y húmedos respectivamente.

5.3.1.2.4. Factor de variabilidad temporal

El factor de variabilidad temporal aplicado al caudal estándar permite conservar las tendencias del hidrograma natural, este factor se calcula según la ecuación (5.1) como la relación entre el caudal medio de cada mes y el caudal medio mensual más bajo, esta relación puede atenuarse según la ecuación (5.2).

$$fe = \frac{Qm_i}{Qm_{\min}} \quad (5.1)$$

$$fe^* = \sqrt{\frac{Qm_i}{Qm_{\min}}} \quad (5.2)$$

Donde:

fe = factor de variabilidad

fe^* = factor de variabilidad atenuado

Qm_i = Caudal mensual

Qm_{\min} = Caudal mensual mínimo

Los factores de variabilidad (fe) y de variabilidad atenuados (fe^*) se presenta en la tabla 5.7.

TABLA 5.7: FACTORES DE VARIABILIDAD TEMPORAL EN EL RÍO PASTAZA

<i>Mes</i>	<i>fe</i>	<i>fe*</i>
Enero	1.0	1.0
Febrero	1.2	1.1
Marzo	1.4	1.2
Abril	1.7	1.3
Mayo	1.9	1.4
Junio	2.5	1.6
Julio	2.2	1.5
Agosto	1.7	1.3
Septiembre	1.4	1.2
Octubre	1.1	1.0
Noviembre	1.1	1.1
Diciembre	1.1	1.1

5.3.1.2.5. Caudales ambientales

Este caudal permite conservar un nivel admisible de organización y estructura biológica de las comunidades naturales. Se obtiene al aplicar el factor de variabilidad (fe) y factor de variabilidad atenuado (fe^*) sobre el caudal estándar, según las ecuaciones (5.3) y (5.4) propuestas por Castro (2007).

$$Q_{amb_i} = Q_b * fe \quad (5.3)$$

$$Q_{amb_i}^* = Q_b * fe^* \quad (5.4)$$

Donde:

fe = factor de variabilidad

fe^* = factor de variabilidad atenuado

Q_b = Caudal base

Q_{amb_i} = Caudal ambiental mensual

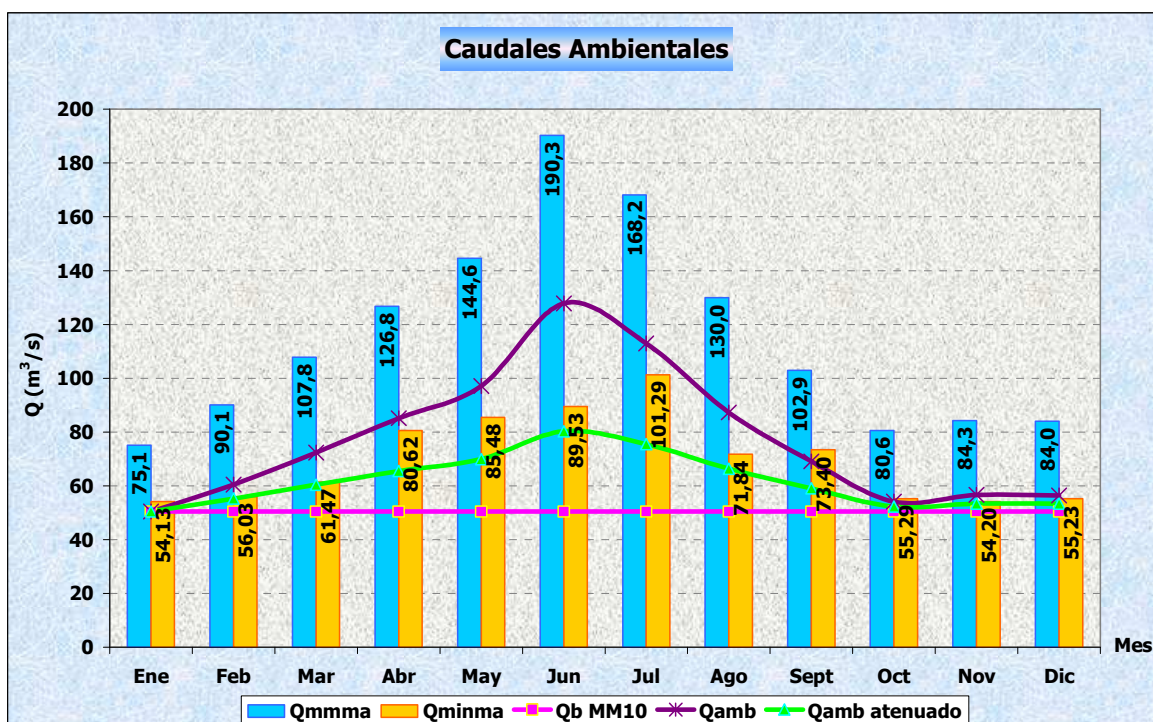
$Q_{amb_i}^*$ = Caudal ambiental mensual atenuado

Se generan entonces, dos alternativas de caudales ambientales mensuales, presentadas en la tabla 5.8 y en la figura 5.11.

TABLA 5.8: ALTERNATIVAS DE CAUDALES AMBIENTALES MENSUALES EN EL RÍO PASTAZA

Mes	Qamb (m ³ /s)	Qamb* (m ³ /s)
Enero	50.5	50.5
Febrero	60.5	55.3
Marzo	72.4	60.5
Abril	85.2	65.6
Mayo	97.1	70.0
Junio	127.9	80.3
Julio	113.0	75.5
Agosto	87.3	66.4
Septiembre	69.1	59.1
Octubre	54.2	52.3
Noviembre	56.6	53.5
Diciembre	56.4	53.4

FIGURA 5.11: ALTERNATIVAS DE CAUDALES AMBIENTALES MENSUALES EN EL RÍO PASTAZA

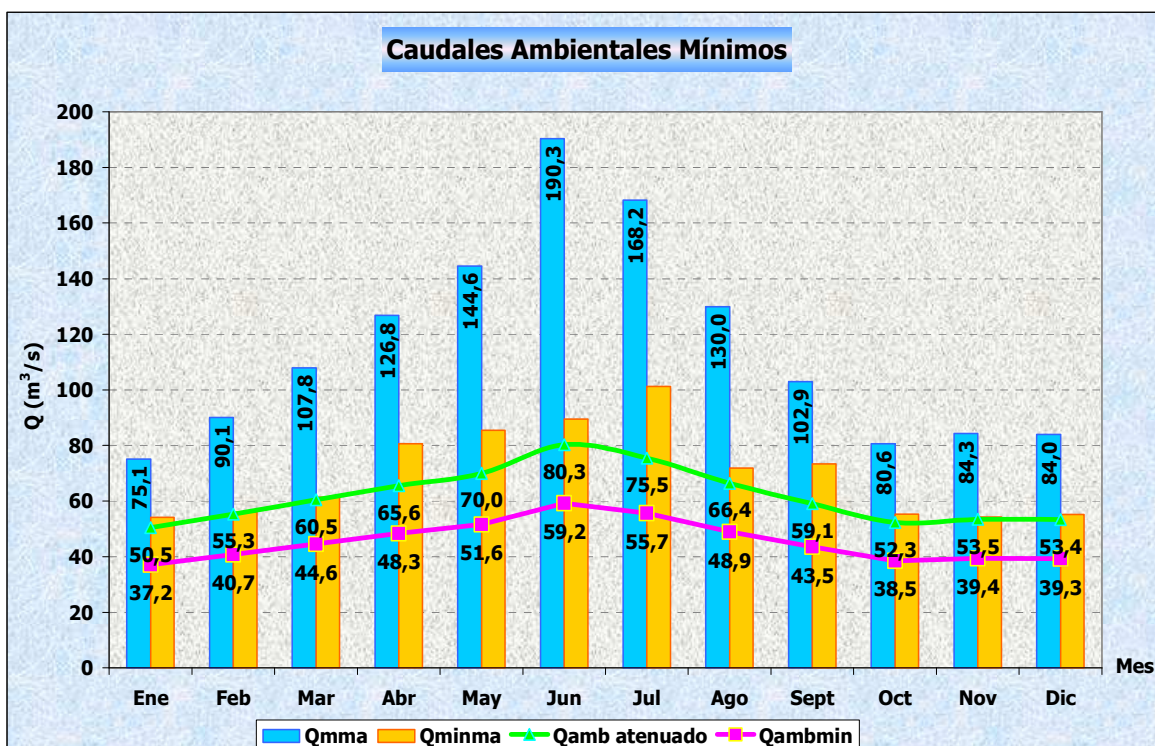


5.3.1.2.6. Caudales ambientales mínimos

Durante las épocas de sequía es probable que se presenten situaciones extremas con caudales naturales inferiores a los establecidos en el régimen de caudales ambientales habituales. En estas situaciones, éstos se limitan de acuerdo al análisis de medias móviles de forma análoga al caso presentado para el establecimiento del caudal base, pero para este caso se propone que el caudal mínimo circulante será el correspondiente a la aplicación del factor de variabilidad atenuado sobre el mínimo obtenido para la misma media móvil que definió el caudal base.

Para el caso de la presa Agoyán, el valor mínimo de la MM 10 que definió el caudal base corresponde a un caudal de $37.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Se debe recalcar que esta es una situación extraordinaria para el ecosistema, razón por la cual, este caudal puede mantenerse únicamente por el tiempo para el que fue calculado, es decir, únicamente 10 días por mes. Estos caudales ambientales mínimos se presentan en la figura 5.12.

FIGURA 5.12: CAUDALES AMBIENTALES MÍNIMOS EN EL RÍO PASTAZA



5.3.1.2.7. Caudales generadores

Las avenidas naturales tienen múltiples funcionalidades, y su determinación considera la estacionalidad de las mismas en el hidrograma natural. Para realizar el análisis estadístico, previamente se valida las series de caudales máximos, excluyendo los valores extraordinarios -muy superiores al promedio- de caudales correspondientes a los años 2000 y 2007, debido a que estos registros se vieron influenciados por el material arrastrado durante las erupciones del volcán Tungurahua en estos años.

5.3.1.2.7.1. Avenida Geomorfológica

Según CEDEX (1998), representa la máxima crecida ordinaria y para su cálculo se utiliza la expresión empírica de la ecuación (5.5) Martínez y Fernández (2006).

$$Q_{mco} = Q_{cm} * (0.7 + 0.6 * CV_{(Q_c)}) \quad (5.5)$$

Donde,

Q_{mco} = Caudal de la máxima crecida ordinaria

Q_{cm} = Caudal medio de la serie de máximos caudales medios diarios

$CV_{(Q_c)}$ = Coeficiente de variación de la serie de máximos caudales medios diarios

Siendo,

$$CV = \frac{s_x}{\bar{x}} \quad (5.6)$$

Donde,

s_x = desviación estándar de la muestra

\bar{x} = media aritmética de la muestra

x = valor de análisis

Se obtiene el caudal medio de la serie de máximos caudales medios diarios, la desviación estándar y el coeficiente de variación según se muestra en la ecuación (5.6); entonces se obtiene el caudal de la máxima crecida ordinaria según la ecuación (5.5).

Para definir el tiempo de retorno (Tr) de la avenida geomorfológica o generadora del lecho se utiliza la distribución estadística de Gumbel, que establece la ecuación (5.7) (Sánchez, 2007) para calcular la probabilidad de que se presente un valor inferior a x .

$$F(x) = e^{-e^{-b}} \quad (5.7)$$

Donde,

$F_{(x)}$ = probabilidad de que se presente un valor inferior a x

x = valor de análisis

e = base de logaritmo neperiano

El coeficiente b se calcula mediante la ecuación (5.8),

$$b = \sigma_y \left(\frac{x - \bar{x}}{s_x} \right) + \mu_y \quad (5.8)$$

Donde,

s_x = desviación estándar de la muestra

\bar{x} = media aritmética de la muestra

x = valor de análisis

σ_y y μ_y = coeficientes tabulados

El período de retorno (Tr) corresponde al inverso de la probabilidad de que se presente un valor inferior a x , como se observa en la ecuación (5.9).

$$Tr = \frac{1}{F_{(x)}} \quad (5.9)$$

Definiendo para esta zona, según Sánchez (2007), los coeficientes μ_y y σ_y corresponde a 0,5198 y 1,0481 respectivamente, mientras que, los restantes variables calculadas usando la hoja de cálculo son $s_x=190,07$; $\bar{x}=611,72$ y $x=542,25$.

Entonces,

$$b = 1.0481 \left(\frac{542.25 - 611.72}{190.07} \right) + 0.5198$$

$$b = -0.1367$$

La probabilidad de que se presente un caso superior a 542.25 m³/s es de $1-F(x)$,

$$F_{(542.25)} = e^{-e^{-0.1367}}$$

$$F_{(542.25)} = 0.42$$

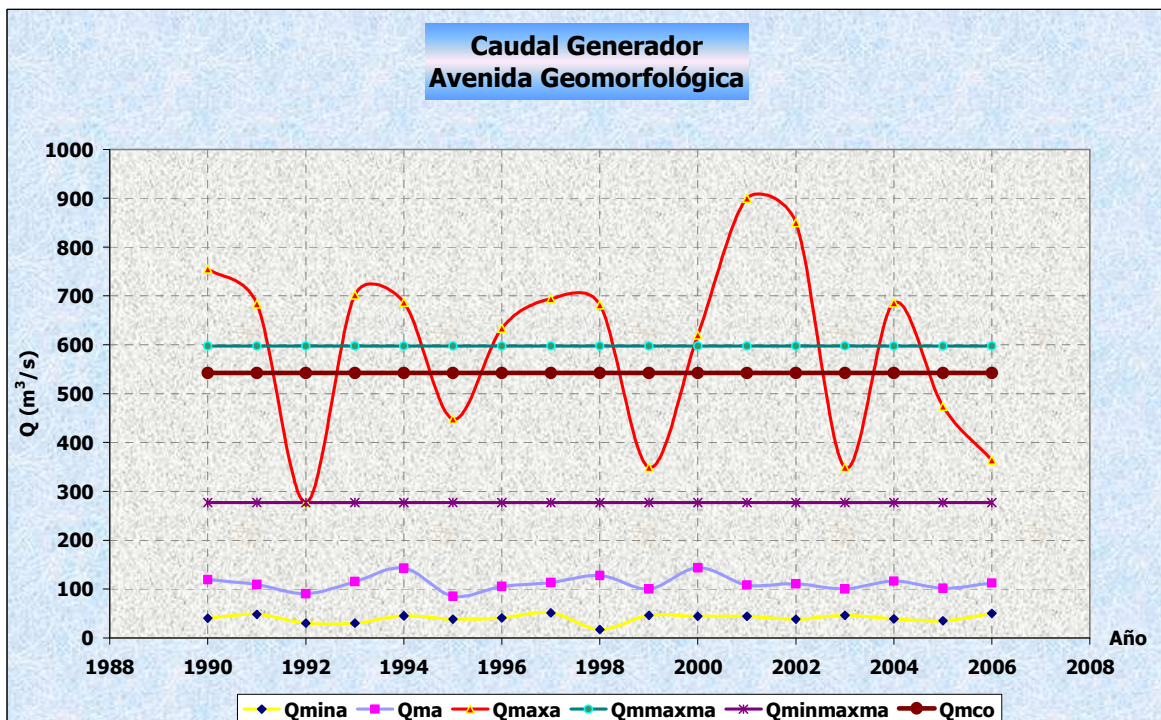
$$1 - F_{(542.25)} = 0.58$$

Por lo tanto, el 58% de los años presentan un caudal superior a 542.25 m³/s, con un período de retorno de:

$$Tr = \frac{1}{0.58}$$

$$Tr = 1.72 \text{ años}$$

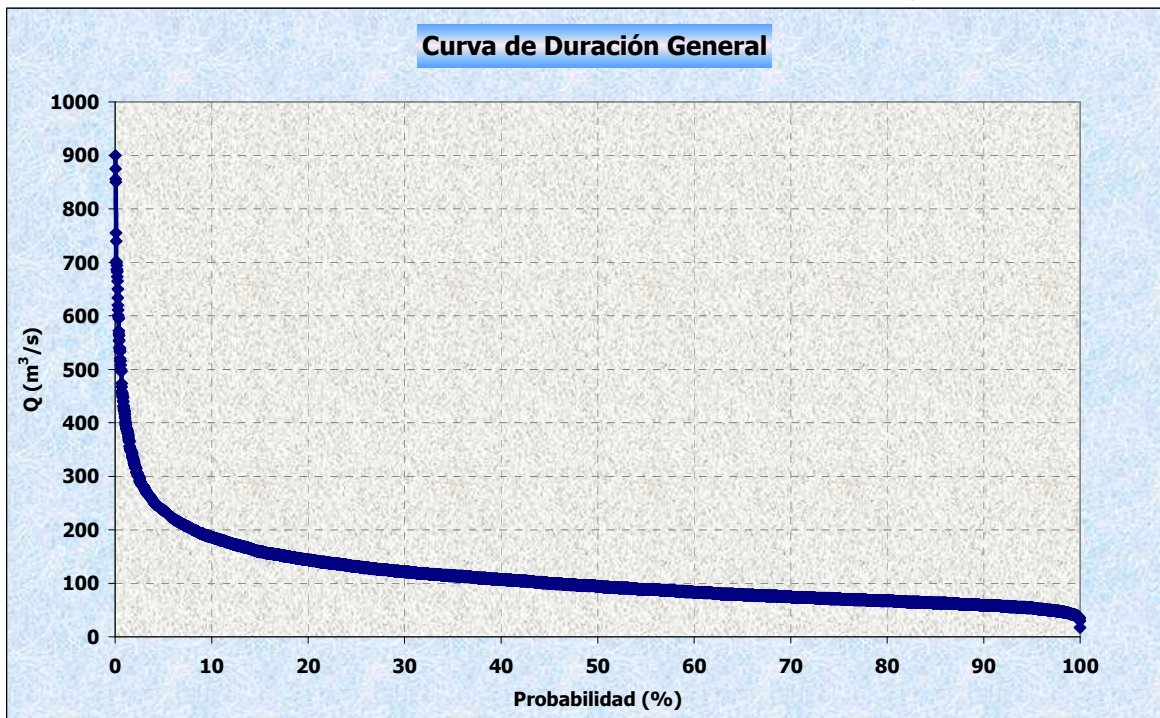
FIGURA 5.13: AVENIDA GENERADORA DEL LECHO EN EL RÍO PASTAZA



5.3.1.2.7.2. Avenidas Habituales

Se define el rango de avenidas habituales como el caudal correspondiente al percentil de excedencia del 5% en la curva de duración general de caudales. Para definir la probabilidad de excedencia se ordena los datos de acuerdo a su magnitud y se obtiene las probabilidades de tal forma de obtener la curva de duración general que se observa en la figura 5.14.

FIGURA 5.14: CURVA DE DURACIÓN GENERAL EN EL RÍO PASTAZA, ZONA DE AGOYÁN



Las avenidas habituales (Q_h), según Martínez y Fernández (2006), se definen dentro del hidrograma natural por la ecuación (5.10).

$$Q_{5\%} < Q_{m\acute{a}x} < Q_{mco} \quad (5.10)$$

Donde:

$Q_{5\%}$ = Caudal correspondiente al percentil de excedencia del 5%
en la curva de duración general

Q_h = Caudal correspondiente a las avenidas habituales

Q_{mco} = Caudal correspondiente a la máxima crecida ordinaria o caudal generador

Por lo tanto, según la tabla de datos que generó la figura 5.14, la probabilidad del 5% de excedencia corresponde a $236 \text{ m}^3/\text{s}$. De tal forma que las avenidas habituales se definen en los meses cuyos caudales máximos cumplan con:

$$236 \text{ m}^3 / \text{s} < Q_{\text{máx}} < 542,3 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Las avenidas habituales calculadas presentadas en la tabla 5.9, se calculan para los meses correspondientes a la estación lluviosa, y la frecuencia mensual (I_i) de estas avenidas se obtiene al aplicar la ecuación (5.11), mientras que para obtener su magnitud (Qh_i) se utiliza la ecuación (5.12).

$$I_i = \frac{Q_{\text{mm max ma}_i}}{Q_{\text{mmdma}_i}} \quad (5.11)$$

Donde,

I_i = Frecuencia mensual de avenidas habituales

$Q_{\text{mm max ma}_i}$ = Caudal medio mensual máximo multianual

Q_{mmdma_i} = Caudal medio mensual diario multianual

$$Qh_i = I_i * Qm^{\text{RCA}} \quad (5.12)$$

Donde,

I_i = Frecuencia mensual de avenidas habituales

Qh_i = Caudal de avenidas habituales

Qm^{RCA}_i = Caudal ambiental mensual

TABLA 5.9: FRECUENCIA Y MAGNITUD DE AVENIDAS ANUALES EN EL RÍO PASTAZA

Mes	Frecuencia mensual	Magnitud (m^3/s)
Abril	2	133.9
Mayo	2	150.3
Junio	3	211.8
Julio	3	214.3
Agosto	2	142.7

5.3.1.2.8. Calidad del agua

La calidad del agua debe definirse durante campañas de monitoreo para obtener resultados representativos. Estas campañas de monitoreo deben realizarse de manera estacional para apreciar la influencia del régimen hidrológico sobre la misma.

La calidad del agua en la presa Agoyán se define bajo los criterios de uso de agua siguiendo el lineamiento de la normativa ambiental. En la tabla A.5.1. del anexo 5 se muestran los resultados de los análisis de agua comparados con los límites permisibles para agua con fines de preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías, obtenidos de la tabla 3 del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS.

Este análisis es una estimación de la calidad del agua pues únicamente es el resultado de un muestreo puntual. A partir de estos resultados se define que el agua es de mala calidad pues incumple los parámetros de oxígeno disuelto, pH, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, arsénico, bario, cadmio, zinc, plomo, cobre, cromo total, fenoles, manganeso, materia flotante, níquel y coliformes fecales. Esto indica una alta contaminación del recurso hídrico, por el alto contenido de metales pesados, baja concentración de oxígeno disuelto, y abundante presencia de coliformes totales.

La conductividad eléctrica es un parámetro que también proporciona una idea general de las características de calidad del agua y a diferencia de los parámetros puntuales del muestreo anterior, este parámetro es monitoreado continuamente en la estación Pastaza en Baños; presenta registros históricos con una media de 330 $\mu\text{mhos/cm}$, valor superior al rango de 30 a 60 $\mu\text{mhos/cm}$ -indicador de buen estado para aguas corriente (Balarezo, 2006)-; por lo que se define al sistema como eutrófico.

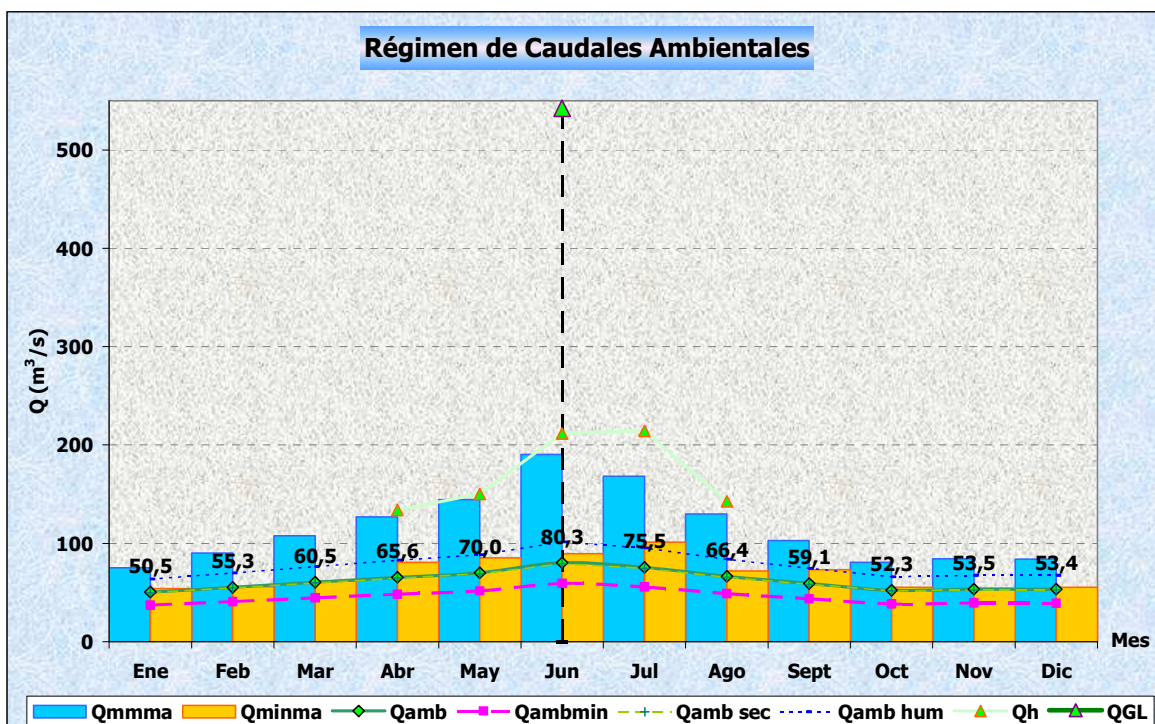
5.3.1.2.9. Resultado final

Finalmente, el régimen de caudales ambientales está compuesto por los valores presentados en la tabla 5.10, mostrando su aproximación con el régimen natural en la figura 5.15.

TABLA 5.10: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO PASTAZA

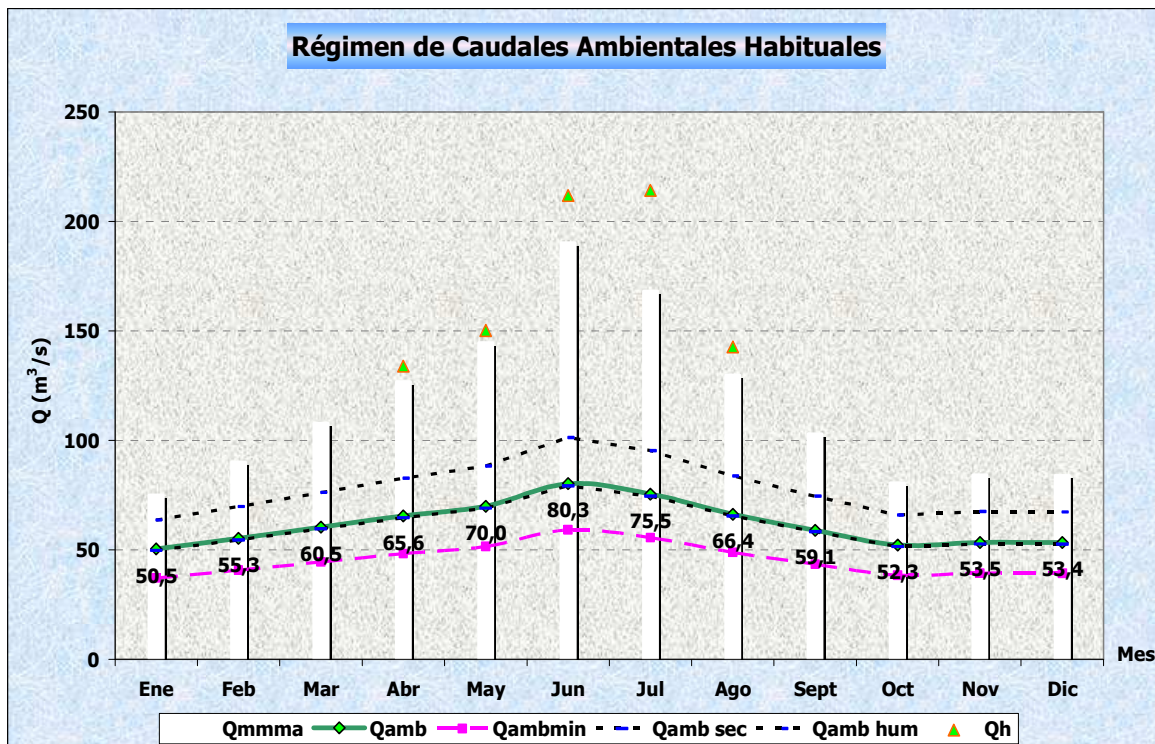
Mes	Q amb (m ³ /s)	Q amb seco (m ³ /s)	Q amb húmedo (m ³ /s)	Q mín por 10 días consecutivos (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Q _{GL} (m ³ /s)	Qh (m ³ /s)
Enero	50.5	49.8	63.7	37.2			
Febrero	55.3	54.5	63.7	40.7			
Marzo	60.5	59.7	69.8	44.6			
Abril	65.6	64.7	76.3	48.3			133.9
Mayo	70.0	69.1	82.8	51.6			150.3
Junio	80.3	79.3	88.4	59.2	17	542.3	211.8
Julio	75.5	74.5	101.4	55.7			214.3
Agosto	66.4	65.5	95.3	48.9			142.7
Septiembre	59.1	58.3	83.8	43.5			
Octubre	52.3	51.6	74.6	38.5			
Noviembre	53.5	52.8	66.0	39.4			
Diciembre	53.4	52.7	67.5	39.3			

FIGURA 5.15: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO PASTAZA



Para que se pueda observar mejor la variación que se presenta el régimen de caudales ambientales se lo grafica sin considerar el Q_{GL} en la figura 5.16.

FIGURA 5.16: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO PASTAZA



5.3.2. RÍO CUTUCHI

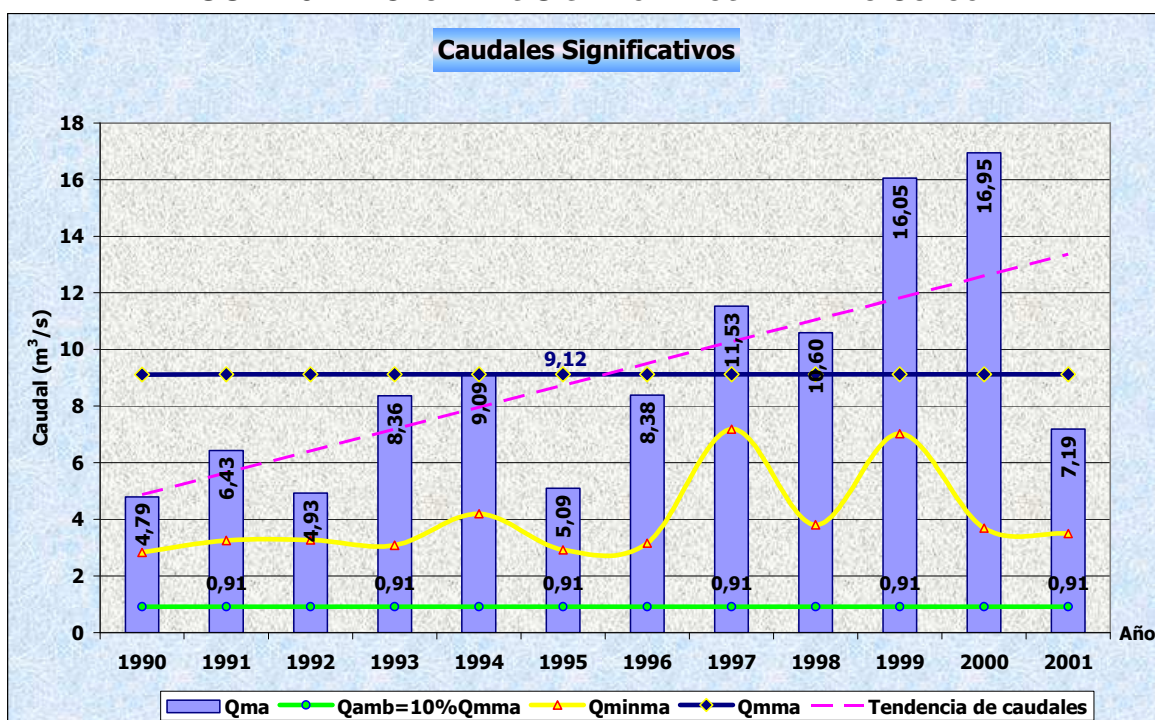
Esta es la zona más seca de la cuenca con un clima templado semi-húmedo, presenta un régimen bimodal de distribución de caudales naturales que se verifica con dos épocas lluviosas comprendidas entre los meses de marzo a junio y de octubre a diciembre, las mismas que definen el año hidrológico -ubicando los valores mínimos de caudales diarios hacia el centro del mismo-.

Se presentan los resultados de la determinación de caudales ambientales que se obtuvo al aplicar las mismas consideraciones y análisis que se utilizaron para el caso de la presa Agoyán, de las cuales, las más importantes para la validación de la metodología se presentan en el capítulo de discusión de resultados.

5.3.2.1. Diez por ciento del Qmma

Para este tramo fluvial el caudal ambiental que representa el 10% del Qmma corresponde a $0.91 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal se gráfica en la figura 5.17, donde además, para fines comparativos se presentan los valores de caudales medios (Qma) y mínimos mensuales anuales (Qminma) -obtenidos de los registros de la estación Cutuchi AJ Yanayacu- y, la tendencia cronológica de los Qma -obtenida mediante la herramienta “agregar línea de tendencia” del utilitario Microsoft Office Excel-.

FIGURA 5.17: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO CUTUCHI



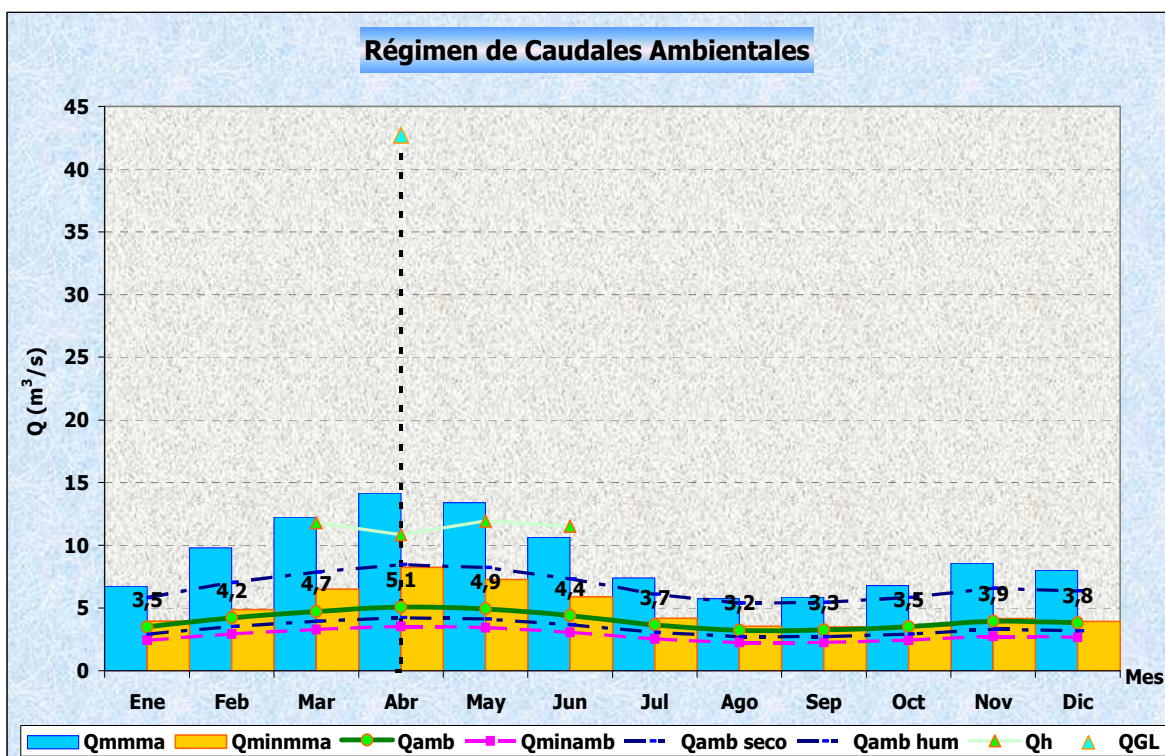
5.3.2.2. Régimen de caudales ambientales

Para la zona crítica definida en el río Cutuchi se aplican todos los componentes del régimen de caudales ambientales establecidos en el planteamiento de la metodología. El régimen determinado se presenta en la tabla 5.11, y se visualiza en la figura 5.18.

TABLA 5.11: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CUTUCHI

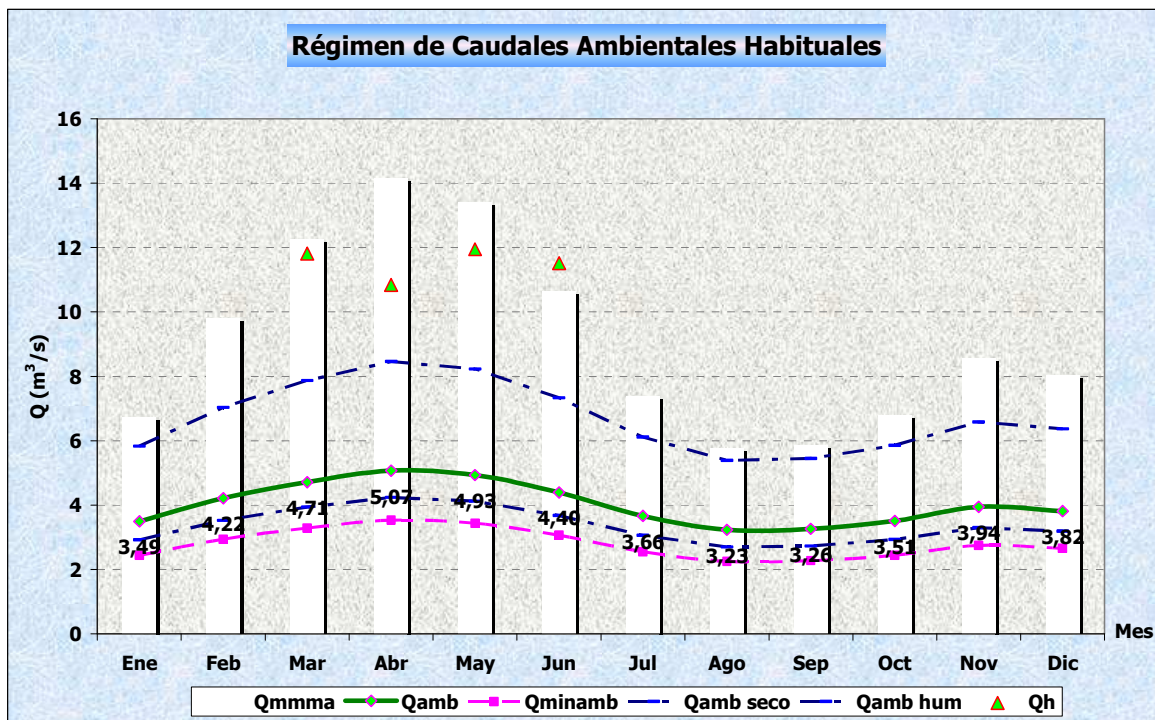
Mes	Q amb (m ³ /s)	Q amb seco (m ³ /s)	Q amb húmedo (m ³ /s)	Q mín por 10 días consecutivos (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Q _{GL} (m ³ /s)	Q h (m ³ /s)
Enero	3.49	2.92	5.83	2.43			
Febrero	4.22	3.52	7.04	2.94			
Marzo	4.71	3.94	7.87	3.28			11.8
Abril	5.07	4.24	8.46	3.53			10.8
Mayo	4.93	4.12	8.23	3.43			11.9
Junio	4.40	3.67	7.33	3.06	1.7	42.7	11.5
Julio	3.66	3.06	6.11	2.55			
Agosto	3.23	2.70	5.39	2.25			
Septiembre	3.26	2.73	5.44	2.27			
Octubre	3.51	2.93	5.86	2.44			
Noviembre	3.94	3.30	6.58	2.75			
Diciembre	3.82	3.19	6.37	2.66			

FIGURA 5.18: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CUTUCHI



El régimen de caudales ambientales habituales -que no considera el caudal generador- se presenta en la figura 5.19, permitiendo observar su variabilidad y analogía al régimen hidrológico natural.

FIGURA 5.19: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CUTUCHI

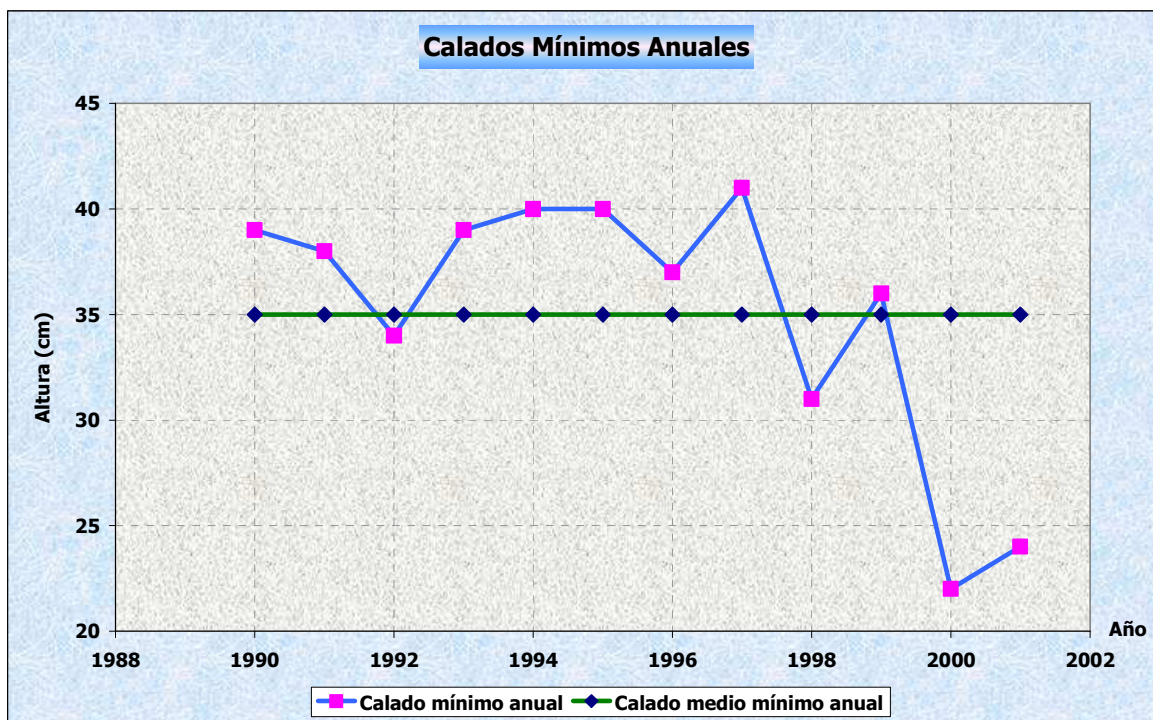


Este régimen ambiental incluye el componente del caudal de acondicionamiento, el cual se basa en criterios biológicos para establecer el nivel del agua presente en tramos representativos del río. La insuficiente información biológica en la zona, limita la determinación de este caudal a criterios de análisis estadísticos de los calados mínimos registrados y de la información biológica que se encuentra en la literatura referente a caudales ambientales.

El análisis estadístico de los calados mínimos registrados consiste en obtener el valor medio mínimo multianual de los años en estudio; este calado mínimo a respetar en condiciones de régimen de caudal ambiental es de 35 cm.

Sin embargo, como se observa en la figura 5.20, calados inferiores pueden presentarse naturalmente en años secos o que presentan variabilidad extrema debido a la influencia del fenómeno de El Niño -por ejemplo-, situaciones en las cuales este calado no se mantendrá obligatoriamente.

FIGURA 5.20: CALADOS MÍNIMOS ANUALES PARA EL RÍO CUTUCHI



A nivel biológico, se obedece el criterio presentado por Castro *et al.* (2006), que sugieren que la profundidad a mantenerse debe ser mayor a 12 cm para el normal desplazamiento de las truchas pequeñas y a 18 cm para las truchas de tamaño superior.

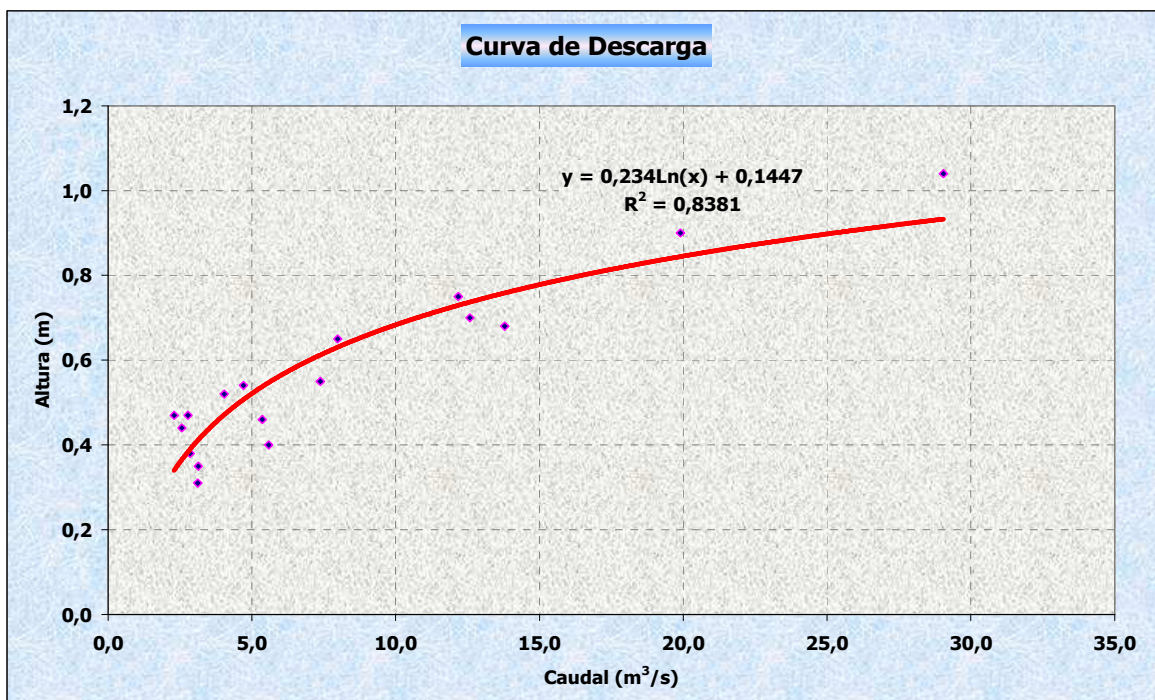
Para determinar si el caudal base mantiene los calados establecidos, se obtiene mediante los aforos realizados en el mismo período de años en estudio -para esta estación- la curva de descarga que se observa en la figura 5.21.

Al aplicar la ecuación para calcular el caudal ambiental base y el caudal ambiental mínimo se obtienen los calados que se muestran en la tabla 5.12.

TABLA 5.12: CURVA DE DESCARGA PARA RÍO CUTUCHI

	Q (m^3/s)	Profundidad (m)
Qb	3.23	0.42
Qbmin	2.25	0.33

FIGURA 5.21: CURVA DE DESCARGA PARA EL RÍO CUTUCHI



5.3.3. RÍO CEBADAS

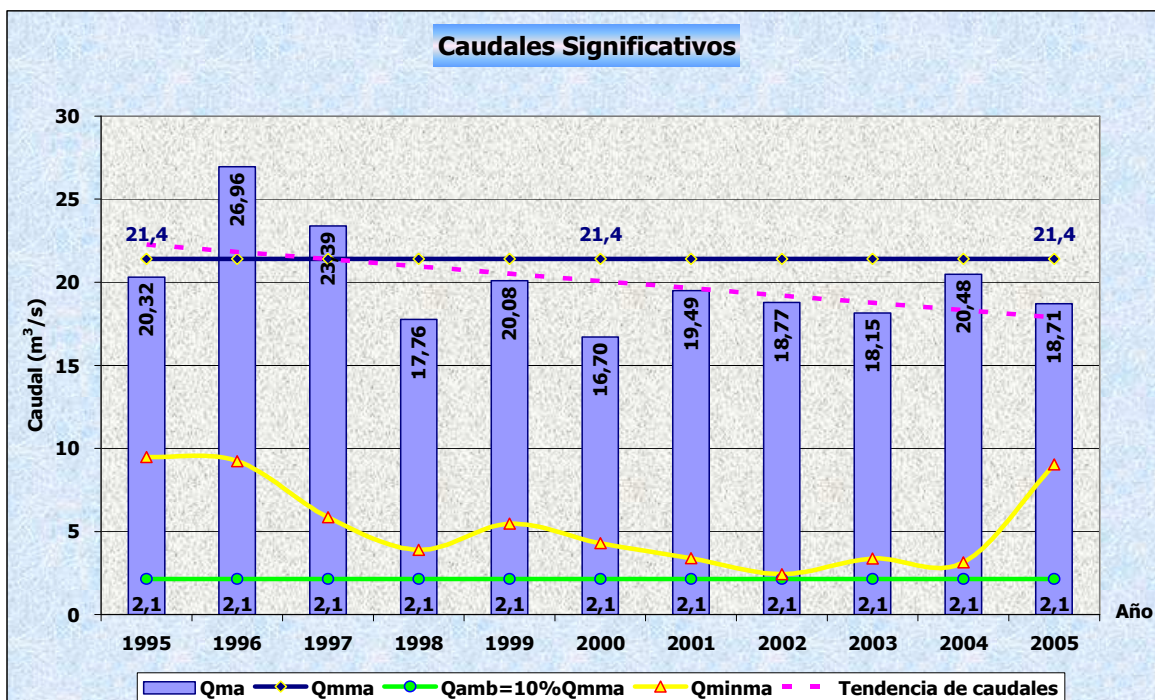
Esta zona presenta un régimen hídrico unimodal de distribución de caudales naturales con época lluviosa que inicia en mayo y termina en agosto, el mes de mayores caudales circulantes es julio, mismo que se ha seleccionado para el inicio del año hidrológico.

Se presentan los resultados de la determinación del régimen de caudales ambientales que se obtuvo al aplicar las mismas consideraciones y análisis que se utilizaron para el caso de la presa Agoyán, de las cuales, las más importantes se discuten en el capítulo de discusión de resultados.

5.3.3.1. Diez por ciento del Qmma

Para este tramo fluvial el caudal ambiental que representa el 10% del Qmma, es de 2.1 m³/s. En la figura 5.22 se presenta este caudal y para fines comparativos se muestran los valores de caudales medios anuales (Qma) y caudales mínimos mensuales anuales (Qminma) -obtenidos de los registros de la estación Cebadas AJ Guamote- y la tendencia cronológica que presentan los Qma -obtenida mediante la herramienta "agregar línea de tendencia" del utilitario Microsoft Office Excel-.

FIGURA 5.22: CAUDALES SIGNIFICATIVOS EN EL RÍO CEBADAS



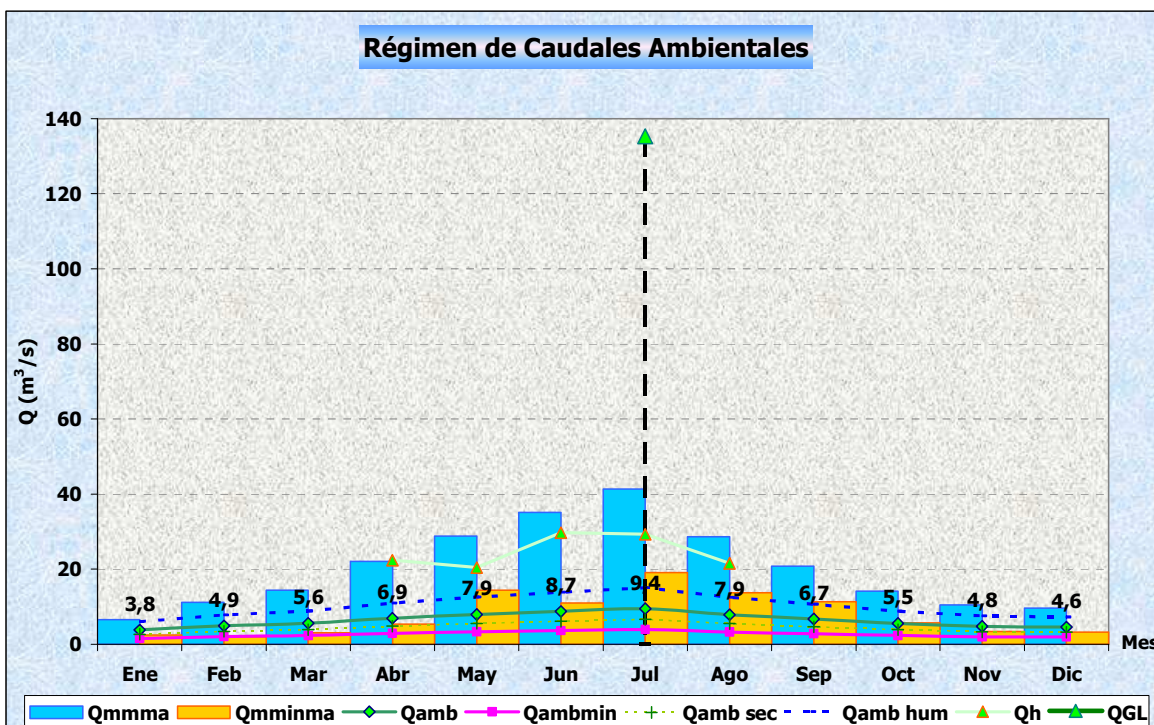
5.3.3.2. Régimen de caudales ambientales

Para la zona crítica definida en el río Cebadas se aplican los componentes establecidos en el planteamiento de la metodología del régimen de caudales ambientales. Los resultados, se presentan en la tabla 5.13 y en la figura 5.23.

TABLA 5.13: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CEBADAS

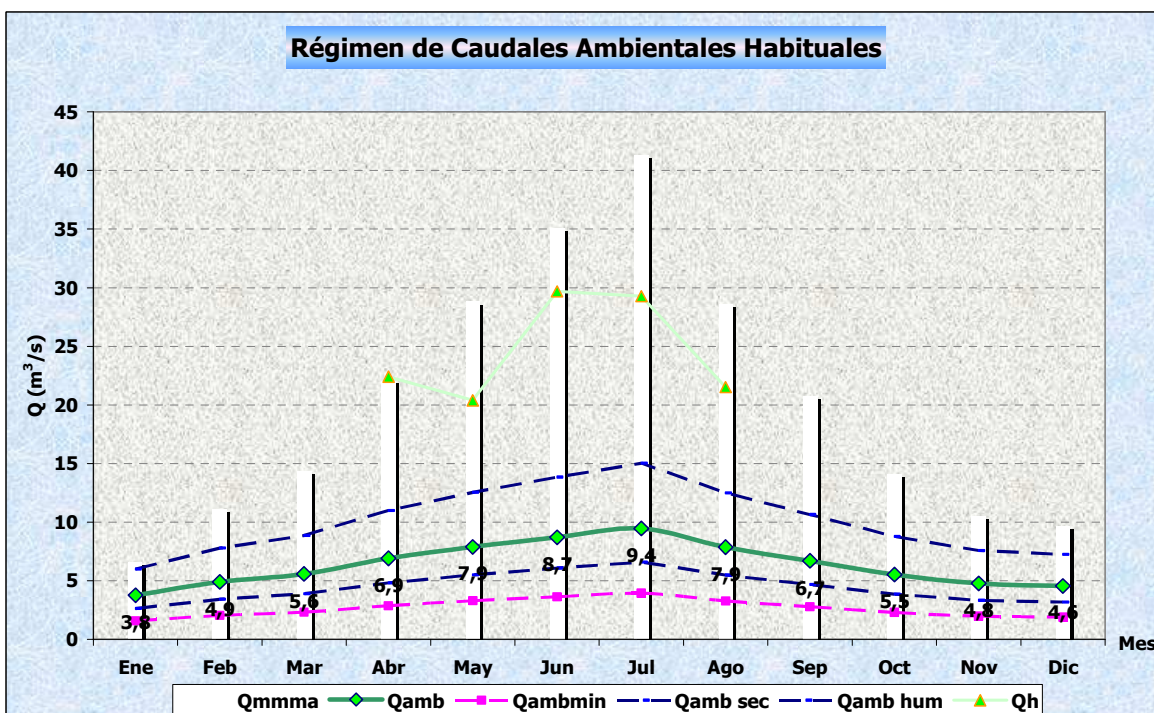
Mes	Q amb (m³/s)	Q amb seco (m³/s)	Q amb húmedo (m³/s)	Q mín por 15 días consecutivos (m³/s)	Qmin (m³/s)	Q _{GL} (m³/s)	Qh (m³/s)
Enero	3.77	2.63	5.99	1.57			
Febrero	4.90	3.42	7.78	2.04			
Marzo	5.58	3.89	8.86	2.32			
Abril	6.91	4.82	10.98	2.88			22.40
Mayo	7.89	5.51	12.54	3.29			20.39
Junio	8.71	6.08	13.84	3.63			29.69
Julio	9.45	6.59	15.01	3.94	0.80	135.3	29.28
Agosto	7.86	5.49	12.50	3.28			21.53
Septiembre	6.70	4.67	10.64	2.79			
Octubre	5.53	3.86	8.78	2.30			
Noviembre	4.76	3.32	7.57	1.98			
Diciembre	4.56	3.18	7.25	1.90			

FIGURA 5.23: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES EN EL RÍO CEBADAS



El régimen de caudales ambientales habituales, el cual no considera el caudal generador, permite observar su variación y analogía al régimen hidrológico natural en la figura 5.24.

FIGURA 5.24: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CEBADAS



CAPÍTULO 6

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. RESUMEN

Este capítulo presenta el análisis y discusión de los resultados de la determinación de caudales ambientales presentados en el capítulo cinco, obtenidos tanto por la metodología del 10% del Qmma como por la metodología de régimen de caudales ambientales propuesta.

6.2. ANTECEDENTES

Para la determinación de los caudales ambientales existen gran cantidad de metodologías y métodos, los mismos que, generalmente han sido desarrollados en países con diferentes regímenes climáticos e hidrológicos a los que se presentan a nivel local o con requerimientos de información técnica extensa, actualmente no disponible en el entorno local.

Estas metodologías ocupan un lugar central del debate de la gestión hídrica sostenible y es por esto que, el planteamiento de una nueva metodología referencial para usarse en el entorno local requiere su validación mediante su aplicación en la zona de interés y el análisis de sus resultados.

La discusión de los resultados se basa en la viabilidad de su implementación en el contexto hidrológico natural, considerando tanto la gestión ambiental como la gestión para el aprovechamiento hídrico.

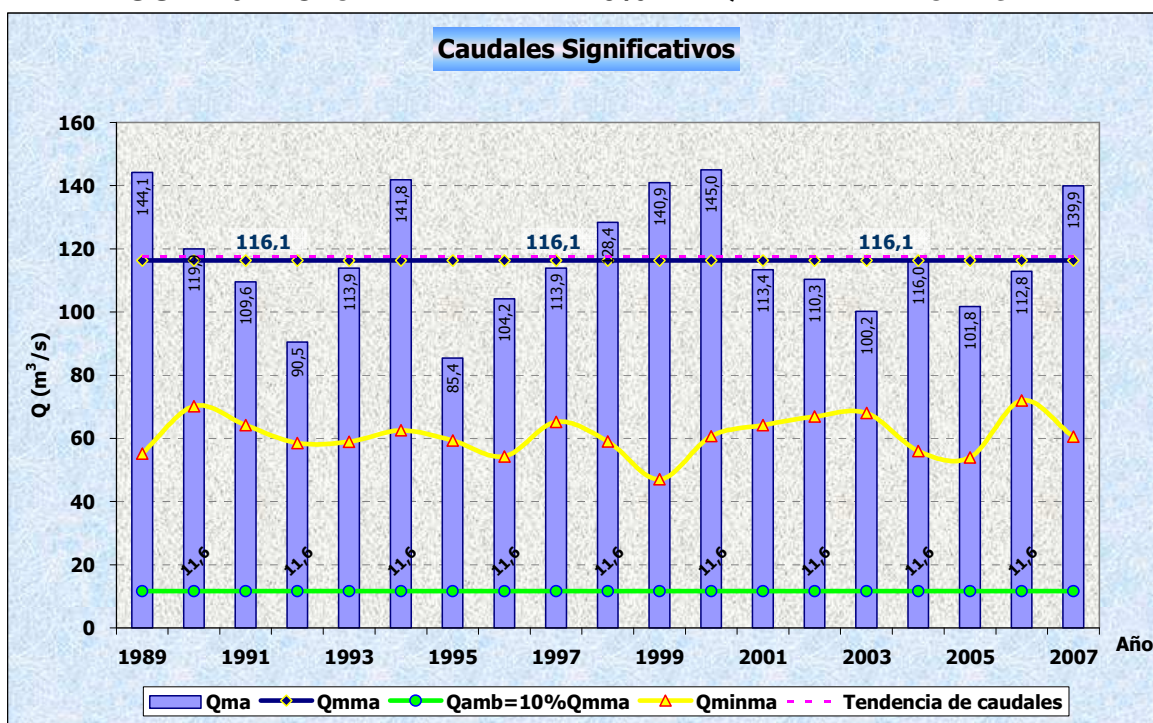
6.3. DIEZ POR CIENTO DEL QMMA

Este método se expuso como línea base para este estudio, y brindó los resultados que se discuten de manera particular para cada zona de interés.

6.3.1. PRESA AGOYÁN

El caudal ambiental está representado por el 10% de Q_{mma} que corresponde a $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Sin embargo, como se muestra en la figura 6.1 este caudal no considera la variabilidad hidrológica natural ni respeta la magnitud del régimen hidrológico, pues se encuentra por debajo de los caudales mínimos mensuales anuales registrados -constituyendo desde el 16.1% hasta el 24.7% de éstos-, mismos que representan situaciones críticas de sequía para el ecosistema.

FIGURA 6.1: CAUDAL AMBIENTAL -10% DEL QMMA- EN EL RÍO PASTAZA

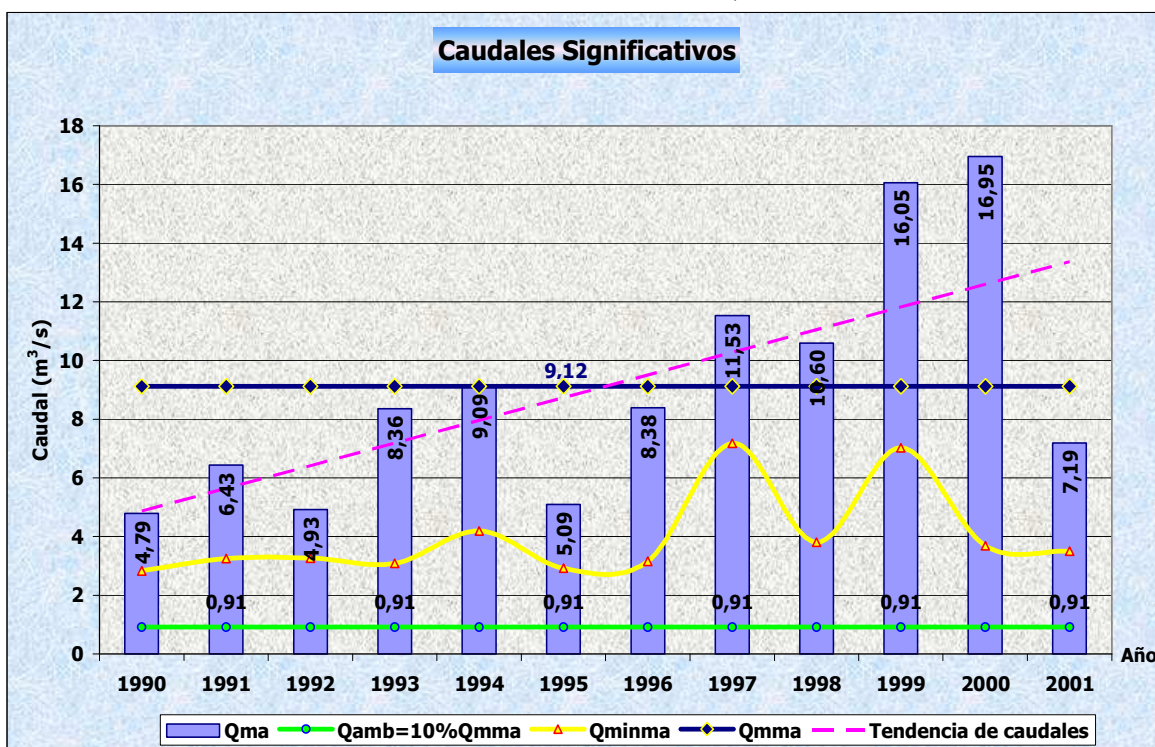


Las curvas de caudales medios anuales y caudales mínimos mensuales anuales que se muestran en la figura 6.1 no presentan las mismas tendencias, lo que evidencia la alta variabilidad intraanual del río. Ésta se observa claramente en los años 1989 y 1999 -por ejemplo- en los que, los Q_{ma} altos de $144,1 \text{ m}^3/\text{s}$ y $140,9 \text{ m}^3/\text{s}$ corresponde a Q_{minma} bajos de $55,2 \text{ m}^3/\text{s}$ y $47,0 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

6.3.2. RÍO CUTUCHI

El caudal ambiental en este tramo fluvial corresponde a $0.91 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal que como se observa en la figura 6.2; al igual que en la presa Agoyán, representa una condición anormal para los ecosistemas, pues no cumple con los valores de caudales mínimos mensuales anuales registrados. Además de no considerar ningún tipo de variabilidad hidrológica.

FIGURA 6.2: CAUDAL AMBIENTAL -10% DEL QMMA- EN EL RÍO CUTUCHI



Este caudal ambiental es insuficiente para mantener condiciones saludables de los ecosistemas, pues representa desde el 5.4% hasta el 19.0% de los caudales medios anuales, y del 12.7% hasta el 32.2% de los caudales mínimos mensuales anuales.

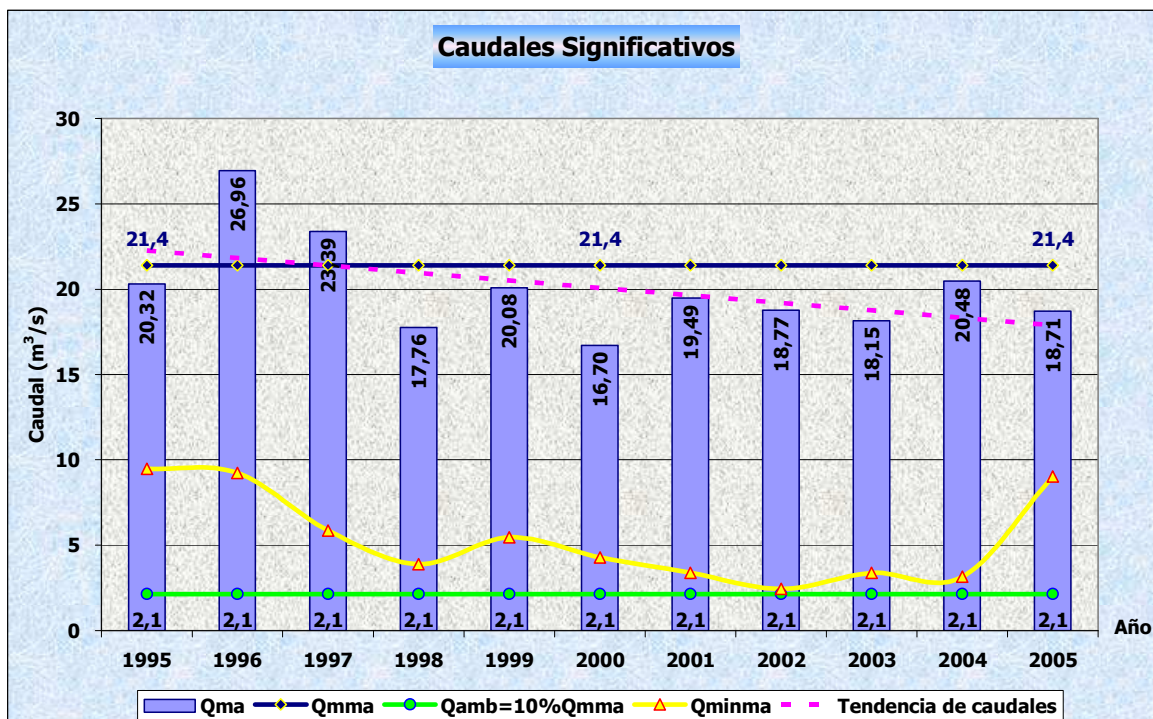
6.3.3. RÍO CEBADAS

Para este tramo fluvial el caudal ambiental es de $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$, valor que como se observa en la figura 6.3, tampoco sufre las necesidades de los caudales mínimos mensuales anuales registrados, a pesar de ser el más próximo a éstos.

Este caudal ambiental más cercano al régimen hidrológico -al menos en términos de magnitud de caudales- representa desde el 7.9% hasta el 12.8% de los

caudales medios anuales, mientras que su proporción con los caudales mínimos mensuales anuales representa desde el 22.6% hasta el 87.7%.

FIGURA 6.3: CAUDAL AMBIENTAL -10% DEL QMMA- EN EL RÍO CEBADAS



Este caudal ambiental más cercano al régimen hidrológico -al menos en términos de magnitud de caudales- representa desde el 7.9% hasta el 12.8% de los caudales medios anuales, mientras que su proporción con los caudales mínimos mensuales anuales representa desde el 22.6% hasta el 87.7%.

Para las tres zonas de interés esta metodología propone caudales invariables en el tiempo, lo que afecta los ciclos biológicos de las comunidades naturales. Esto limita la conservación, manejo o desarrollo de estas comunidades y por lo tanto de los ecosistemas, tanto fluviales como riparios.

Además, los caudales ambientales definidos no cumplen con el axioma que sugiere que el caudal ambiental debe respetar el caudal medio mensual mínimo o del mes más seco, pues para las tres zonas se encuentra por debajo de éste, representando desde el 87.7% para el caso más favorable en el río Cebadas hasta el 12.7% para el caso más desfavorable en el río Cutuchi.

6.4. RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES

6.4.1. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Las zonas de interés se seleccionaron tanto por la presión hídrica a la cual están sometidas como por la información a nivel hidrológica de la que disponen. La información disponible para cada zona se presenta en el anexo 6.

Sin embargo, a pesar de mantener información en períodos suficientemente extensos para aplicar la metodología propuesta, esta debió ser tratada previamente pues presentaba inconsistencias -que se presentan a continuación para cada zona de estudio-.

6.4.1.1. Presa Agoyán

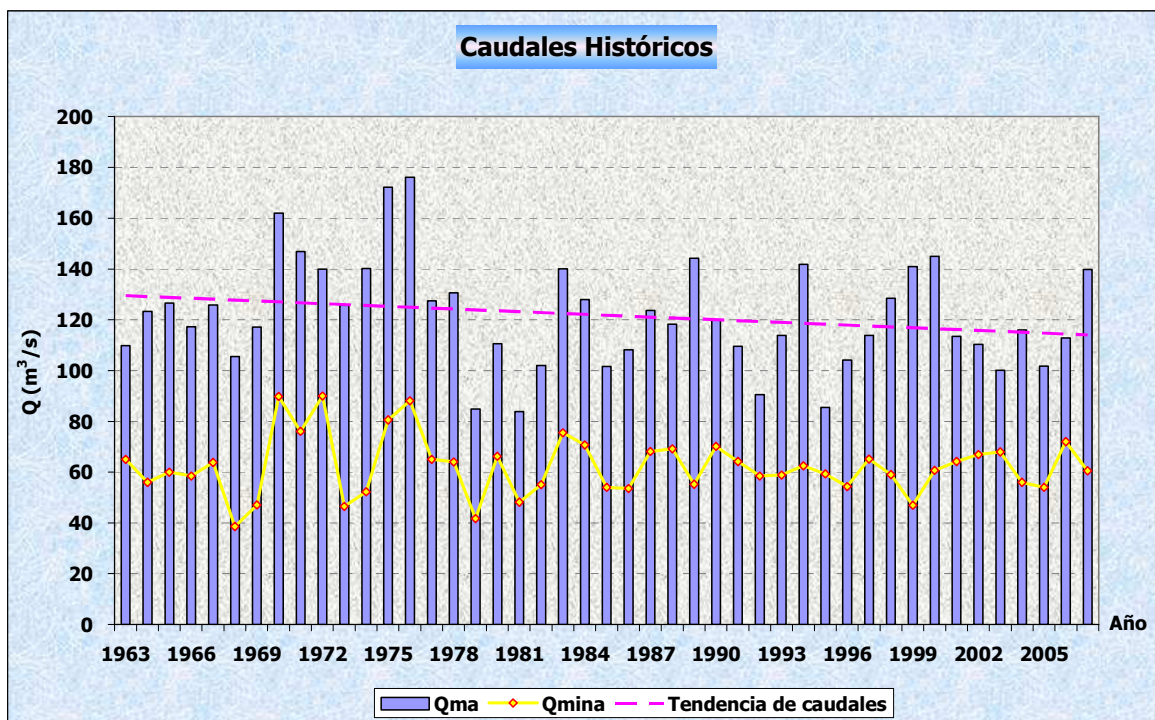
La zona de la presa Agoyán a simple vista presentaba la mejor información, pues los registros facilitados por la compañía Hidroagoyan S.A. inician en el año 1963 y continúan hasta la fecha, además las lagunas de información que presentan estos registros son menores al 0.03%.

Al verificar la calidad de la información se comprobó que existían diferencias considerables entre los períodos de años previos y posteriores al año 1989. Esta diferencias según se verificó se debían a que, a pesar de estar contenidas en un mismo registro no correspondían a una misma estación hidrológica.

Los datos reportados previos al año 1989 se obtuvieron de la observación en la estación codificada como H800 - Pastaza en Baños ubicada aproximadamente 200 m aguas arriba del sitio de la presa, mientras que, la información posterior a este año se obtiene directamente en el sitio de la presa.

Debido a su ubicación se esperaba que los registros de la estación H800 sean próximos o ligeramente inferiores a los registrados en la presa Agoyán; sin embargo, al contrario de lo esperado se registraban caudales superiores. Estas diferencias se verificaron con los valores de caudales medios anuales y se observan en la figura 6.4.

FIGURA 6.4: CAUDALES ANUALES REGISTRADOS EN EL RÍO PASTAZA



Se estima que las diferencias entre estos dos períodos de años previos y posteriores al año 1989 pueden deberse a dos situaciones, por un lado, a la subjetividad de las observaciones y por otro lado, por el proceso usado para obtener las mismas.

La subjetividad de observaciones se refiere a la apreciación personal impuesta por cada observador a las lecturas en las regletas de cada una de estas dos estaciones limnimétricas.

Otro factor influyente puede ser el proceso o tratamiento que se da a la información, pues los datos de caudales medios diarios registrados en la estación H800 son promedios de dos lecturas diarias mientras que los datos de la presa corresponden a promedios de datos horarios.

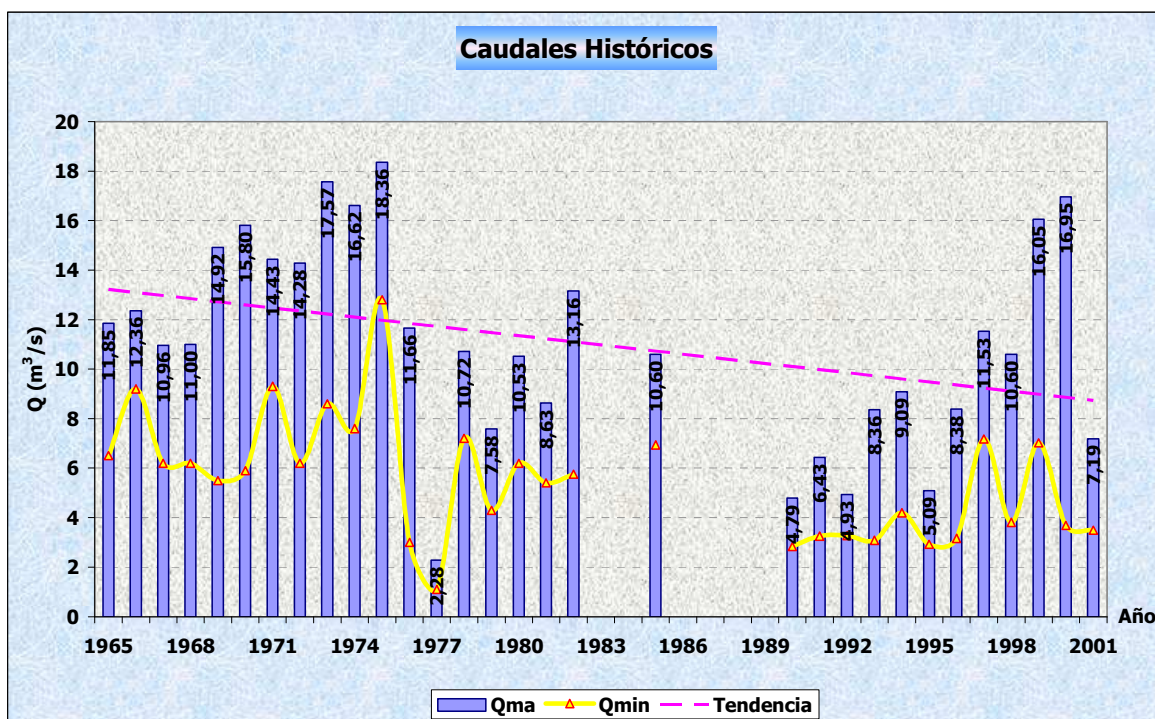
6.4.1.2. Río Cutuchi

En la información hidrológica para la zona ubicada en el río Cutuchi también se verificó que los caudales anuales registrados presentan una marcada tendencia decreciente, como se observa en la figura 6.5. Esta situación se debe a las

concesiones que se han incrementado en los últimos años en la cuenca y que se ven reflejadas directamente en el caudal circulante por el río.

Por lo tanto, para definir caudales ambientales se seleccionó el período de información confiable y más reciente, éste corresponde al período comprendido entre los años 1990 y 2001.

FIGURA 6.5: CAUDALES ANUALES REGISTRADOS EN EL RÍO CUTUCHI

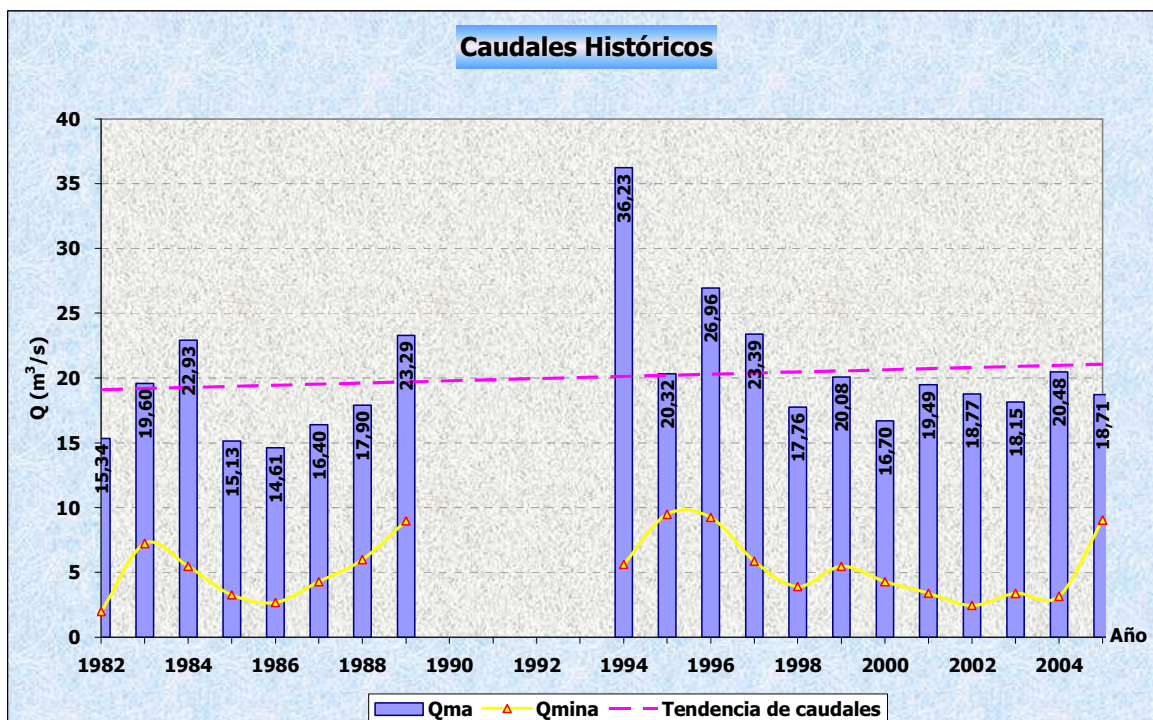


6.4.1.3. Río Cebadas

La información hidrológica para la zona ubicada en el río Cebadas muestra una ligera tendencia de aumento en los caudales anuales registrados. Esta situación se ve influenciada por la presencia del año 1994 que como se observa es un año marcadamente irregular con valores de caudales por encima de lo normal, por lo que se lo excluye de la información a utilizar.

Por lo tanto, para la definición de caudales ambientales se seleccionó el último período de años con información confiable, comprendido entre los años 1995 a 2005.

FIGURA 6.6: CAUDALES ANUALES REGISTRADOS EN EL RÍO CEBADAS



6.4.2. AÑO HIDROLÓGICO

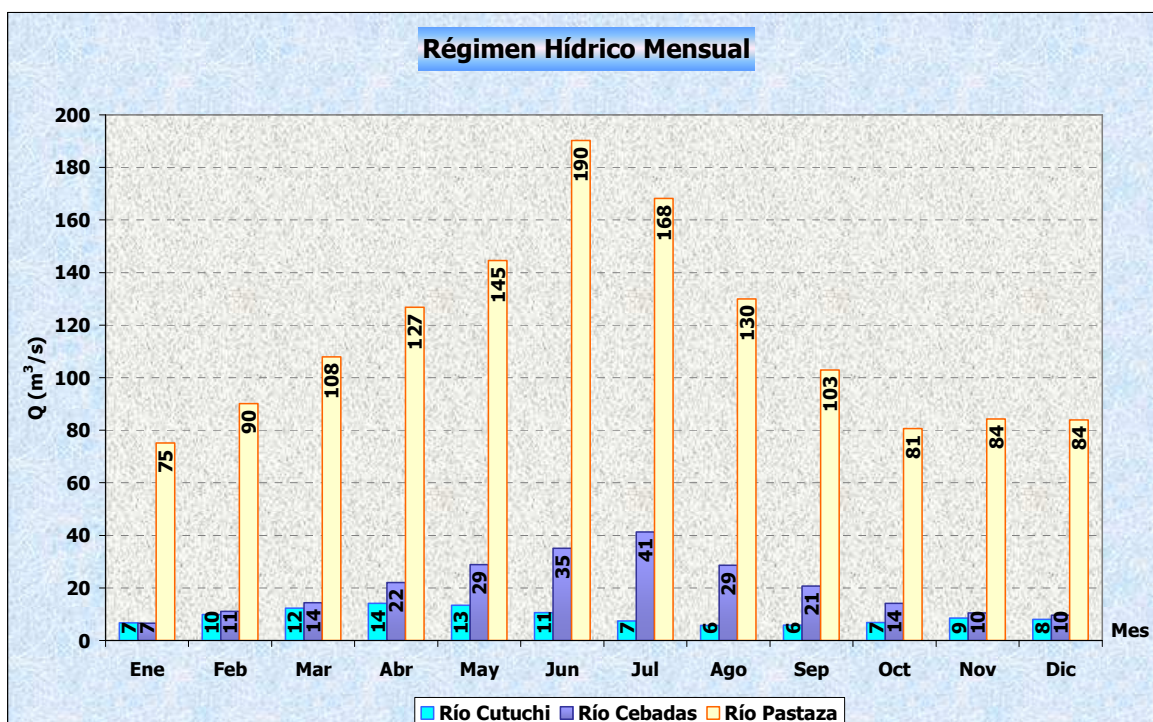
La definición del año hidrológico es importante para la determinación de caudales ambientales, por lo que, para cada una de las zonas se realizó el análisis de los valores medios mensuales multianuales en el año calendario que se observa en la figura 6.7.

La información presentada en la figura 6.7 permite definir los años hidrológicos que se muestran en la tabla 6.1, de tal forma que los meses con caudales medios diarios mínimos se encuentren ubicados hacia el centro del mismo.

TABLA 6.1: AÑOS HIDROLÓGICOS DE LAS ZONAS DE INTERÉS

Zona	Año hidrológico
Río Cutuchi	Julio - junio
Río Cebadas	Mayo - junio
Río Pastaza	Junio - julio

FIGURA 6.7: CAUDALES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES REGISTRADOS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO: RÍO CEBADAS, RÍO CUTUCHI Y RÍO PASTAZA EN LA ZONA DE AGOYÁN



6.4.3. CAUDAL BASE

El caudal base considera la variabilidad intraanual e interanual, esto brinda flexibilidad a la propuesta y un acercamiento más real a la hidrología natural. El valor de caudal base que se estableció es el calculado para el período completo de años, dejando libertad de disminuirlo durante años secos e incrementarlo durante años húmedos según se establecieron los caudales base para este tipo de años.

Para cada estación se escogieron los caudales correspondientes a los tres mayores cambios de pendiente de la curva, como se observó -a manera de ejemplo- en la figura 5.5 para el tramo fluvial aguas abajo de la presa Agoyán.

Posteriormente se realiza el análisis de la viabilidad de la implementación de estos caudales en el régimen regulado. Este análisis consistió en determinar cual es la proporción que mantienen con el Q_{mma} , dado que es ese el criterio que se está usando en la actualidad para mantener caudales ambientales en el país. Estas relaciones se observan en las figura 6.5 a 6.8, para el río Pastaza en la zona de Agoyán, río Cutuchi y río Cebadas respectivamente.

FIGURA 6.8: QB REFERENCIADOS A QMMA EN EL RÍO PASTAZA

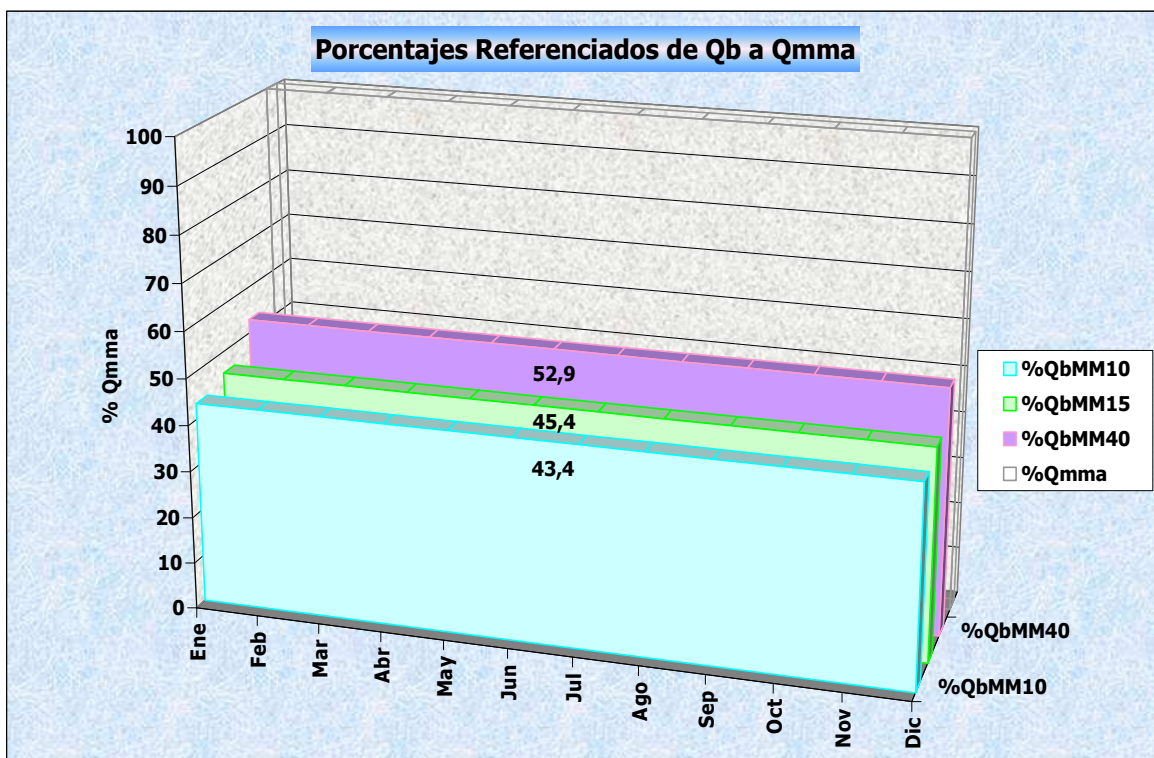


FIGURA 6.9: QB REFERENCIADOS A QMMA EN EL RÍO CUTUCHI

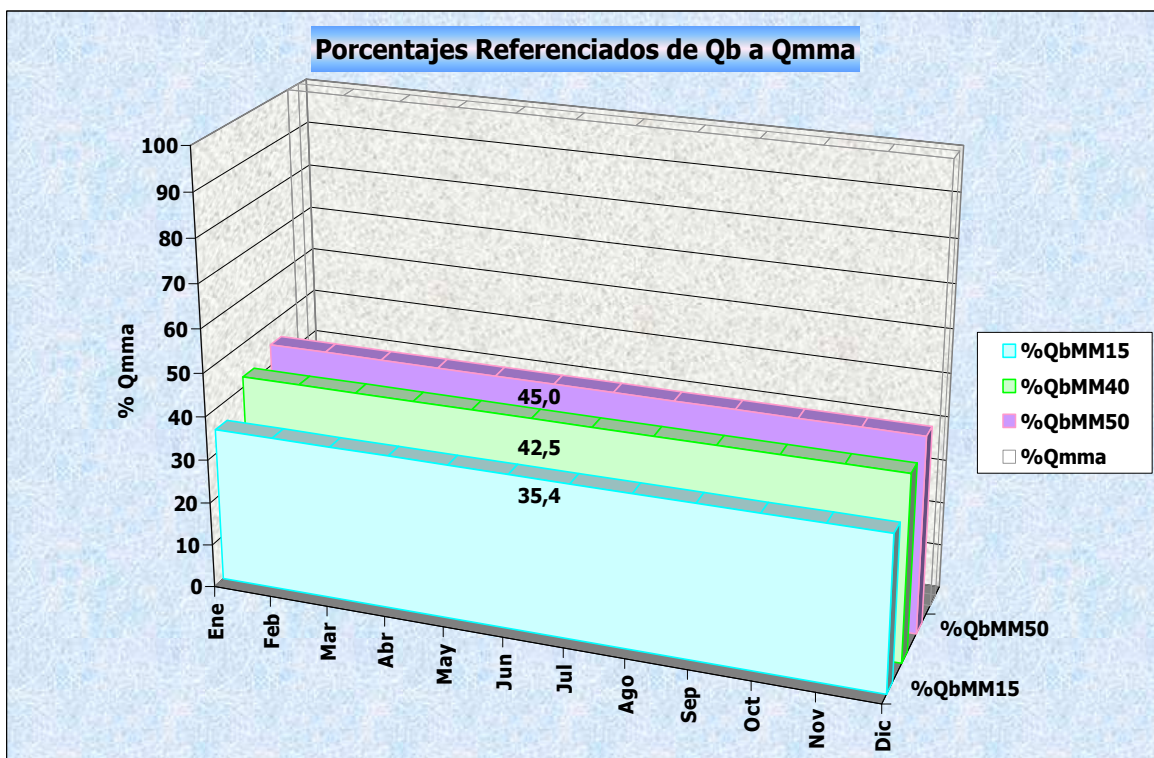
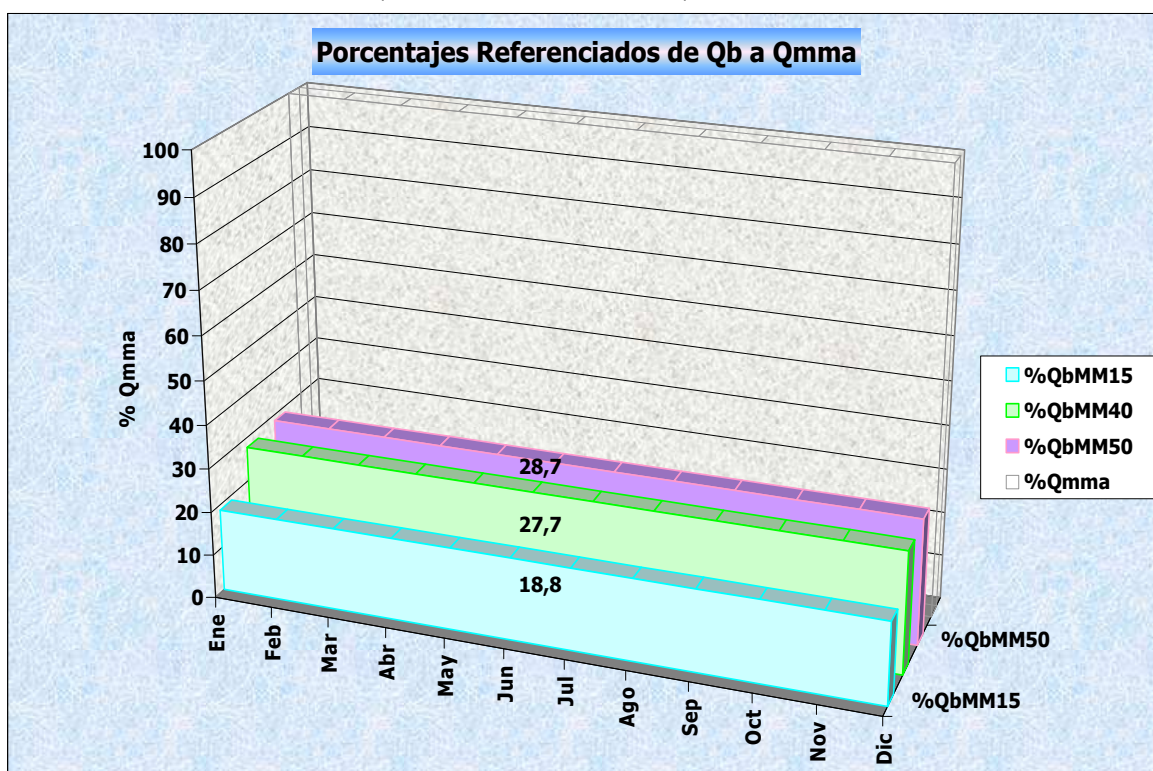


FIGURA 6.10: QB REFERENCIADOS A Qmma EN EL RÍO CEBADAS



Según lo esperado, los caudales base se incrementan conforme se incrementa el número de días utilizados para el cálculo de medias móviles, situación reiterativa para las tres zonas de interés.

Los caudales base alternativos y su relación con su Qmma respectivo, se presenta en la tabla 6.2.

TABLA 6.2: ALTERNATIVAS DE QB Y SU PROPORCIÓN RESPECTO A SU Qmma RESPECTIVO

Zona	MM (días)			Qb (m ³ /s)			Qb/Qmma (%)		
Río Cebadas	15	40	50	3.8	5.2	5.8	18.8	27.7	28.7
Río Cutuchi	10	40	50	3.2	3.9	4.1	35.4	42.5	45.0
Río Pastaza	10	15	40	50.9	52.9	61.6	43.4	45.4	52.9

De la misma forma, para las tres zonas, se seleccionó el caudal menor considerando que este primer cambio brusco de pendiente implica afectaciones a las especies más sensibles del hábitat en estudio; además de ser el valor que menor limitación impone a los aprovechamientos hídricos y por lo tanto, presenta mayor viabilidad en su implementación.

Para verificar estos caudales base, pues su proporción con el Q_{mma} presenta valores elevados -18.8% al 43.4%- si se comparan con la práctica común actual -10%- , en la tabla 6.3 se hace un análisis de frecuencias de los casos en que estos valores han sido inferiores en los registros históricos, considerando también el caudal base para años secos y el caudal base mínimo.

TABLA 6.3: ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE CAUDALES INFERIORES A CAUDALES BÁSICOS

Zona	Río Cebadas			Río Cutuchi			Río Pastaza		
	Q (m ³ /s)	Casos (#)	Fr (%)	Q (m ³ /s)	Casos (#)	Fr (%)	Q (m ³ /s)	Casos (#)	Fr (%)
Qb	3.8	227	6.2	3.2	686	16.0	50.9	234	3.4
Qbsec	2.6	80	2.2	2.7	299	6.8	49.8	205	2.9
Qbmin	1.6	26	0.7	2.2	63	1.4	37.2	12	0.2

Este análisis muestra que los distintos valores de caudal base pueden solventarse en el régimen hidrológico pues las bajas frecuencias que se presentan se deben a condiciones de variabilidad extrema, por fenómenos como el de El Niño.

Por otro lado, esta metodología estableció que el caudal base estará más o menos próximo al caudal medio anual o al caudal mínimo anual en función de la trascendencia biológica del periodo de mínimos. Es por esto que se realiza el análisis de la dispersión de datos mediante el cálculo del coeficiente de variación de la serie de caudales medios diarios para comprobar la ubicación de los caudales base determinados, como se observa en la tabla 6.4.

TABLA 6.4: DISPERSIÓN DE DATOS EN LAS SERIES DE QMD

Zona	Cv
Río Cebadas	1.04
Río Cutuchi	0.89
Río Pastaza	0.67

Considerando los coeficientes de variación anteriores, se deduce que el caudal base estará más distante del caudal medio para el caso del río Cebadas que el caudal base para el río Cutuchi mientras que el caudal base más próximo al caudal medio de los tres casos lo presenta el río Pastaza.

Estos supuestos se confirman mediante la relación caudal base/caudal medio multianual (Q_b/Q_{mma}) mostrada en la tabla 6.2.

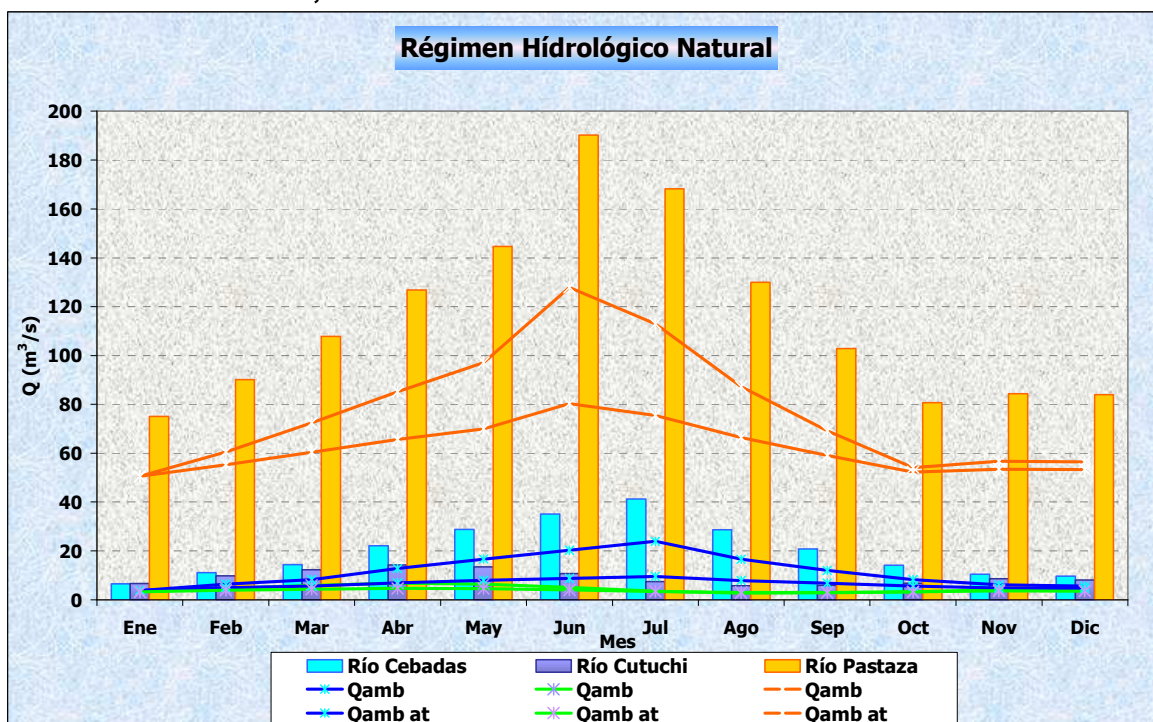
6.4.4. CAUDAL ESTÁNDAR

En las zonas de estudio, el caudal base satisfizo en suficiencia las profundidades o calados requeridos según el análisis estadístico y el criterio biológico considerado, por lo que el caudal estándar corresponde a su respectivo caudal base para las zonas del río Cutuchi y Cebadas, mientras que para el río Pastaza no fue posible calcular debido a la ausencia de información hidráulica.

6.4.5. FACTOR DE VARIABILIDAD TEMPORAL Y CAUDALES AMBIENTALES

Para cada zona se calcularon dos factores de variabilidad temporal que permitieron conservar las tendencias del hidrograma natural, mismas que se evaluaron en las tres zonas, como se muestra en la figura 6.11.

FIGURA 6.11: QAMB NO ATENUADO Y ATENUADO DE LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO: RÍO CEBADAS, RÍO CUTUCHI Y RÍO PASTAZA EN LA ZONA DE AGOYÁN



Los caudales ambientales calculados al aplicar el factor de variabilidad no atenuado (Qamb) se asemejan al régimen hidrológico natural y requieren de caudales elevados, y en algunos casos -durante la época lluviosa- éstos sobrepasan incluso al Q_{mma} ; mientras que, los caudales ambientales calculados con el factor de variabilidad atenuado (Qamb*) presentan menor acercamiento al

hidrograma natural y caudales menores en épocas lluviosas. Estos valores se presentan en la tabla 6.5 relacionados con Qmma.

TABLA 6.5: CAUDALES AMBIENTALES Y SU RELACIÓN CON EL QMMA

Zona	Caudales	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Cebadas	Qamb (m ³ /s)	3.8	6.4	8.3	12.8	16.7	20.3	23.9	16.5	12.0	8.2	6.1	5.6
	%Qmma	18.8	31.7	41.1	63.1	82.3	100.2	117.9	81.7	59.3	40.4	30.0	27.5
	Qamb* (m ³ /s)	3.8	4.9	5.6	7.0	8.0	8.8	9.5	7.9	6.8	5.6	4.8	4.6
	%Qmma	18.8	24.4	27.8	34.4	39.3	43.4	47.1	39.2	33.4	27.5	23.7	22.7
Río Cutuchi	Qamb	3.8	5.5	6.9	8.0	7.5	6.0	4.1	3.2	3.3	3.8	4.8	4.5
	%Qmma	41.5	60.4	75.5	87.3	82.5	65.6	45.5	35.4	36.1	41.8	52.8	49.5
	Qamb*	3.5	4.2	4.7	5.1	4.9	4.4	3.7	3.2	3.3	3.5	3.9	3.8
	%Qmma	38.3	46.3	51.7	55.6	54.1	48.2	40.2	35.4	35.8	38.5	43.3	41.9
Río Pastaza	Qamb (m ³ /s)	50.5	60.5	72.4	85.2	97.1	127.9	113.0	87.3	69.1	54.2	56.6	56.4
	%Qmma	43.7	52.5	62.8	73.8	84.2	110.8	97.9	75.6	59.9	46.9	49.1	48.9
	Qamb* (m ³ /s)	50.5	55.3	60.5	65.6	70.0	80.3	75.5	66.4	59.1	52.3	53.5	53.4
	%Qmma	43.7	47.9	52.4	56.8	60.7	69.6	65.4	57.5	51.2	45.3	46.3	46.2

Estos caudales ambientales calculados, también se comparan con el caudal medio mensual multianual (Qmma) para saber cual es el porcentaje de agua que se está reservando mensualmente como caudal ambiental y por lo tanto cual es el caudal que resta para aprovechamiento hidráulico. Los resultados de este análisis se muestran en la tabla 6.6.

TABLA 6.6: CAUDALES AMBIENTALES Y SU RELACIÓN CON EL QMMA

Zona	Caudales	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Cebadas	Qamb (m ³ /s)	3.8	6.4	8.3	12.8	16.7	20.3	23.9	16.5	12.0	8.2	6.1	5.6
	Qamb* (m ³ /s)	3.8	4.9	5.6	7.0	8.0	8.8	9.5	7.9	6.8	5.6	4.8	4.6
	Qmma (m ³ /s)	6.6	11.1	14.4	22.1	28.8	35.1	41.3	28.6	20.8	14.1	10.5	9.6
	%Qmma	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8	57.8
	%Qmma*	57.8	44.5	39.1	31.5	27.6	25.0	23.1	27.7	32.5	39.4	45.7	47.7
Río Cutuchi	Qamb (m ³ /s)	3.2	4.7	5.9	6.8	6.4	5.1	3.5	2.8	2.8	3.3	4.1	3.9
	Qamb* (m ³ /s)	3.2	3.9	4.4	4.7	4.6	4.1	3.4	3.0	3.0	3.2	3.6	3.5
	Qmma (m ³ /s)	6.7	9.8	12.2	14.2	13.4	10.7	7.4	5.8	5.9	6.8	8.6	8.0
	%Qmma	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
	%Qmma*	48.0	39.8	35.6	33.1	34.0	38.1	45.8	51.9	51.4	47.8	42.5	43.9

Continúa Tabla 6.6.

Zona	Caudales	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pastaza	Qamb (m ³ /s)	50.5	60.5	72.4	85.2	97.1	127.9	113.0	87.3	69.1	54.2	56.6	56.4
	Qamb* (m ³ /s)	50.5	55.3	60.5	65.6	70.0	80.3	75.5	66.4	59.1	52.3	53.5	53.4
	Qmma (m ³ /s)	75.1	90.1	107.8	126.8	144.6	190.3	168.2	130.0	102.9	80.6	84.3	84.0
	%Qmma	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2
	%Qmma*	67.2	61.3	56.1	51.7	48.4	42.2	44.9	51.1	57.4	64.8	63.4	63.5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2008

Además, permite establecer que para una misma zona los caudales ambientales atenuados son comparativamente más conservativos para menores caudales circulantes. Es así que, los porcentajes de caudales ambientales son mayores para los meses de estiaje y menores en los meses húmedos.

En las figura 6.12 a 6.14 se grafican las dos alternativas de caudales ambientales -atenuados y no atenuados-, junto con el caudal que restaría del caudal medio mensual multianual como caudal aprovechable.

FIGURA 6.12: RÉGIMEN HIDROLÓGICO REGULADO EN RÍO PASTAZA

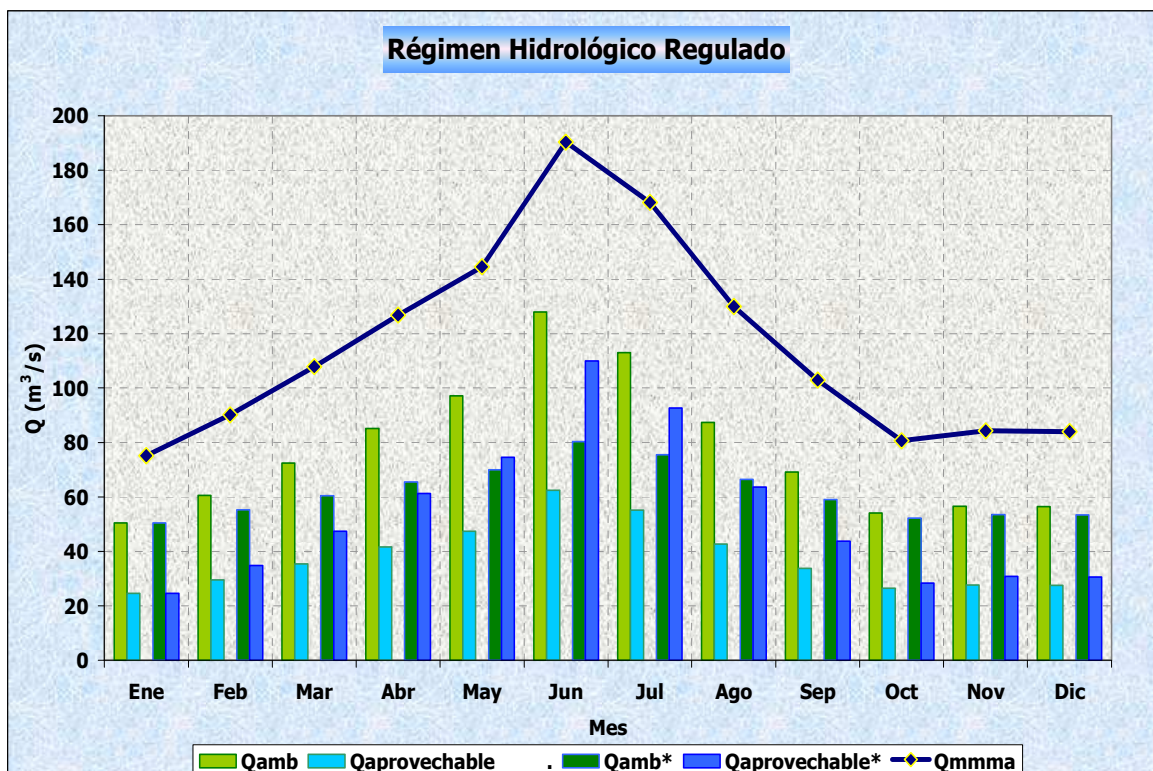


FIGURA 6.13: RÉGIMEN HIDROLÓGICO REGULADO EN RÍO CUTUCHI

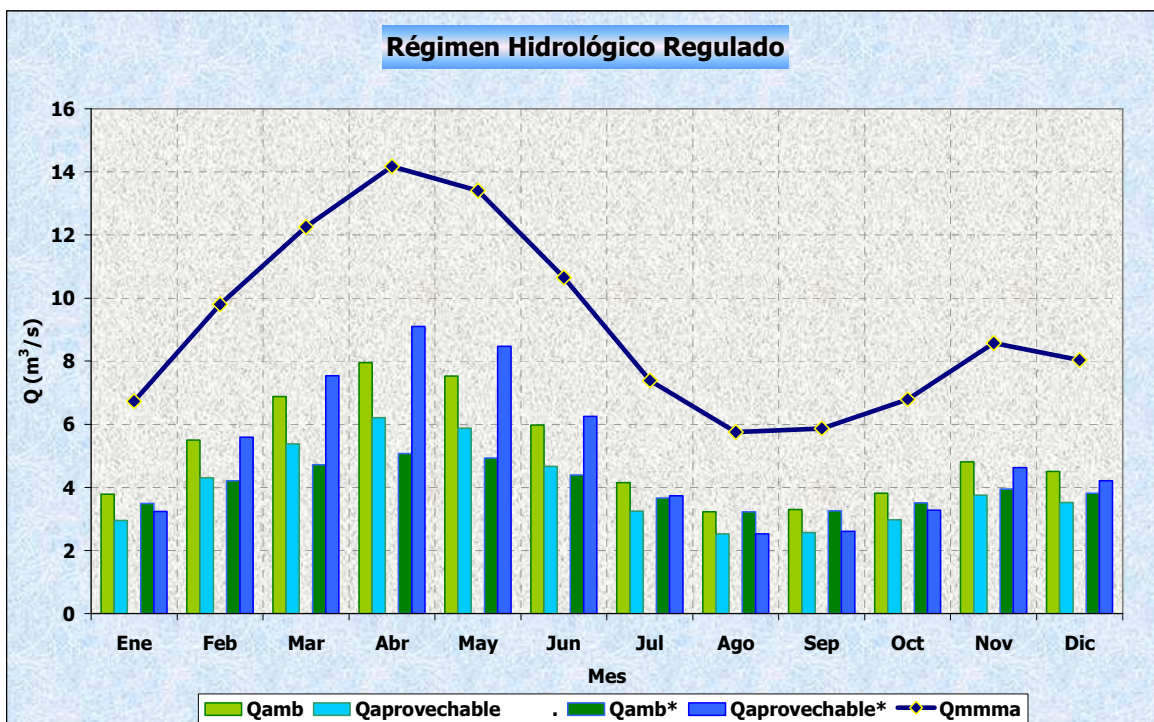
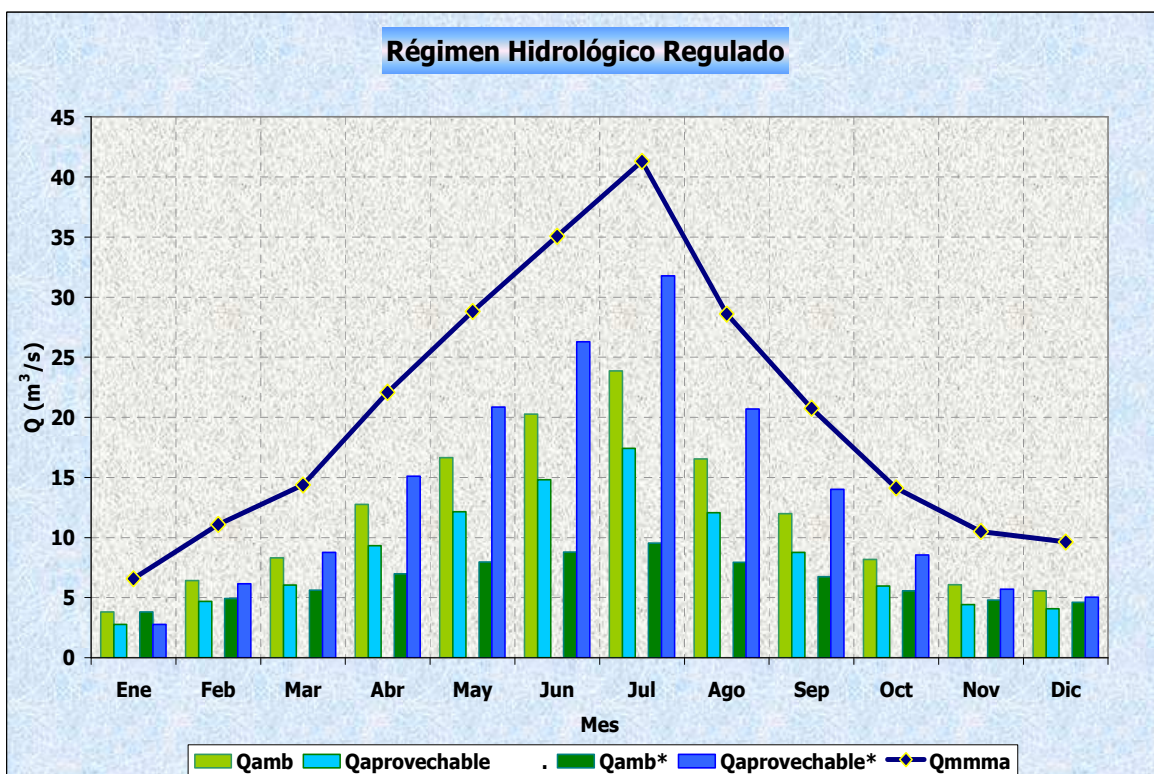


FIGURA 6.14: RÉGIMEN HIDROLÓGICO REGULADO EN RÍO CEBADAS



6.4.6. CAUDALES AMBIENTALES MÍNIMOS

En períodos de sequías severas, los caudales ambientales mínimos proporcionan flexibilidad a los regímenes de caudales ambientales definidos. Estos caudales disminuyen según los caudales registrados naturalmente e históricamente, y su validez se comprobó mediante el análisis de frecuencias expuesto en la tabla 6.3.

Las probabilidades de ocurrencia de caudales menores a los caudales ambientales mínimos que se mantienen en los registros históricos se presentan durante años hidrológicos con variabilidad alterada, generados por eventos como el fenómeno de El Niño, que incluye crecidas y posteriores sequías extraordinarias en las zonas de estudio. Por lo cual, para solventar el régimen de caudales ambientales se incluyó el caudal mínimo diario que se propuso que se mantenga igual al caudal mínimo registrado para cada zona de interés.

6.4.7. CAUDALES GENERADORES

Los caudales generadores se establecieron mediante relaciones empíricas entre el ecosistema y el régimen hidrológico. Su determinación partió de la depuración de la información de las crecidas del registro de caudales medios diarios.

El caudal generador del lecho, se calculó con los registros de caudales medios diarios, debido a que las estaciones de las que se obtuvo la información son de tipo limnimétrica por lo que no se pudo trabajar con valores de caudales máximos instantáneos como se recomienda.

Generalizando, el caudal generador del lecho, presenta valores muy elevados con respecto a los caudales medios mensuales multianuales pero aún por debajo de los caudales máximos, mientras que los caudales habituales se aproximan a los caudales medios mensuales multianuales.

El análisis se realiza de forma particular para cada zona, pues este componente también verifica el carácter personalizable que presenta esta metodología.

6.4.7.1. Presa Agoyán

Los resultados de la avenida geomorfológica que se muestran en la figura 5.9 permiten comprobar que a pesar de registrarse valores de caudales máximos

anuales inferiores al establecido de 542.7 m³/s; éste si se registra con la periodicidad calculada de aproximadamente 2 años.

Además, se proyectó que de presentarse situaciones extraordinarias se puede reducir este caudal generador al mínimo caudal máximo anual registrado en el período de estudio, mismo que corresponde a 277 m³/s.

En cuanto a las avenidas habituales, estas se programaron de acuerdo a lo establecido en la tabla 5.10 presentando caudales que se encuentran bajo los valores de caudales medios mensuales multianuales.

Se realiza el análisis de percentiles de excedencia de estos caudales, obteniendo los resultados de la tabla 6.7. Estos muestran que, el Q_{GL} a pesar de ser una condición extraordinaria con respecto a los valores de caudales medios diarios -cumpliendo con la función generadora de lecho, sustrato, alimento, entre otros- es también un valor con percentil favorable dentro del análisis de caudales máximos, lo que asegura su vialidad. En tanto que, los caudales habituales presentan buen percentil de excedencias en el análisis de caudales medios diarios adoptando la habitualidad natural de este tipo de crecidas; y sobrepasando la vialidad dentro del análisis de caudales máximos anuales (Q_{maxa}).

TABLA 6.7: PERCENTILES DE EXCEDENCIA DE AVENIDAS EN EL RÍO PASTAZA

<i>Q_{mma}</i>	<i>Q_{max max}</i> (m ³ /s)	<i>Q_{max min}</i> (m ³ /s)	<i>Q_{avenidas}</i> (m ³ /s)	<i>Percentil Q_{md}</i> (m ³ /s)	<i>Percentil Q_{maxa}</i> (m ³ /s)
115.4	1100	277	Q _{GL} : 542.3	0.005	0.679
			Q _{hab} : 236.0	0.051	>1

6.4.7.2. Río Cutuchi

El caudal de la avenida geomorfológica correspondiente a un valor de 42.7 m³/s es aplicable con el tiempo de retorno calculado de 2 años aproximadamente. Como se estableció, en eventos extraordinarios de sequías se puede reducir este caudal generador al mínimo caudal máximo anual registrado en el período de estudio, mismo que corresponde a 21.8 m³/s.

Por otro lado, las avenidas habituales presentan valores de caudales inferiores a los registros de caudales medios mensuales multianuales y éstas se programaron siguiendo el hidrograma natural, como se observó en la figura 5.18.

El análisis de percentiles de excedencia aplicado a estas avenidas -generadoras del lecho y habituales-, registran resultados favorables dentro del análisis de caudales máximos anuales y éstos corresponden a su función dentro del análisis del caudales medios diarios, esto se presenta en la tabla 6.8.

TABLA 6.8: PERCENTILES DE EXCEDENCIA DE AVENIDAS EN EL RÍO CUTUCHI

<i>Q_{mma}</i>	<i>Q_{max max}</i> (m ³ /s)	<i>Q_{max min}</i> (m ³ /s)	<i>Q_{avenidas}</i> (m ³ /s)	<i>Percentil Q_{md}</i> (m ³ /s)	<i>Percentil Q_{maxa}</i> (m ³ /s)
9.1	75.6	21.8	Q _{GL} : 42.7	0.010	0.500
			Q _{hab} : 24.3	0.050	0.970

6.4.7.3. Río Cebadas

La avenida geomorfológica o generadora del lecho correspondiente a un valor de 135.3 m³/s es aplicable con el tiempo de retorno calculado de 1 a 2 años aproximadamente. Como se estableció, en circunstancias de sequía considerables éste puede reducirse al mínimo caudal máximo anual registrado en el período de estudio de 103.8 m³/s.

Por otro lado, como se observó en la figura 5.24, las avenidas habituales se adaptan a la variabilidad estacional natural y presentan valores de caudales inferiores a los registros de caudales medios mensuales multianuales.

El análisis de percentiles de excedencia aplicado a estas avenidas componentes del régimen de caudales ambientales, registran bajos percentiles dentro del análisis de los caudales medios diarios, situación que valida su función ecológica. Mientras que, para el análisis de caudales máximos anuales presenta resultados favorables y viables como se observa en la tabla 6.9.

TABLA 6.9: PERCENTILES DE EXCEDENCIA DE AVENIDAS

Qmma	Qmax max (m³/s)	Qmax min (m³/s)	Q avenidas (m³/s)	Percentil Qmd (m³/s)	Percentil Qmaxa (m³/s)
20.2	224.4	144.0	Qgl: 135.3 Qhab: 52.6	0.005 0.051	0.747 >1

6.4.8. RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES

Este régimen de caudales ambientales no considera para su análisis los caudales generadores -que se examinaron previamente- pues establece la aproximación que presentan los caudales habituales al régimen natural del río en estudio y su validez en la implementación.

6.4.8.1. Presa Agoyán

Los caudales significativos para el análisis son caudal medio multianual (Qmma), caudales mínimos mensuales multianuales (Qminmma) y caudales mínimos mensuales (Qminm). De éstos, el régimen de caudales ambientales es viable para el Qmma, caudales mínimos medios multianuales y únicamente para los caudales mínimos mensuales presenta deficiencias.

Sin embargo, considerando que el fenómeno de El Niño se comprende como una situación extraordinaria, se lo excluyó del análisis con la serie de caudales mínimos mensuales habituales (Qminm*), mostrando entonces que el régimen ambiental regulado se ajusta al régimen hidrológico natural, como se muestra en la figura 6.15; y por lo tanto, su aplicación es factible en términos hidrológicos.

6.4.8.2. Río Cutuchi

Se realiza el mismo análisis efectuado para la presa Agoyán, reflejando éste que el régimen de caudales ambientales habituales es viable para la totalidad del caudal medio multianual y caudales mínimos mensuales multianuales, considerando que para cubrir eventos de sequía requiere la aplicación del caudal ambiental mínimo.

Sin embargo, según muestra la gráfica de los caudales mínimos mensuales, en algunas ocasiones éste será menor a lo estipulado por el régimen de caudales

ambientales, situación que representa la irregular variabilidad impuesta por el fenómeno de El Niño, que al excluirse del análisis con la serie de caudales mínimos mensuales habituales (Q_{minm}^*) valida este régimen para esta serie de caudales, como se observa en la figura 6.16.

FIGURA 6.15: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO PASTAZA

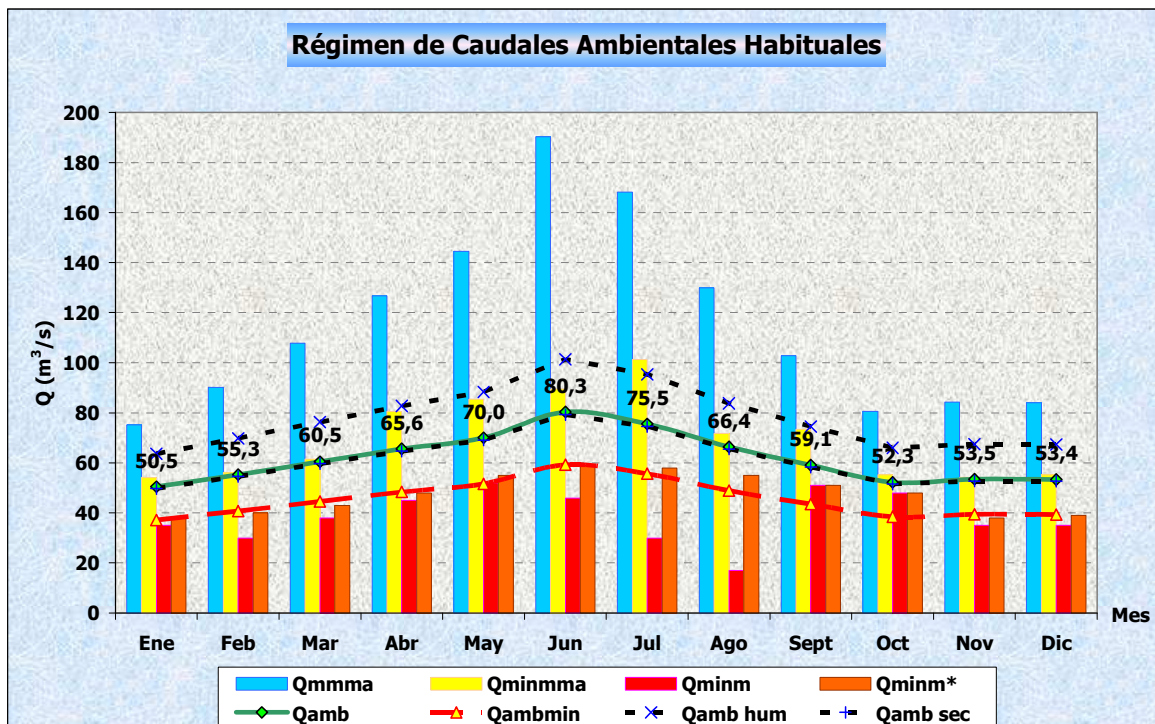
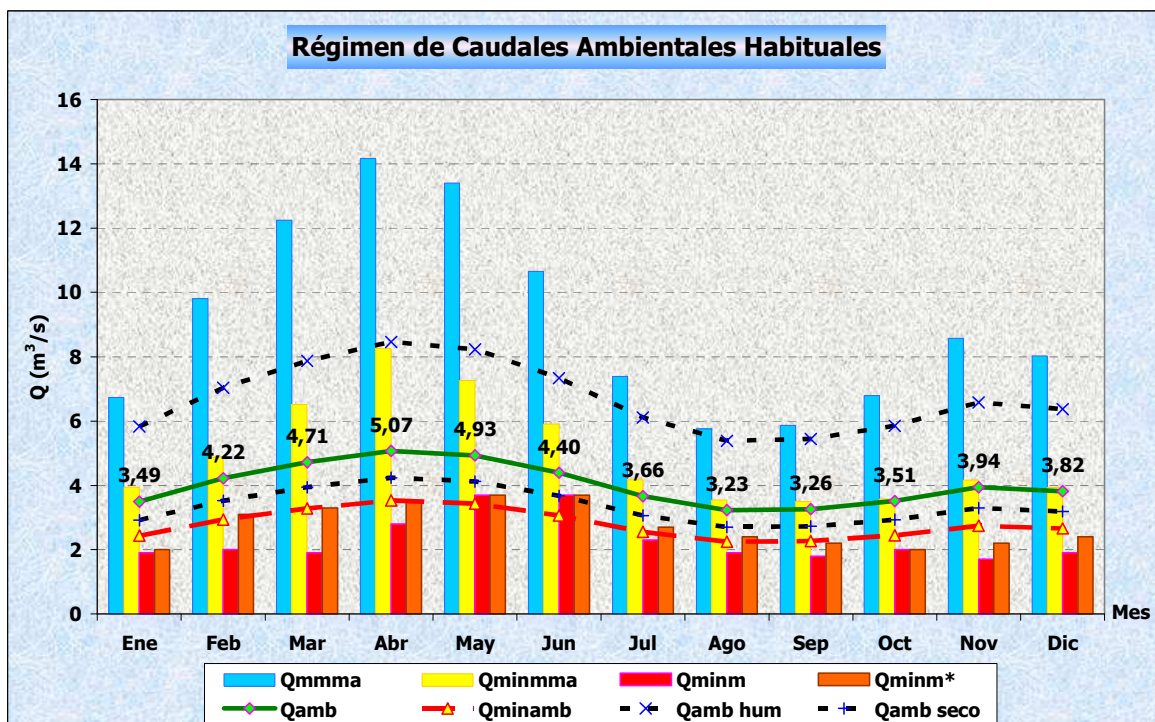


FIGURA 6.16: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CUTUCHI



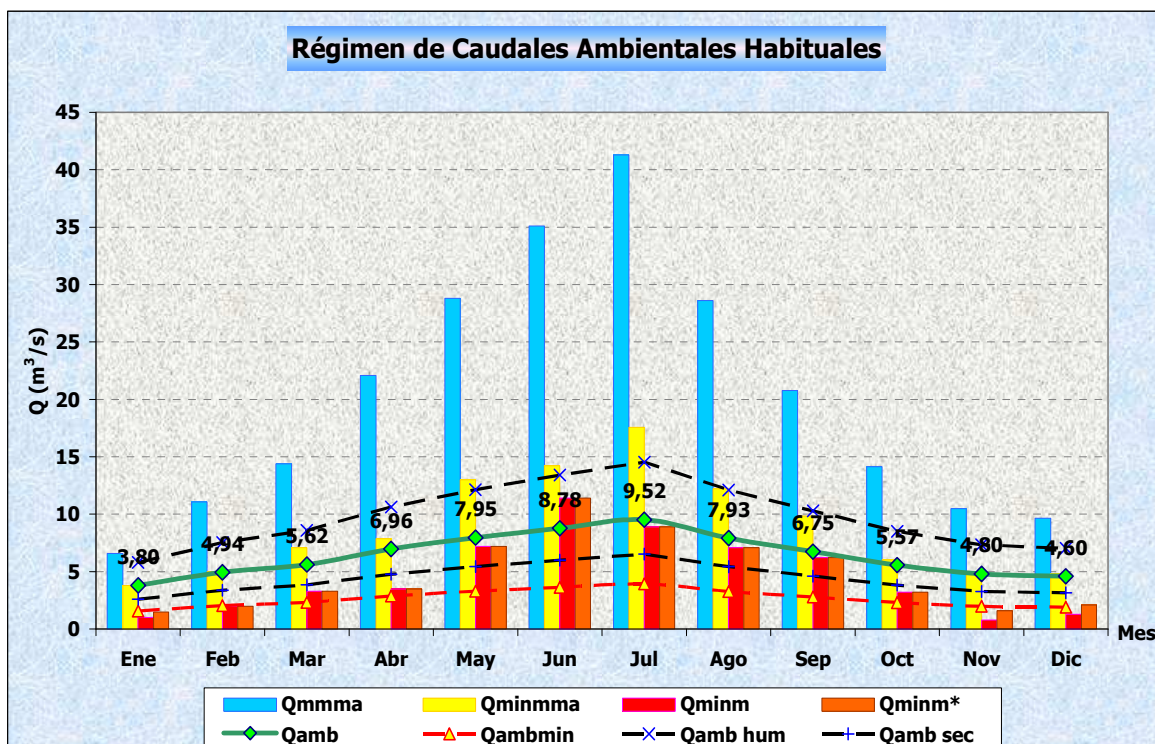
6.4.8.3. Río Cebadas

El análisis efectuado evidencia que el régimen de caudales ambientales habituales es viable para el caudal medio multianual, caudales mínimos mensuales multianuales e incluso para los caudales mínimos mensuales.

En la figura 6.17, se observa que este régimen esta por encima del caudal mínimo medio mensual multianual durante la época lluviosa pero lo respeta para época de sequía. Además, para los meses de mayor estiaje, se aplicó el caudal ambiental mínimo para eventos que así lo requieran.

El fenómeno de El Niño no presenta gran influencia sobre la variabilidad hidrológica afectando exclusivamente a los meses de noviembre, diciembre y enero.

FIGURA 6.17: RÉGIMEN DE CAUDALES AMBIENTALES HABITUALES EN EL RÍO CEBADAS



CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- ✓ La concepción de caudal ambiental ha evolucionado desde una noción exclusivamente extractiva hasta las tendencias actuales que lo comprenden como un régimen de caudales que procura la preservación de las funciones sociales, económicas y ambientales de los cuerpos hídricos.
- ✓ Las metodologías aplicables para la determinación de caudales ambientales en las zonas de interés son las de enfoque hidrológico debido que estas zonas disponen exclusivamente de información -medianamente confiable- de carácter hidrológico.
- ✓ En la cuenca del río Pastaza las concesiones de agua para uso hidroeléctrico imponen los mayores impactos a los ecosistemas debido a que generan situaciones temporales de sequía total del tramo fluvial entre la toma y la descarga de aguas, y el aislamiento entre ecosistemas.
- ✓ La metodología para la determinación de caudales ambientales propuesta considera los parámetros indicadores básicos -incluida la validación biológica desde el punto de vista hidráulico- de las condicionantes naturales a las que se encuentran sometidos habitualmente los ecosistemas.
- ✓ Los caudales ambientales determinados como el 10% del caudal medio multianual representan valores extraordinarios para las comunidades naturales, $-11.6 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Pastaza, $0.91 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Cutuchi y $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ para el río Cebadas-, pues no respetan los caudales mínimos, tanto mensual, anual o mínimo registrado en los períodos de estudio.
- ✓ Además, los caudales ambientales definidos como el 10% del caudal medio multianual no cumplen con el axioma hidrológico que sugiere que el caudal ambiental debe respetar el caudal medio mensual mínimo registrado, pues

para las tres zonas se encuentran por debajo de éste representando desde el 87.7% para el caso más favorable en el río Cebadas hasta el 12.7% para el caso más desfavorable en el río Cutuchi.

- ✓ Para el río Pastaza aguas abajo de la presa Agoyán los caudales ambientales definidos son de gran magnitud, esto se debe al manejo de series móviles que tienden a valores medios y nunca por debajo de los valores registrados, esto genera una situación favorable para mantener adecuadamente las condiciones limitantes de los ecosistemas.
- ✓ Los regímenes de caudales ambientales determinados mediante la metodología propuesta -en los rangos de 37.2 a 101.4 m³/s para el río Pastaza, 2.2 a 7.8 m³/s para el río Cutuchi y 1.6 a 14.5 m³/s para el río Cebadas- respetan el axioma hidrológico de conservación, de satisfacer el caudal mínimo mensual del mes más seco registrado.
- ✓ Los dos métodos utilizados muestran la misma tendencia de resultados en términos de magnitud de caudales, mostrando proporcionalidad de caudales ambientales con caudales naturales, así en ríos con caudales menores se establecen caudales ambientales menores, y en ríos con caudales mayores se establecen caudales ambientales mayores.
- ✓ Debido al uso de promedios de las series mínimas de las medias móviles, los ríos que presentan mayor variabilidad intranual presentan también caudales menores que aquellos con menor variabilidad, debido a que sus mínimos caudales diarios son menores.
- ✓ Los caudales ambientales establecidos para una misma zona comparativamente son más conservativos para menores caudales circulantes que para mayores caudales circulantes, es así que, su proporción con el caudal medio mensual multianual es mayor en los meses de estiaje -con valores de 67.2% para el río Pastaza, 51.9% para el río Cutuchi y 57.8% para el río Cebadas- y menor en los meses húmedos -con valores de 42.2% para el río Pastaza, 33.1% para el río Cutuchi y 23.1% para el río Cebadas-.
- ✓ La metodología propuesta para la determinación de caudales ambientales proporciona resultados conservadores -del 18.8% al 69.6% del Caudal medio

multianual- especialmente si se compara con el método del 10% del caudal medio multianual usado actualmente en el país.

- ✓ La implementación de los resultados presentados es viable debido a que algunos de sus componentes -caudales mínimos ambientales y caudales mínimos- se adaptan a la situación real del río incluyendo situaciones extraordinarias de sequía.
- ✓ La información provista por las estaciones hidrológicas se mostró susceptible a las alteraciones al régimen hidrológico debido a represamientos o derivaciones de caudal.

7.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se propone que la implementación del régimen de caudales ambientales se realice estacionalmente -no mensualmente- de acuerdo a las variaciones naturales que se presenten los ríos, esto debido a las alteraciones en los regímenes naturales habituales que produce el calentamiento global.
- ✓ Se recomienda hacer una validación de los regímenes de caudales ambientales mediante el cotejo de la información hidrológica con la información pluviométrica, debido a la susceptibilidad de la primera a las continuas alteraciones a cuerpos hídricos y sus aprovechamientos.
- ✓ Se propone que las redes de monitoreo hidrológico se mejoren, incluyendo la implementación de estaciones de tipo limnigráfico, pues estas brindan información continua en el tiempo de las condiciones naturales del río, y por lo tanto una mejor base de información para establecer caudales ambientales.
- ✓ También se recomienda implementar monitoreos biológicos e hidráulicos de tal forma de disponer de información de ésta índole para una mejor caracterización de los cuerpos hídricos y consecuentemente perfeccionar la determinación y evaluación de caudales ambientales, y sus actualizaciones.
- ✓ En caso de implementarse caudales ambientales -sin disponer de información biológica-, se plantea el monitoreo biológico de la zona, aguas arriba y agua abajo de los aprovechamiento hídricos durante el primer año, para

posteriormente con esta información realizar la validación del régimen de caudales ambientales establecido y modificarlo de ser necesario.

- ✓ Se recomienda iniciar procesos para el mejoramiento de la calidad del agua, pues un ecosistema depende tanto de la cantidad como de la calidad de agua para garantizar un estado ambientalmente saludable del río y sus ecosistemas.
- ✓ Para una posible implementación de los caudales ambientales definidos se debe recurrir al proceso de concertación con los sectores involucrados para garantizar su viabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcácer C., 2004, "Evaluación y Provisión de Caudales Ambientales en los Cursos de Agua Mediterráneos, Delta del Ebro (España): Nexos entre los Planes de Gestión de Humedales y Cuencas Hidrográficas", Centro de Cooperación del Mediterráneo - UICN, Iniciativa del Agua y la Naturaleza, España.

Arcos I., 2005, "Efecto del Ancho de los Ecosistemas Riparios en la Conservación de la Calidad del Agua y la Biodiversidad en la Microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras", Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba.

Baeza D. y D. García De Jalón, 1999 "Cálculo de Caudales de Mantenimiento en Ríos de la Cuenca del Tajo a Partir De Variables Climáticas y de sus Cuencas", Laboratorio de Hidrobiología, E.T.S. de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid - España, <http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne16/Limnetica-vol16-pag69-84.pdf>.

Balarezo A., 2006, "Limnología. Estructura y Funcionamiento del Ecosistema Acuático", inédito, Quito.

Castro L., 2007, "Aplicación de la Metodología de Caudales Básicos de Mantenimiento en la Cuenca Media del Río Tulúa - Subcuenca del Río Cauca - Colombia", inédito, Colombia.

Castro L., Carvajal Y., y E. Monsalve, 2006, "Enfoques Teóricos Para Definir El Caudal Ambiental", Colciencias y Universidad del Valle, Colombia, <http://ingenieriayuniversidad.javeriana.edu.co/Rev1002CaudalAmbiental.pdf>.

Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas, CEDEX, 1998, "Metodología de Cálculo de Regímenes de Caudales de Mantenimiento", Protocolo para la valoración de la calidad Hidromorfológica de los Ríos, CEDEX - Universitat de Barcelona, Barcelona.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, 1998, "Una política ambiental para el desarrollo sustentable. Gestión integrada del recurso agua". Documento de discusión, CONAMA, Chile.

Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, 2006, "Plan Nacional de Electrificación 2006 - 2015", CONELEC, Quito, www.conelec.gov.ec, Septiembre 2007.

Consejo Nacional de Recursos Hídricos, CNRH, 2002, "Gestión de los Recursos Hídricos del Ecuador: Políticas y Estrategias. Informe Ejecutivo". CNRH, Quito.

Davis R., 1999, "Environmental Flows: Concepts and Methods", Eco-Hydrological Databases.

Díez J., 2000, "Metodologías para la Estimación de Caudales Ecológicos". Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Valladolid.

Díez J., 2006, "Análisis comparativo de los métodos actuales de simulación hidráulica en "PHABSIM-IFIM" y su influencia en la evaluación del hábitat fluvial". Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Tesis Doctorales, SBM: 84-689-6672-X, Valladolid.

Dyson M., y Bergkamp G., J. Scanlon, *et al.*, 2003, "Caudal. Elementos Esenciales de los Caudales Ambientales". Tr. José María Blanch. San José, C.R.: UICN-ORMA, Litografía ORO PRINT S.A., San José de Costa Rica.

ECOLAP y MAE, 2007, "Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador", ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito.

Environmental Flow Methodologies - EFM, 2003, "Environmental Flow Methodologies", <http://www.lk.iwmi.org/ehdb/EFM/efm.asp>, Junio 2007.

Gaceta Constitucional, 1998, "Constitución Política de la República del Ecuador, Riobamba.

García De Jalón D. y González Del Tánago M., 2004, "El Concepto de Caudal Ecológico y Criterios para su aplicación en los Ríos Españoles". Departamento de Ingeniería Forestal, Escuela de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

GOOGLE INC., Google Earth, Versión 4.3., Abril 2008.

Guerrero E., De Keizer O., y R. Córdoba, 2006, "La Aplicación del Enfoque Ecosistémico en la Gestión de los Recursos Hídricos", UICN, Oficina Regional para América del Sur, Quito, Ecuador en colaboración con UICN, Oficina Regional para Mesoamérica, San José, Costa Rica y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA, Editorial Fraga, Quito.

Hidroagoyán S.A., 2005, "Auditoria Ambiental de Cumplimiento", Abrus Cía. Ltda., Quito.

Hidropastaza S.A., 2006, "Estudio de Impacto Ambiental", Abrus Cía. Ltda., Quito.

Hutchins L., 2005, "Massachusetts Stream Flow Standard and Stressed Basins Reclassification", Department of Conservation and Recreation, Massachusetts Water Resources Commission", http://www.mass.gov/envir/mwrc/ppt/streamflow_standards_stress_redesignation.ppt#256,1, Massachusetts, Stream Flow Standards and Stressed Basins Reclassification.

Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, 1998, "Estudio de Factibilidad del Proyecto Hidroeléctrico San Francisco", INECEL, Quito.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAHMI, "Anuario hidrológico", Años 1982 - 2005, INAMHI, Quito.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAHMI, 2000, "Análisis del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos en el Ecuador", INAMHI, Quito.

International Water Management Institute, IWMI, 2007, "Caudales ambientales. Planificando la Asignación del Agua para el Medio ambiente", Water Policy

Briefing, número 15, http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Water_Policy_Briefs/PDF/Spanish/wpb15%20-%20Spanish.pdf.

Jamett G. y A. Rodrigues, 2005, "Evaluación del Instrumento Caudal Ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil", <http://www.eclac.cl/samtac/noticias/documentosdetrabajo/1/23391/DrSam00805.pdf>.

Jiménez J., 2006, "Caudales Ambientales en Costa Rica: generando un consenso", Organización para Estudios Tropicales, UICN, http://www.grupoice.com/esp/temas/eventos/tall_internac/pdf/dia2/0ice_cau.pdf, Junio 2007.

Jiménez J., Calvo J., Pizarro F., y E. Gonzalez, 2005, "Conceptualización de Caudal Ambiental en Costa Rica: Determinación Inicial para el Río Tempisque", Organización para Estudios Tropicales, UICN, Área Temática de Humedales, Agua y Zonas Costeras, UICN-Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina Regional para Mesoamérica (UICN/ORMA), Imprenta y Litografía ORO PRINT S.A., San José de Costa Rica.

King, J., y C. Brown, 1999, "Environmental flows: striking the balance between development and resource protection". Ecology and Society 11 2 : 26, <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art26/htm>, Junio 2007.

Martínez C. y J. Fernandez, 2006, "Régimen Ambiental de Caudales (RAC): Metodología para la Generación de Escenarios, Criterios para su Valoración y Pautas para su Implementación", Grupo de Hidráulica e Hidrología, ETS, Ingenierías Agrarias, España.

McCuen R. y W. Snyder, 1986, "Hidrologic Modelling Statistical Methods and Applications", Prentice Hall, Washigton D.C.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, 2007, "Proyecto SIGAGRO", Quito.

Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE, 2002, "Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI Anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua", Quito.

Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE, 2007, "Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI Anexo 1B, Norma para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Recurso Agua en Centrales Hidroeléctricas", Quito.

Moreno C., 2004 "Caracterización Climática", Trabajo de de Climatología, Escuela Politécnica Nacional.

Nacionalidad Achuar de Ecuador, NAE, 2007, "Nacionalidad Achuar de Ecuador" <http://www.nacionalidadachuarecuador.org>, Noviembre 2007

Orellana C., 2002, "Metodología para el Cálculo de los Caudales Ecológicos", Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable del Distrito Metropolitano de Quito EMAAP-Q, Quito.

Organización de los Estados Americanos, OEA, 1991, "Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Pastaza", REPUBLICA DEL ECUADOR, CONADE-MAG-INERHI-INECEL-DIGEMA, Washington, D.C.

Palau A., 1994, "Los mal llamados caudales ecológicos. Bases de una propuesta de cálculo", Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos OP. No. 28. Rios II, España.

Pérez R., Nieto, J., G. Ruiz De Almodóvar, 2005, "Mantenimiento hídrico de cursos fluviales y uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas. Aplicación al sistema de explotación Quiebrajano-Víboras (Jaén)", http://ingenierosdeminas.org/docu/documentos/mantenimiento_hidrico.pdf, Septiembre 2007.

Pourrut P. y G. Gómez, 1995, "Los Regímenes Hidrológicos Ecuatorianos", El agua en el Ecuador - Artículo VII, http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014831.pdf, Septiembre 2007.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, Organización Meteorológica Mundial -OMM-, Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, 1977, "Manual de Instrucciones de Estudios

Hidrológicos: Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano”, Publicación N° 140, San José de Costa Rica.

Pyrce, R.S., 2004, “Hydrological Low Flow Indices and their Uses”, WSC Report No.04-2004, Watershed Science Centre, Peterborough, Ontario.

Riverways Program, 2008, “Low Flow Database: Measurement Methods” Department of Fish y Game, Massachusetts Department of Fish and Game, 2008 Commonwealth of Massachusetts, http://www.mass.gov/dfwele/river/programs/rifls/lf_7q10.htm.

Rosero D., 2006, “Caudal Ecológico en los ríos Pita y San Pedro”, Fondo para la Protección del Agua FONAG, Quito.

Salvador D., 2007, “Hidroenergía en la cuenca del río Pastaza, Ecuador. Un breve análisis sobre el desarrollo hidroeléctrico”, Fundación Natura - GLOWS. Quito.

Sánchez J., 2007, “Distribuciones Estadísticas”, Departamento de Geología - Universidad de Salamanca, <http://web.usal.es/javisan/hidro>.

Scatena F., 2003, “A survey of methods for setting minimum instream flow standards in the Caribbean basin”, River Research and Applications, Volume 20, Issue 2, Copyright John Wiley & Sons, Ltd.

Tharme R., 2003, “A Global Perspective On Environmental Flow Assessment: Emerging Trends In The Development And Application Of Environmental Flow Methodologies For Rivers”, River Research and Applications, Volume 19, Issue 5-6, Copyright John Wiley & Sons, Ltd.

Tiffer R., 2006, “Caudales Ambientales: comentarios para su Aplicación en la Protección de la Biodiversidad Acuática y los Ríos en Costa Rica”, http://www.grupoice.com/esp/temas/eventos/tall_internac/pdf/dia2/10cau_amb_ice.pdf.

Zeledon J., 2007, “Taller Internacional Determinación de una metodología para estimar el caudal de compensación en los ríos de Costa Rica”, http://www.grupoice.com/esp/temas/eventos/tall_internac/pdf/dia2/cau_amb.pdf.

ANEXOS

ANEXO N°1
REGLETA LIMNIMÉTRICA EN LA ESTACIÓN AGOYÁN
EN AGOYÁN

REGLETA LIMNIMÉTRICA UBICADA EN LA PRESA ÁGOYÁN, USADA PARA MEDIR EL NIVEL DEL CAUDAL Y MEDIANTE LA CURVA DE DESCARGA PREDEFINIDA CALCULAR LOS CAUDALES DE INGRESO AL EMBALSE.



ANEXO N°2

**PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AVENIDAS EN
EL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES**

PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AVENIDA GEOMORFOLÓGICA EN EL RAC

ASPECTO	DATOS de PARTIDA	PROCEDIMIENTO	CRITERIO
AVENIDAS GEOMORFOLÓGICAS			
MAGNITUD	<p>Serie de máximos caudales medios diarios anuales en régimen natural (Qc)</p> <p>Obtener el valor medio de la serie (Qc m) y su coeficiente de variación CV(Qc)</p>	<p>Estimar el Caudal Generador del Lecho en régimen natural (QGL NAT) asimilándolo al correspondiente a la máxima crecida ordinaria (Q MCO):</p> $Q_{MCO} = (Qc m) * (0,7 + 0,6 * CV(Qc)) \cong QGL$	<p>El valor de QGLNAT es la referencia para fijar la magnitud de la avenida geomorfológica en el RAC (QGL RAC)</p> <p> $QGLRAC \geq 0,64$ QGLNAT → status excelente </p> <p> $0,36 < QGLNAT < QGLRAC < 0,64$ QGLNAT → status bueno </p>
FRECUENCIA		<p>Estimar el período de retorno (TGL) correspondiente a QGL NAT (Distribución de frecuencias GUMBEL)</p>	<p>La avenida geomorfológica en el RAC debe reproducirse, como promedio, cada TGL años.</p>

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AVENIDAS HABITUALES EN EL RAC

ASPECTO	DATOS de PARTIDA	PROCEDIMIENTO	CRITERIO
AVENIDAS HABITUALES			
MAGNITUD Y FRECUENCIA	Serie de caudales medios diarios para n años en Régimen Natural (Q)	<p>En régimen natural:</p> <p>Obtener la Curva de Caudales Clasificados (CQC)</p> <p>Definir el rango de las avenidas habituales, eventos con $Q_{m\acute{a}x}$</p> <p>$Q\ 5\% < Q_{m\acute{a}x} < Q_{GL\ NAT}$</p> <p>siendo $Q_{5\%}$: caudal correspondiente al percentil de excedencia del 5% en CQC</p> <p>Para los meses con avenidas habituales calcular:</p> <p>$I\ mes\ i = Q\ max\ i / q\ NAT\ i$</p> <p>como cociente entre el valor medio de los caudales máximos correspondientes a las avenidas habituales habidas en un mes (Q_{max}) y el caudal medio diario mensual (q_{NAT})</p>	<p>La proporción recogida en I es la referencia para fijar la magnitud del caudal máximo de la avenida habitual, para un mes dado, en RAC ($Q_{hab\ RAC}$)</p> <p>$(Q\ hab\ RAC)\ mes\ i = I\ mes\ i * (q\ RAC)\ mes\ i$</p> <p>Donde $q\ RAC$ es el caudal medio diario mensual en régimen ambiental.</p> <p>La asignación de frecuencias de este tipo de avenidas en el RAC se basará en las pautas naturales observadas</p>

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AVENIDAS DE CONECTIVIDAD EN EL RAC

ASPECTO	DATOS de PARTIDA	PROCEDIMIENTO	CRITERIO
AVENIDAS DE CONECTIVIDAD			
MAGNITUD	<p>Serie de máximos caudales medios diarios anuales en régimen natural (Qc)</p> <p>Obtener el valor medio de la serie (Q cm) y su coeficiente de variación CV(Qc)</p>	<p>Estimar el Caudal Generador del Lecho en régimen natural (QGL NAT) asimilándolo al correspondiente a la máxima crecida ordinaria (Q MCO):</p> $Q M C O = (Q c m) * (0,7+0,6*CV (Qc)) \cong QGL$ <p>Estimar el período de retorno (T) correspondiente a QGL NAT (Distribución de frecuencias GUMBEL)</p>	<p>El valor de QCONECNAT es la referencia para fijar la magnitud de la avenida de conectividad en el RAC (QCONECRAC)</p> <p>QCONECRAC ≥ 0,64 QCONECNAT → status excelente</p> <p>0,36 Q CONE CNAT < QCONECRAC < 0,64 QCONECNAT → status bueno</p>
FRECUENCIA		<p>Calcular el caudal de conectividad natural QCONECNAT como caudal correspondiente a un período de retorno 2T</p>	<p>La avenida de conectividad en el RAC debe reproducirse, como promedio, cada 2T años.</p>

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONALIDAD, DURACIÓN Y TASAS DE CAMBIO PARA AVENIDAS EN EL RAC

ASPECTO	DATOS de PARTIDA	PROCEDIMIENTO	CRITERIO
ESTACIONALIDAD	Conjunto de avenidas geomorfológicas en régimen natural, es decir aquellos eventos con $Q_{m\acute{a}x} > Q_{GL}^{NAT}$	Estudiar la pauta estacional de las avenidas geomorfológicas naturales, es decir discriminar aquellos meses en los que se producen.	Respetar en el RAC la pauta estacional de las avenidas geomorfológicas naturales.
DURACIÓN	<p>I) Conjunto de avenidas habituales en régimen natural, es decir aquellos eventos con $Q_{m\acute{a}x}$</p> <p>$Q_{5\%} < Q_{m\acute{a}x} < Q_{GL}^{NAT}$</p> <p>II) Conjunto de avenidas geomorfológicas en régimen natural, es decir aquellos eventos con $Q_{m\acute{a}x} > Q_{GL}^{NAT}$</p>	Estimar la duración media (crecida+pico+d efluencia) del conjunto de avenidas pertenecientes a cada grupo	<p>Si $Q_{GL}^{RAC} \geq Q_{GL}^{NAT}$, asignar a la avenida geomorfológica en RAC, la duración media obtenida para el grupo II</p> <p>Si $Q_{GL}^{RAC} < Q_{GL}^{NAT}$, asignar a la avenida geomorfológica en RAC, la duración media obtenida para el grupo I</p>
TASA DE CAMBIO	II) Conjunto de avenidas geomorfológicas en régimen natural, es decir aquellos eventos con $Q_{m\acute{a}x} > Q_{GL}^{NAT}$	Evaluar las máximas tasas diarias relativas ($tasa_{d\acute{i}a i} = Q/Q_{m\acute{a}x}$) observadas en crecida y defluencia en cada grupo	<p>$Q_{d\acute{i}a i}^{RAC} = tasa_{d\acute{i}a i} * Q_{GL}^{RAC}$</p> <p>Si $Q_{GL}^{RAC} \approx Q_{GL}^{NAT}$, se asignan las tasas diarias obtenidas para el grupo II</p> <p>Si $Q_{GL}^{RAC} < Q_{GL}^{NAT}$, se asignan las tasas diarias obtenidas para el grupo I</p>

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

ANEXO N°3

**PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEQUÍAS EN
EL RÉGIMEN AMBIENTAL DE CAUDALES**

PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEQUÍAS CON CAUDALES NULOS EN EL RAC

ASPECTO	DATOS de PARTIDA	PROCEDIMIENTO	CRITERIO
DURACIÓN Y FRECUENCIA	Serie de caudales medios diarios para n años en régimen natural (Q)	<p>Evaluar para cada año el máximo número de días consecutivos con caudales nulos: (ND Q =0) año i</p> <p>Estimar el valor mediano (MED) el valor máximo (MAX) para la serie de n años</p>	<p>El valor mediano obtenido (MED) se toma como referencia en períodos de sequía, de modo que los días consecutivos con Q=0 en el RAC pueden prolongarse hasta ese valor en un 50% de los años</p> <p>en situaciones de sequías extremas, el valor máximo obtenido en régimen natural (MAX) se toma como umbral a respetar</p>
ESTACIONALIDAD		<p>Determinar los meses en los que se presentan caudales medios diarios nulos en régimen natural</p>	<p>El RAC deberá respetar la estacionalidad natural</p>

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

**PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DE SEQUIÁS CON CAUDALES NO NULOS EN EL
RAC**

ASPECTO	DATOS de PARTIDA	PROCEDIMIENTO	CRITERIO
MAGNITUD, DURACIÓN Y FRECUENCIA	Serie de caudales medios diarios para n años en régimen natural (Q)	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Para cada año, calcular el caudal correspondiente a media móvil con paso de siete días (Q_7) y seleccionar el mínimo ($Q_{\min 7}$) ▫ Determinar el valor mediano (MED) y el valor mínimo (MIN) de la serie de mínimos obtenida 	<p>En situaciones de sequía el RAC, durante siete días consecutivos, puede reducir el caudal circulante</p> <p>hasta el valor definido por (MED) en un 50% de los años</p> <p>y reducir en períodos críticos este umbral hasta el definido por (MIN)</p>
ESTACIONALIDAD		Determinar la estacionalidad de ($Q_{\min 7}$)	Respetar la estacionalidad de los mínimos naturales

FUENTE: MARTÍNEZ Y FERNÁNDEZ, 2006

ANEXO N°4
OPERACIÓN MEDIA MÓVIL

Según McCUEN y SNYDER (1986), media móvil es un método para separa las variaciones sistemáticas de las no sistemáticas. Este está basado en la premisa que los componentes sistemáticos exhiben alguna auto correlación mientras que las variaciones aleatorias no presentan auto correlación. Por lo tanto, el promedio de mediciones adyacentes elimina las fluctuaciones aleatorias, resultando una tendencia sistemática.

En general, el cálculo de media móvil usa promedios de las observaciones adyacentes para producir nuevas series que contienen la tendencia sistemática, para suavizar las series cronológicas, es decir, para reducir las fluctuaciones en las series. Generan nuevas series Y_t , y las series filtradas \hat{Y}_t derivada por:

$$Y = \sum w_j Y_{i-k+j-1}$$

Donde $i = (k+1), (k+2), \dots (n-k)$

n es la longitud de de las series, m es la longitud de los intervalos suavizados, w_j el intervalo dado para el valor de j th en la serie suavizada, k esta dado por

$$k = \frac{m-1}{2}$$

Es un promedio aritmético que suaviza la curva y se convierte en una línea o curva de la tendencia, permitiendo analizar su inicio y su final. No proporciona cambios de tendencia pero si los puede confirmar.

Tiene la particularidad de que cada día que pasa, se elimina el primer día de la serie en el calculo y se añade el ultimo día. A efectos del análisis presenta la crítica de que solamente tiene en cuenta el periodo sobre el que se calcula, y concede la misma importancia al primer día de la serie que al último.

ANEXO N°5
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA
EN LA PRESA DE AGOYÁN

ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA

Parámetros	Expresados como	Unidad	Muestra	Límite permisible para agua fría dulce	Cumplimiento
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)</i>	DBO5	mg/l		-	-
<i>Oxígeno Disuelto</i>	O.D.	mg/l	2,5	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No Cumple
<i>Potencial de hidrógeno</i>	pH		6,25	6, 5-9	Cumple
<i>Sulfuro de hidrógeno ionizado</i>	H2S	mg/l	3,55	0,0002	No Cumple
<i>Amoniaco</i>	NH3	mg/l	0,9	0,02	No Cumple
<i>Aluminio</i>	Al	mg/l	0,1	0,1	Cumple
<i>Arsénico</i>	As	mg/l	<0,1	0,05	No Cumple
<i>Bario</i>	Ba	mg/l	<0,115	1,0	No Cumple
<i>Berilio</i>	Be	mg/l	<0,08	0,1	Cumple
<i>Cadmio</i>	Cd	mg/l	<0,08	0,001	No Cumple
<i>Cianuro Libre</i>	CN-	mg/l	<0,001	0,01	Cumple
<i>Zinc</i>	Zn	mg/l	<0,2	0,18	No Cumple
<i>Cobalto</i>	Co	mg/l	<0,05	0,2	Cumple
<i>Plomo</i>	Pb	mg/l	<0,08	0,01	No Cumple
<i>Cobre</i>	Cu	mg/l	<0,06	0,02	No Cumple
<i>Cromo total</i>	Cr	mg/l	0,24	0,05	No Cumple
<i>Fenoles</i>	Fenoles	mg/l	0,415	0,001	No Cumple
<i>Grasas y aceites</i>	Sustancias solubles en hexano	mg/l	<0,2	0,3	Cumple
<i>Hierro</i>	Fe	mg/l	5,35	0,3	No Cumple
<i>Hidrocarburos Totales de Petróleo</i>	TPH	mg/l	<0,2	0,5	No Cumple
<i>Manganeso</i>	Mn	mg/l	0,72	0,1	No Cumple
<i>Materia flotante</i>	visible		Presencia	Ausencia	No Cumple
<i>Níquel</i>	Ni	mg/l	<0,05	0,025	No Cumple
<i>Tensoactivos</i>	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,038	0,5	Cumple
<i>Coliformes Fecales</i>	nmp/100 ml		560	200	No Cumple

FUENTE: TABLA 3 DEL ANEXO 1, LIBRO VI DEL TULAS

ANEXO N°6

CAUDALES MEDIOS DIARIOS REGISTRADOS EN LAS

ESTACIONES AGOYÁN EN AGOYÁN, CUTUCHI AJ

YANAYACU Y CEBADAS AJ GUAMOTE

ESTACIÓN: AGOYÁN EN AGOYÁN

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	E N E R O	71,0	47,0	87,0	65,0	49,0	49,0	112,0	61,0	58,0	74,0	64,0		77,0	71,0	64,0	78,0	57,0	93,0	100,0
2		113,0	53,0	92,0	63,0	90,0	49,0	91,0	54,0	61,0	65,0	66,0		73,0	70,0	66,0	93,0	55,0	85,0	92,0
3		127,0	48,0	67,0	53,0	95,0	53,0	78,0	63,0	60,0	66,0	71,0		76,0	65,0	71,0	118,0	61,0	77,0	85,0
4		95,0	46,0	62,0	52,0	70,0	52,0	74,0	64,0	62,0	84,0	68,0		72,0	67,0	68,0	126,0	61,0	76,0	77,0
5		92,0	48,0	57,0	124,0	63,0	57,0	70,0	63,0	51,0	80,0	63,0	92,0	72,0	54,0	63,0	107,0	62,0	70,0	76,0
6		104,0	48,0	54,0	101,0	54,0	58,0	69,0	63,0	54,0	76,0	75,0	62,0	76,0	52,0	75,0	77,0	76,0	67,0	76,0
7		151,0	43,0	53,0	86,0	58,0	57,0	73,0	60,0	59,0	55,0	95,0	60,0	62,0	62,0	95,0	76,0	85,0	68,0	74,0
8		117,0	45,0	57,0	67,0	49,0	62,0	69,0	55,0	56,0	63,0	83,0	66,0	69,0	60,0	83,0	80,0	80,0	65,0	81,0
9		107,0	45,0	57,0	64,0	44,0	67,0	68,0	52,0	56,0	88,0	85,0	68,0	67,0	69,0	85,0	68,0	66,0	68,0	74,0
10		148,0	46,0	56,0	62,0	40,0	67,0	67,0	53,0	55,0	94,0	119,0	68,0	73,0	64,0	119,0	72,0	65,0	75,0	69,0
11		147,0	40,0	54,0	60,0	38,0	67,0	71,0	51,0	58,0	88,0	96,0	63,0	77,0	62,0	96,0	72,0	57,0	60,0	69,0
12		102,0	43,0	60,0	61,0	41,0	63,0	61,0	50,0	53,0	88,0	80,0	67,0	76,0	63,0	80,0	72,0	78,0	65,0	68,0
13		102,0	55,0	54,0	63,0	44,0	57,0	61,0	52,0	56,0	114,0	72,0	64,0	64,0	53,0	72,0	67,0	62,0	61,0	64,0
14			72,0	60,0	61,0	48,0	66,0	60,0	54,0	54,0	84,0	72,0	59,0	54,0	57,0	72,0	64,0	52,0	55,0	60,0
15		142,0	168,0	61,0	58,0	50,0	55,0	60,0	54,0	65,0	68,0	74,0	54,0	52,0	62,0	74,0	61,0	53,0	50,0	54,0
16		108,0	130,0	58,0	59,0	55,0	71,0	69,0	59,0	66,0	60,0	73,0	62,0	50,0	60,0	73,0	57,0	49,0	63,0	54,0
17		99,0	77,0	60,0	59,0	54,0	85,0	75,0	54,0	72,0	65,0	69,0	68,0	58,0	51,0	69,0	58,0	50,0	87,0	54,0
18		102,0	70,0	62,0	56,0	55,0	72,0	96,0	50,0	84,0	77,0	65,0	81,0	66,0	47,0	65,0	57,0	48,0	88,0	100,0
19		114,0	66,0	54,0	61,0	58,0	67,0	70,0	48,0	82,0	61,0	61,0	79,0	72,0	47,0	61,0	57,0	46,0	82,0	111,0
20		110,0	58,0	50,0	68,0	58,0	58,0	66,0	46,0	91,0	69,0	74,0	70,0	77,0	38,0	74,0	53,0	42,0	77,0	77,0
21		120,0	67,0	54,0	62,0	54,0	52,0	84,0	53,0	91,0	142,0	70,0	72,0	79,0	50,0	70,0	52,0	41,0	71,0	80,0
22		166,0	64,0	63,0	53,0	54,0	45,0	115,0	57,0	76,0	132,0	66,0	115,0	68,0	56,0	66,0	52,0	41,0	62,0	144,0
23		180,0	103,0	60,0	52,0	62,0	45,0	202,0	58,0	71,0	102,0	62,0	136,0	69,0	57,0	62,0	49,0	44,0	110,0	166,0
24		141,0	97,0	72,0	58,0	71,0	55,0	138,0	54,0	64,0	82,0	59,0	80,0	91,0	73,0	59,0	48,0	45,0	208,0	126,0
25		121,0	97,0	93,0	49,0	64,0	58,0	94,0	52,0	58,0	76,0	49,0	71,0	91,0	70,0	49,0	46,0	49,0	250,0	110,0
26		92,0	118,0	86,0	54,0	58,0	69,0	104,0	49,0	54,0	78,0	46,0	74,0	172,0	84,0	46,0	43,0	47,0	141,0	169,0
27		86,0	167,0	78,0	60,0	74,0	69,0	108,0	55,0	55,0	83,0	53,0	75,0	125,0	177,0	53,0	45,0	42,0	170,0	218,0
28		95,0	178,0	91,0	67,0	82,0	81,0	129,0	56,0	64,0	91,0	56,0	81,0	95,0	101,0	56,0	45,0	47,0	194,0	182,0
29		117,0	131,0	122,0	61,0	71,0	69,0	128,0	63,0	66,0	79,0	56,0	92,0	119,0	112,0	56,0	42,0	40,0	143,0	134,0
30		90,0	116,0	97,0	57,0	63,0	68,0	108,0	66,0	81,0	74,0	91,0	104,0	92,0	73,0	91,0	39,0	35,0	118,0	100,0
31		88,0	111,0	77,0	66,0	57,0	106,0	88,0	112,0	79,0	62,0	96,0	160,0	77,0	107,0	96,0	40,0	42,0	144,0	86,0
1	F E B R E R O	88,0	150,0	71,0	52,0	51,0	84,0	79,0	122,0	76,0	74,0	125,0	148,0	71,0	179,0	125,0	39,0	40,0	150,0	
2		134,0	151,0	62,0	44,0	69,0	105,0	76,0	98,0	69,0	113,0	97,0	142,0	67,0	104,0	97,0	52,0	38,0	119,0	76,0
3		110,0	136,0	61,0	48,0	78,0	79,0	76,0	91,0	87,0	112,0	110,0	118,0	68,0	82,0	110,0	41,0	39,0	148,0	69,0
4		129,0	109,0	57,0	43,0	80,0	80,0	68,0	80,0	81,0	80,0	115,0	142,0	60,0	70,0	113,0	55,0	90,0	135,0	65,0
5		118,0	89,0	63,0	35,0	99,0	74,0	70,0	87,0	80,0	67,0	89,0	103,0	59,0	71,0	89,0	54,0	75,0	150,0	64,0
6		110,0	95,0	56,0	42,0	80,0	72,0	79,0	101,0	72,0	70,0	113,0	93,0	97,0	89,0	113,0	46,0	69,0	163,0	62,0
7		103,0	138,0	49,0	39,0	75,0	84,0	83,0	104,0	77,0	67,0	133,0	88,0	118,0	70,0	133,0	55,0	74,0	189,0	58,0
8		112,0	106,0	49,0	48,0	87,0	68,0	71,0	97,0	91,0	65,0	144,0	75,0	119,0	65,0	144,0	66,0	102,0	141,0	55,0
9		95,0	85,0	56,0	30,0	92,0	112,0	68,0	84,0	103,0	88,0	108,0	70,0	95,0	50,0	108,0	103,0	93,0	131,0	55,0
10		115,0	88,0	48,0	42,0	80,0	96,0	67,0	90,0	97,0	98,0	112,0	72,0	156,0	72,0	112,0	78,0	103,0	115,0	54,0
11			77,0	51,0	61,0	67,0	94,0	62,0	168,0	108,0	118,0	89,0	72,0	112,0	61,0	89,0	63,0	97,0	104,0	53,0
12			71,0	59,0	63,0	63,0	78,0	62,0	155,0	125,0	139,0	85,0	65,0	124,0	60,0	85,0	51,0	121,0	96,0	47,0
13		106,0	70,0	57,0	52,0	52,0	65,0	59,0	140,0	126,0	120,0	79,0	59,0	115,0	53,0	74,0	50,0	126,0	97,0	55,0
14		156,0	74,0	56,0	43,0	58,0	61,0	68,0	145,0	101,0	114,0	75,0	61,0	116,0	51,0	75,0	52,0	102,0	98,0	56,0
15		131,0	88,0	65,0	40,0	46,0	63,0	64,0	124,0	107,0	110,0	79,0	57,0	105,0	48,0	79,0	49,0	87,0	91,0	59,0
16		102,0	85,0	92,0	75,0	53,0	56,0	54,0	109,0	168,0	112,0	72,0	68,0	83,0	48,0	72,0	46,0	88,0	81,0	59,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
17		94,0	80,0	84,0	54,0	65,0	60,0	54,0	92,0	97,0	88,0	67,0	78,0	77,0	88,0	67,0	48,0	103,0	76,0	54,0
18		82,0	74,0	69,0	44,0	76,0	67,0	56,0	99,0	102,0	75,0	63,0	100,0	72,0	104,0	63,0	42,0	84,0	69,0	47,0
19		77,0	76,0	61,0	39,0	86,0	106,0	53,0	112,0	88,0	82,0	57,0	107,0	97,0	129,0	57,0	41,0	152,0	68,0	45,0
20		72,0	67,0	62,0	37,0	114,0	89,0	54,0	213,0	78,0	112,0	57,0	104,0	90,0	96,0	57,0	45,0	177,0	76,0	47,0
21		73,0	65,0	58,0	43,0	83,0	82,0	58,0	131,0	80,0	107,0	58,0	89,0	73,0	69,0	58,0	49,0	119,0	72,0	47,0
22		74,0	65,0	55,0	44,0	89,0	79,0	66,0	137,0	122,0	122,0	64,0	96,0	85,0	67,0	64,0	60,0	80,0	72,0	48,0
23		73,0	68,0	210,0	46,0	73,0	84,0	58,0	175,0	308,0	91,0	55,0	111,0	147,0	105,0	55,0	59,0	74,0	73,0	46,0
24		76,0		684,0	58,0	70,0	79,0	58,0	167,0	306,0	84,0	65,0	89,0	120,0	126,0	65,0	53,0	66,0	67,0	49,0
25		74,0		403,0	182,0	71,0	86,0	62,0	143,0	369,0	87,0	71,0	99,0	102,0	121,0	74,0	62,0	69,0	74,0	70,0
26		65,0		211,0	239,0	97,0	90,0	57,0	155,0	181,0	77,0	66,0	118,0	100,0	81,0	66,0	68,0	58,0	104,0	101,0
27		73,0		187,0	148,0	79,0	99,0	56,0	136,0	228,0	72,0	65,0	147,0	95,0	72,0	65,0	65,0	74,0	75,0	91,0
28		212,0		127,0	110,0	84,0	89,0	59,0	124,0	246,0	66,0	103,0	124,0	95,0	74,0	103,0	71,0	100,0	75,0	84,0
1		187,0		130,0	69,0	74,0	86,0	54,0	155,0	135,0	66,0	98,0	426,0	82,0	76,0	95,0	80,0	97,0	83,0	73,0
2		116,0		128,0	74,0	121,0	73,0	71,0	153,0	110,0	89,0	113,0	288,0	80,0	70,0	105,0	228,0	81,0	97,0	65,1
3		90,0			77,0	193,0	91,0	72,0	124,0	86,0	116,0	98,0	194,0	73,0	105,0	102,0	173,0	83,0	77,0	63,0
4		87,0		94,0	68,0	115,0	98,0	107,0	114,0	76,0	87,0	161,0	176,0	76,0	86,0	202,0	131,0	122,0	73,0	137,0
5		113,0		85,0	83,0	118,0		81,0	113,0	70,0	98,0	152,0	167,0	89,0	105,0	142,0	149,0	146,0	75,0	91,0
6		133,0	49,0	87,0	102,0		95,0	65,0	103,0	69,0	91,0	122,0	159,0	74,0	90,0	117,0	124,0	116,0	81,0	73,0
7		134,0	69,0	101,0	138,0	136,0	117,0	58,0	107,0	71,0	111,0	99,0	135,0	71,0	76,0	82,0	100,0	99,0	77,0	75,0
8		145,0	148,0	83,0	116,0	176,0	117,0	60,0	121,0	80,0	90,0	92,0	131,0	72,0	85,0	92,0	83,0	214,0	89,0	75,0
9		105,0	211,0	80,0	88,0	145,0	95,0	62,0	123,0	91,0	79,0	97,0	171,0	75,0	80,0	104,0	89,0	183,0	115,0	75,0
10		112,0		82,0	81,0	132,0	78,0	61,0	105,0	159,0	77,0	89,0	172,0	67,0	54,0	74,0	209,0	170,0	146,0	83,0
11				97,0	68,0	152,0	77,0	76,0	153,0	173,0	69,0	123,0	150,0	66,0	65,0	171,0	235,0	187,0	129,0	83,0
12		199,0		118,0	65,0	140,0	79,0	58,0	143,0	181,0	79,0	111,0	121,0	62,0	68,0	113,0	269,0	135,0	111,0	71,0
13		268,0		114,0	151,0	124,0	76,0	49,0	123,0	184,0	80,0	102,0	131,0	55,0	91,0	86,0	181,0	122,0	129,0	63,0
14		255,0		89,0	119,0	159,0	103,0	45,0	119,0	136,0	68,0	88,0	151,0	53,0	88,0	99,0	152,0	118,0	105,0	78,0
15		189,0		84,0	68,0	133,0	97,0	42,0	131,0	98,0	65,0	80,0	150,0	58,0	75,0	85,0	189,0	112,0	110,0	95,0
16		204,0	272,0	66,0	86,0	111,0	78,0	38,0	126,0	88,0	64,0	85,0	131,0	92,0	72,0	83,0	177,0	111,0	106,0	76,0
17		225,0	238,0		75,0	91,0	77,0	45,0	68,0	90,0	79,0	85,0	117,0	92,0	67,0	77,0	136,0	113,0	96,0	93,0
18		262,0	181,0	74,0	133,0	124,0	79,0	55,0	105,0	114,0	86,0	71,0		79,0	67,0	64,0	116,0	103,0	102,0	96,0
19		268,0	179,0	89,0	244,0	123,0	73,0	68,0	87,0	114,0	75,0	59,0		80,0	68,0	53,0	111,0	111,0	124,0	79,0
20		218,0	169,0	73,0	151,0	118,0	70,0	67,0	84,0	184,0	118,0	65,0	118,0	73,0	70,0	67,0	106,0	123,0	103,0	74,0
21		199,0	148,0	78,0	114,0	129,0	69,0	74,0	114,0	167,0	101,0	62,0	115,0	125,0	76,0	63,0	82,0	126,0	95,0	77,0
22		160,0	138,0	103,0	119,0	163,0	70,0	72,0	96,0	119,0	69,0	62,0	94,0	100,0	77,0	68,0	76,0	108,0	89,0	71,0
23		145,0	140,0	119,0	90,0	140,0	74,0	70,0	95,0	105,0	65,0	61,0	89,0	82,0	72,0	61,0	77,0	93,0	89,0	88,0
24		128,0	134,0	102,0	111,0	128,0	75,0	64,0	87,0	98,0	78,0	68,0	122,0	85,0	80,0	68,0	106,0	116,0	100,0	113,0
25		137,0	125,0	113,0	80,0	161,0	73,0	63,0	71,0	93,0	120,0	64,0	148,0	108,0	76,0	64,0	98,0	156,0	147,0	91,0
26		120,0	108,0	100,0	83,0	165,0	85,0	61,0	72,0	92,0	88,0	87,0	176,0	95,0	65,0	87,0	92,0	121,0	133,0	87,0
27		113,0	96,0	151,0	95,0	169,0	144,0	55,0	98,0	82,0	83,0	85,0	137,0	83,0	61,0	85,0	102,0	131,0	116,0	79,0
28		107,0	101,0	95,0	77,0	191,0	128,0	48,0	127,0	74,0	101,0	94,0	126,0	73,0	69,0	94,0	86,0	131,0	108,0	169,0
29		105,0	90,0	67,0	78,0	173,0	225,0	49,0	150,0	67,0	119,0	88,0	129,0	72,0	88,0	88,0	78,0	101,0	112,0	271,0
30		135,0	84,0	81,0	61,0	217,0	248,0	54,0	102,0	64,0	113,0	76,0	131,0	135,0	81,0	76,0	69,0	94,0	98,0	166,0
31		129,0	79,0	75,0	80,0	192,0	172,0		101,0	68,0	106,0	72,0	117,0	112,0	74,0	72,0	68,0	90,0	88,0	121,0
1	A B R I L	136,0	71,0	69,0	114,0	160,0	226,0	45,0	83,0	71,0	120,0	72,0	137,0	91,0	73,0	72,0	67,0	77,0	83,0	108,0
2		116,0	74,0	68,0	87,0	172,0	356,0	56,0	98,0	70,0	100,0	75,0	130,0	84,0	122,0	75,0	64,0	73,0	83,0	98,0
3		113,0	79,0	63,0	74,0	140,0	240,0	60,0	76,0	67,0	171,0	72,0	138,0	83,0	108,0	72,0	68,0	108,0	96,0	128,0
4		107,0	81,0	61,0	68,0	119,0	171,0	61,0	71,0	69,0	165,0	93,0	126,0	76,0	92,0	93,0	80,0	101,0	97,0	113,0
5		101,0	76,0	73,0	98,0	119,0	146,0	71,0	72,0	70,0	115,0	82,0	141,0	70,0	92,0	82,0	68,0	149,0	128,0	120,0
6		222,0	177,0	80,0	124,0	114,0	155,0	64,0	73,0	67,0	127,0	103,0	182,0	85,0	99,0	98,0	73,0	283,0	143,0	150,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
7		138,0	161,0	68,0	135,0	121,0	219,0	67,0	68,0	72,0	129,0	97,0	212,0	225,0	112,0	97,0	72,0	254,0	179,0	125,0
8		120,0	126,0	69,0	188,0	160,0	194,0	63,0	177,0	126,0	155,0	95,0	179,0	225,0	253,0	70,0	82,0	273,0	139,0	118,0
9		105,0	123,0	132,0	247,0	159,0	121,0	54,0	210,0	167,0	170,0	63,0	149,0	153,0	169,0	63,0	93,0	335,0	118,0	223,0
10		95,0	131,0	101,0	230,0	316,0	120,0	55,0	125,0	154,0	132,0	78,0	254,0	103,0	111,0	78,0	136,0	380,0	147,0	186,0
11		90,0	171,0	72,0	175,0	166,0	117,0	59,0	142,0	107,0	121,0	70,0	220,0	84,0	102,0	70,0	99,0	307,0	126,0	168,0
12		92,0	134,0	75,0	140,0	136,0	113,0	57,0	140,0	185,0	118,0	75,0	209,0	89,0	85,0	75,0	83,0	200,0	128,0	160,0
13		84,0	121,0	82,0	118,0	137,0	108,0	153,0	135,0	224,0	105,0	108,0	192,0	122,0	79,0	108,0	96,0	235,0	122,0	200,0
14		96,0	105,0	86,0	109,0	128,0	117,0	153,0	131,0	117,0	107,0	104,0	193,0	118,0	69,0	104,0	141,0	220,0	105,0	150,0
15		86,0	113,0	75,0	144,0	242,0	108,0	205,0	128,0	101,0	96,0	74,0	200,0	103,0	64,0	74,0	157,0	217,0	96,0	150,0
16		116,0	122,0	82,0	168,0	236,0	82,0	112,0	116,0	87,0	101,0	69,0	253,0	182,0	66,0	69,0	134,0	266,0	93,0	150,0
17		111,0	135,0	80,0	125,0	153,0	71,0	120,0	117,0	81,0	103,0	64,0	214,0	222,0	62,0	64,0	95,0	215,0	101,0	150,0
18		85,0	118,0	77,0	103,0	142,0	72,0	111,0	147,0	112,0	136,0	91,0	165,0	172,0	54,0	90,0	92,0	210,0	115,0	171,0
19		95,0	142,0	72,0	117,0	153,0	78,0	100,0	134,0	90,0	336,0	80,0	158,0	116,0	65,0	80,0	89,0	178,0	99,0	145,0
20		103,0	112,0	67,0	95,0	145,0	200,0	76,0	133,0	87,0	171,0	81,0	156,0	78,0	67,0	81,0	89,0	152,0	95,0	151,0
21		94,0	129,0	74,0		141,0	116,0	74,0	103,0	87,0	451,0	73,0	157,0	88,0	104,0	73,0	77,0	197,0	92,0	151,0
22		88,0	148,0	101,0		143,0	92,0	73,0	107,0	105,0	178,0	96,0	144,0	84,0	126,0	96,0	86,0	158,0	140,0	133,0
23		132,0	121,0	113,0		174,0	88,0	70,0	90,0	85,0	325,0	125,0	157,0	83,0	125,0	125,0	123,0	135,0	155,0	128,0
24		125,0	127,0	232,0	97,0	199,0	188,0	68,0	98,0	86,0	253,0	150,0	170,0	91,0	82,0	150,0	195,0	151,0	126,0	130,0
25		107,0	142,0	219,0	91,0	223,0	138,0	63,0	130,0	88,0	162,0	150,0	171,0	77,0	129,0	150,0	131,0	186,0	112,0	184,0
26		93,0	153,0	151,0	184,0	172,0	103,0	62,0	122,0	100,0	163,0	115,0	161,0	112,0	118,0	115,0	188,0	225,0	107,0	162,0
27		88,0	118,0	111,0	272,0	139,0	96,0	56,0	96,0	112,0	155,0	120,0	143,0	165,0	114,0	120,0	160,0	140,0	112,0	246,0
28		111,0		125,0	160,0	140,0	166,0	62,0	107,0	130,0	125,0	146,0	134,0	165,0	191,0	146,0	126,0	131,0	150,0	146,0
29		189,0		120,0	123,0	128,0	153,0		112,0	110,0	166,0	114,0	182,0	263,0	147,0	114,0	113,0	133,0	105,0	140,0
30		127,0	90,0	103,0	106,0	119,0	152,0	68,0	209,0	95,0	142,0	199,0	170,0	352,0	109,0	199,0	100,0	148,0	86,0	142,0
1	M	110,0	92,0	99,0	85,0	113,0	127,0	79,0	249,0	52,0	110,0	165,0	145,0	168,0	238,0	100,0	96,0	140,0	88,0	131,0
2	A	101,0	125,0	92,0	91,0	134,0	126,0	70,0	178,0	99,0	142,0	117,0	131,0	129,0	213,0	165,0	120,0	116,0	120,0	120,0
3	Y	106,0	89,0	106,0	99,0	131,0	139,0	68,0	152,0	181,0	131,0	98,0	128,0	154,0	166,0	116,0	101,0	106,0	246,0	135,0
4	O	110,0	87,0	162,0	84,0	114,0	142,0	70,0	132,0	356,0	203,0	88,0	140,0	121,0	150,0	97,0	112,0	95,0	191,0	403,0
5		90,0	86,0	130,0	75,0	114,0	332,0	74,0	115,0	426,0	188,0	80,0	129,0	104,0	114,0	88,0	171,0	107,0	126,0	184,0
6			79,0	148,0	70,0	109,0	257,0	66,0	105,0	321,0	199,0	216,0	151,0	95,0	219,0	80,0	237,0	106,0	117,0	185,0
7		144,0	85,0	104,0	82,0	113,0	224,0	69,0	92,0	249,0	169,0	145,0	193,0	90,0	204,0	216,0	136,0	96,0	120,0	159,0
8		137,0	111,0	97,0	75,0	100,0	177,0	81,0	92,0	252,0	180,0	148,0	175,0	105,0	151,0	146,0	217,0	88,0	218,0	142,0
9		119,0	133,0	91,0	69,0	180,0	324,0	128,0	125,0	284,0	193,0	108,0	153,0	93,0	135,0	148,0	178,0	99,0	208,0	136,0
10		140,0	98,0	136,0	71,0	153,0	191,0	99,0	105,0	290,0	180,0	94,0	497,0	124,0	130,0	108,0	125,0	140,0	145,0	201,0
11		176,0	85,0	197,0	65,0	118,0	183,0	73,0	94,0	216,0	159,0	145,0	595,0	116,0	190,0	94,0	116,0	161,0	126,0	170,0
12		115,0	97,0	130,0	66,0	90,0	170,0	111,0	91,0	169,0	142,0	205,0	284,0	94,0	184,0	147,0	96,0	159,0	112,0	147,0
13		126,0	105,0	136,0	68,0	84,0	172,0	91,0	97,0	154,0	142,0	265,0	367,0	102,0	152,0	205,0	87,0	138,0	101,0	138,0
14		109,0	107,0	113,0	120,0	89,0	256,0	109,0	290,0	131,0	126,0	281,0	238,0	246,0	115,0	265,0	78,0	119,0	92,0	116,0
15		99,0	88,0	132,0	119,0	78,0	397,0	155,0	159,0	130,0	134,0	219,0		170,0	123,0	269,0	106,0	104,0	81,0	134,0
16		131,0	130,0	122,0	97,0	128,0	295,0	100,0	168,0	113,0	125,0	300,0	181,0	115,0	109,0	219,0	148,0	105,0	81,0	136,0
17		219,0	125,0	126,0	88,0	104,0	188,0	91,0	156,0	102,0	117,0	300,0	186,0	97,0	104,0	288,0	128,0	92,0	73,0	115,0
18		422,0	139,0	127,0	73,0	107,0	170,0	120,0	125,0	110,0	133,0	250,0	206,0	108,0	100,0	300,0	156,0	84,0	70,0	121,0
19		665,0	238,0	163,0	71,0	117,0	146,0	208,0	162,0	132,0	111,0	235,0	208,0	126,0	105,0	320,0	203,0	82,0	64,0	140,0
20		740,0	203,0	116,0	107,0	96,0	129,0	194,0	133,0	161,0	89,0	180,0	180,0	98,0	102,0	200,0	198,0	73,0	58,0	148,0
21		441,0	139,0	98,0	112,0	82,0	102,0	133,0	117,0	144,0	85,0	177,0		125,0	112,0	200,0	137,0	67,0	59,0	135,0
22		450,0	331,0	111,0	98,0	83,0	135,0	129,0	103,0	110,0	79,0	140,0	303,0	112,0	114,0	174,0	121,0	64,0	56,0	122,0
23		318,0	287,0	107,0	96,0	75,0	114,0	109,0	115,0	107,0	75,0	122,0	452,0	96,0	100,0	149,0	110,0	65,0	56,0	107,0
24		263,0	159,0	124,0	99,0	79,0	106,0	72,0	97,0	156,0	83,0	119,0	539,0	91,0	89,0	122,0	103,0	63,0	86,0	99,0
25		234,0	150,0	120,0	89,0	133,0	104,0	66,0	93,0	181,0	81,0	116,0	572,0	80,0	77,0	120,0	91,0	61,0	93,0	104,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
26		233,0	209,0	98,0	84,0	137,0	129,0	84,0	89,0	117,0	81,0	102,0	541,0	83,0	186,0	116,0	112,0	89,0	81,0	98,0
27		189,0	214,0	97,0	106,0	94,0	115,0	73,0	91,0	80,0	115,0	130,0	497,0	80,0	120,0	102,0	133,0	144,0	93,0	89,0
28		149,0	166,0	89,0	78,0	99,0	101,0	89,0	122,0	80,0	170,0	113,0	533,0	86,0	197,0	132,0	164,0	107,0	83,0	79,0
29		204,0	145,0	123,0	73,0	174,0	109,0	67,0	102,0	70,0	144,0	100,0		122,0	149,0	118,0	229,0	111,0	105,0	75,0
30		180,0	125,0	127,0	72,0	166,0	123,0	70,0	87,0	85,0	111,0	116,0		102,0	109,0	103,0	209,0	113,0	105,0	101,0
31		156,0	120,0	156,0	68,0	117,0	125,0	83,0	120,0	82,0	103,0	127,0	282,0	88,0	130,0	115,0	267,0	130,0	78,0	122,0
1		157,0	138,0	208,0	95,0	120,0	206,0	74,0	105,0	94,0	144,0	104,0	431,0	76,0	120,0	104,0	418,0	287,0	156,0	112,0
2		190,0	144,0	158,0	225,0	173,0	241,0	83,0	109,0	92,0	297,0	104,0	302,0	71,0	116,0	104,0	390,0	239,0	186,0	128,0
3		155,0	145,0	116,0	193,0	126,0	385,0	115,0	115,0	89,0	396,0	86,0	258,0	67,0	236,0	86,0	516,0	213,0	138,0	134,0
4		152,0	137,0	113,0	121,0	101,0	249,0	142,0	108,0	98,0	269,0	81,0	189,0	78,0	170,0	81,0	686,0	181,0	105,0	96,0
5		155,0	174,0	100,0	101,0	117,0	190,0	115,0	105,0	112,0	204,0	95,0	189,0	110,0	133,0	95,0	553,0	247,0	89,0	98,0
6		155,0	199,0	88,0	84,0	265,0	171,0	90,0	87,0	86,0	149,0	107,0	186,0	96,0	126,0	107,0	387,0	306,0	336,0	132,0
7		137,0	234,0	80,0	76,0	176,0	153,0	79,0	82,0	89,0	135,0	119,0	217,0	84,0	120,0	115,0	349,0	160,0	207,0	296,0
8		125,0	184,0	84,0	86,0	110,0	567,0	75,0	50,0	99,0	137,0	105,0	237,0	110,0	99,0	105,0	236,0	120,0	147,0	352,0
9		330,0	216,0	154,0	88,0	100,0	673,0	72,0	50,0	106,0	141,0	87,0	207,0	353,0	88,0	87,0	183,0	121,0	128,0	252,0
10		430,0		120,0	77,0	123,0	535,0	69,0	70,0	101,0	116,0	86,0	186,0	700,0	96,0	86,0	279,0	131,0	124,0	183,0
11		272,0	755,0	94,0	75,0	276,0	366,0	73,0	61,0	92,0	117,0	74,0	288,0	700,0	155,0	73,0	240,0	127,0	113,0	245,0
12		318,0	301,0	81,0	112,0	249,0	232,0	144,0	46,0	86,0	210,0	107,0	209,0	1100,0	181,0	114,0	176,0	116,0	143,0	312,0
13			282,0	77,0	233,0	135,0	195,0	94,0	112,0	81,0	168,0	124,0	217,0	900,0	114,0	124,0	232,0	109,0	139,0	418,0
14	J U N I O		222,0	67,0	265,0	122,0	263,0	68,0	113,0	81,0	130,0	97,0	170,0	300,0	108,0	97,0	200,0	153,0	114,0	###
15		329,0	207,0	69,0	165,0	99,0	299,0	65,0	95,0	81,0	116,0	92,0	157,0	147,0	131,0	93,0	156,0	168,0	138,0	###
16		375,0	236,0	67,0	146,0	96,0	172,0	58,0	122,0	79,0	113,0	85,0	158,0	153,0	211,0	85,0	135,0	133,0	140,0	783,0
17		520,0	327,0	68,0	144,0	116,0	161,0	59,0	131,0	86,0	108,0	108,0	620,0	137,0	154,0	108,0	123,0	107,0	142,0	563,0
18		467,0	279,0	70,0	114,0	212,0	144,0	130,0	99,0	96,0	110,0	117,0	317,0	139,0	110,0	117,0	114,0	105,0	140,0	840,0
19		539,0	215,0	67,0	114,0	380,0	255,0	283,0	78,0	135,0	208,0	107,0	247,0	220,0	139,0	107,0	126,0	92,0	145,0	333,0
20		499,0	205,0	57,0	124,0	213,0	184,0	189,0	76,0	105,0	250,0	169,0	197,0	202,0	273,0	172,0	147,0	103,0	156,0	432,0
21		500,0	266,0	61,0	124,0	140,0	137,0	148,0	78,0	79,0	314,0	175,0	308,0	140,0	244,0	175,0	127,0	124,0	148,0	###
22		387,0	226,0	169,0	171,0	118,0	133,0	118,0	80,0	76,0	459,0	126,0	348,0	120,0	149,0	136,0	128,0	216,0	306,0	656,0
23		339,0	197,0	120,0	147,0	105,0	154,0	94,0	119,0	66,0	308,0	192,0	388,0	106,0	120,0	192,0	141,0	183,0	259,0	533,0
24		377,0	148,0	103,0	112,0	128,0	135,0	81,0	182,0	69,0	204,0	246,0	258,0	87,0	110,0	246,0	108,0	188,0	154,0	423,0
25		457,0	187,0	158,0	91,0	181,0	110,0	84,0	105,0	97,0	190,0	346,0	226,0	89,0	145,0	346,0	115,0	119,0	123,0	496,0
26		422,0	148,0	108,0	82,0	253,0	198,0	84,0	89,0	90,0	381,0	262,0	220,0	87,0	168,0	262,0	106,0	103,0	113,0	463,0
27		332,0	180,0	150,0	78,0	231,0	178,0	164,0	89,0	86,0	345,0	198,0	275,0	144,0	136,0	196,0	157,0	107,0	113,0	310,0
28		227,0	188,0		71,0	159,0	257,0	112,0	86,0	79,0	455,0	145,0	238,0	384,0	108,0	198,0	236,0	129,0	142,0	294,0
29		236,0	167,0		69,0	159,0	191,0	190,0	101,0	76,0	366,0	240,0	188,0	174,0	93,0	240,0	238,0	474,0	128,0	231,0
30		286,0	195,0	601,0	61,0	138,0	140,0	139,0	137,0	80,0	321,0	214,0	230,0	142,0	92,0	214,0	152,0	366,0	111,0	210,0
1	J U L I O	283,0	178,0	555,0	58,0	116,0	132,0	122,0	122,0	306,0	245,0	152,0	219,0	128,0	243,0	151,0	138,0	242,0	137,0	222,0
2		283,0	153,0	415,0	82,0	101,0	161,0	98,0	137,0	389,0	300,0	122,0	212,0	168,0	202,0	121,0	116,0	232,0	187,0	177,0
3		285,0	214,0	282,0	192,0	94,0	388,0	126,0	99,0	150,0	236,0	134,0	260,0	153,0	150,0	134,0	104,0	179,0	364,0	146,0
4		202,0	195,0	208,0	156,0	94,0	611,0	260,0	94,0	113,0	187,0	169,0	228,0	140,0	106,0	169,0	131,0	160,0	206,0	139,0
5		187,0	223,0	174,0	180,0	87,0	411,0	281,0	110,0	137,0	181,0	129,0	231,0	111,0	115,0	128,0	141,0	143,0	163,0	127,0
6		856,0	177,0	173,0	141,0	81,0	223,0	178,0	121,0	177,0	177,0	110,0	205,0	128,0	135,0	110,0	171,0	136,0	136,0	116,0
7			139,0	234,0	162,0	75,0	194,0	136,0	98,0	398,0	153,0	104,0	166,0	134,0	150,0	104,0	148,0	163,0	118,0	110,0
8		345,0	130,0	290,0	159,0	96,0	179,0	148,0	84,0	694,0	138,0	123,0	151,0	142,0	123,0	123,0	111,0	170,0	104,0	103,0
9		305,0	123,0	199,0	150,0	95,0	201,0	162,0	84,0	496,0	152,0	104,0	195,0	145,0	104,0	104,0	97,0	127,0	98,0	100,0
10		248,0	131,0	176,0	116,0	30,0	423,0	131,0	88,0	199,0	289,0	114,0	155,0	144,0	119,0	115,0	87,0	110,0	98,0	95,0
11		208,0	174,0	314,0	92,0	161,0	285,0	202,0	91,0	239,0	345,0	349,0	142,0	124,0	167,0	349,0	100,0	99,0	91,0	88,0
12		187,0	230,0	325,0	92,0	155,0	216,0	144,0	151,0	220,0	682,0	238,0	152,0	130,0	269,0	238,0	98,0	91,0	88,0	78,0
13		178,0	184,0	243,0	86,0	159,0	169,0	121,0	108,0	200,0	516,0	160,0	180,0	137,0	207,0	160,0	112,0	88,0	84,0	69,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
14		285,0	143,0	244,0	82,0	447,0	156,0	101,0	83,0	158,0	291,0	139,0	244,0	143,0	155,0	139,0	118,0	83,0	125,0	108,0
15		349,0	121,0	243,0	75,0	702,0	142,0	97,0	75,0	156,0	212,0	116,0	211,0	110,0	161,0	116,0	158,0	80,0	150,0	207,0
16		400,0	170,0	211,0	98,0	650,0	144,0	106,0	264,0	140,0	199,0	102,0	156,0	98,0	133,0	102,0	156,0	79,0	120,0	133,0
17		238,0	147,0	177,0	104,0	315,0	147,0	109,0	408,0	132,0	272,0	120,0	137,0	90,0	144,0	120,0	137,0	78,0	120,0	87,0
18		192,0	121,0	153,0	90,0	239,0	151,0	133,0	274,0	118,0	256,0	174,0	127,0	92,0	140,0	173,0	122,0	91,0	110,0	78,0
19		171,0	115,0	302,0	80,0	212,0	133,0	99,0	598,0	108,0	206,0	159,0	114,0	117,0	125,0	159,0	107,0	152,0	90,0	71,0
20		267,0	108,0	227,0	129,0	178,0	122,0	98,0	634,0	116,0	263,0	124,0	116,0	300,0	100,0	124,0	137,0	172,0	93,0	72,0
21		343,0	105,0	126,0	123,0	177,0	114,0	448,0	385,0	119,0	231,0	123,0	155,0	280,0	88,0	123,0	141,0	185,0	81,0	69,0
22				189,0	112,0	172,0	109,0	191,0	285,0	119,0	225,0	106,0	104,0	227,0	80,0	107,0	111,0	110,0	84,0	65,0
23			113,0	263,0	140,0	152,0	108,0	170,0	196,0	158,0	372,0	118,0	114,0	182,0	80,0	118,0	93,0	87,0	94,0	67,0
24			102,0	206,0	157,0	136,0	245,0	144,0	151,0	167,0	432,0	109,0	209,0	134,0	164,0	110,0	92,0	78,0	114,0	64,0
25		164,0	80,0	168,0	141,0	180,0	159,0	118,0	132,0	170,0	423,0	139,0	172,0	124,0	257,0	139,0	115,0	81,0	97,0	64,0
26		157,0	71,0	140,0	109,0	132,0	132,0	115,0	119,0	154,0	348,0	192,0	147,0	110,0	185,0	193,0	133,0	87,0	78,0	58,0
27		152,0	76,0	129,0	112,0	117,0	132,0	188,0	113,0	124,0	257,0	137,0	129,0	110,0	132,0	137,0	150,0	170,0	76,0	131,0
28		146,0	96,0	117,0	142,0	108,0	153,0	137,0	107,0	112,0	218,0	126,0	136,0	186,0	97,0	126,0	191,0	129,0	83,0	102,0
29		128,0	247,0	120,0	152,0	124,0	148,0	107,0	196,0	98,0	216,0	113,0	123,0	147,0	243,0	113,0	125,0	86,0	80,0	68,0
30		122,0	264,0	116,0	144,0	162,0	141,0	98,0	278,0	83,0	235,0	135,0	143,0	110,0	850,0	135,0	228,0	85,0	75,0	60,0
31		115,0	167,0	123,0	169,0	162,0	161,0	110,0	202,0	81,0	210,0	333,0	131,0	97,0	277,0	132,0	455,0	101,0	73,0	66,0
1		153,0	123,0	187,0	129,0	181,0	141,0	97,0	145,0	77,0	176,0	170,0	113,0	89,0	199,0	170,0	380,0	107,0	89,0	57,0
2		142,0	103,0	155,0	135,0	115,0	123,0	81,0	125,0	85,0	202,0	119,0	107,0	102,0	202,0	124,0	192,0	110,0	153,0	50,0
3		117,0	100,0	131,0	128,0	99,0	148,0	90,0	119,0	84,0	189,0	115,0	105,0	169,0	184,0	115,0	159,0	100,0	175,0	56,0
4		102,0	123,0	140,0	113,0	88,0	187,0	74,0	115,0	72,0	175,0	103,0	197,0	205,0	182,0	103,0	225,0	98,0	104,0	82,0
5		90,0	114,0	114,0	277,0	81,0	153,0	71,0	115,0	82,0	246,0	94,0	207,0	210,0	143,0	94,0	272,0	87,0	115,0	135,0
6		93,0	135,0	103,0	236,0	79,0	157,0	66,0	106,0	133,0	217,0	86,0	140,0	169,0	128,0	87,0	168,0	77,0	106,0	106,0
7		88,0	120,0	198,0	153,0	57,0	160,0	68,0	222,0	184,0	167,0	80,0	129,0	176,0	193,0	80,0	155,0	76,0	99,0	81,0
8		88,0	126,0	247,0	129,0	54,0	123,0	74,0	214,0	187,0	143,0	75,0	153,0	187,0	181,0	75,0	221,0	95,0	92,0	100,0
9		86,0	179,0	198,0	147,0	50,0	111,0	75,0	189,0	142,0	136,0	77,0	264,0	335,0	187,0	77,0	193,0	105,0	87,0	125,0
10		128,0	291,0	178,0	141,0	53,0	99,0	65,0	199,0	124,0	133,0	118,0	208,0	234,0	140,0	122,0	156,0	80,0	88,0	94,0
11		124,0	215,0	223,0	104,0	83,0	167,0	64,0	176,0	106,0	142,0	139,0	150,0	241,0	124,0	139,0	137,0	75,0	118,0	150,0
12		128,0	160,0	182,0	103,0	84,0	394,0	60,0	129,0	89,0	137,0	100,0	141,0	192,0	126,0	101,0	130,0	71,0	100,0	557,0
13		151,0	131,0	182,0	101,0	114,0	236,0	59,0	117,0	79,0	162,0	79,0	118,0	182,0	130,0	79,0	122,0	66,0	78,0	390,0
14		157,0	133,0	194,0	95,0	103,0	141,0	64,0	116,0	82,0	135,0	74,0	134,0	152,0	122,0	74,0	114,0	61,0	73,0	290,0
15		169,0	124,0	159,0	91,0	77,0	137,0	71,0	111,0	84,0	113,0	88,0	146,0	138,0	180,0	88,0	109,0	62,0	69,0	198,0
16		159,0	112,0	143,0	93,0	72,0	190,0	71,0	122,0	78,0	109,0	82,0	132,0	140,0	198,0	82,0	94,0	71,0	78,0	190,0
17		128,0	108,0	156,0	81,0	72,0	218,0	75,0	172,0	73,0	123,0	102,0	190,0	136,0	172,0	104,0	64,0	85,0	100,0	226,0
18		130,0	100,0	146,0	81,0	87,0	150,0	72,0	186,0	77,0	113,0	95,0	159,0	141,0	141,0	95,0	100,0	76,0	160,0	270,0
19		111,0	112,0	129,0	85,0	102,0	129,0	73,0	133,0	68,0	93,0	96,0	231,0	114,0	131,0	96,0	121,0	72,0	165,0	161,0
20		104,0	108,0	125,0	90,0	76,0	508,0	73,0	108,0	77,0	93,0	77,0	135,0	101,0	118,0	78,0	226,0	74,0	201,0	147,0
21		97,0	230,0	143,0	89,0	86,0	687,0	103,0	121,0	123,0	89,0	72,0	153,0	182,0	150,0	72,0	138,0	71,0	181,0	135,0
22		96,0	320,0	153,0	76,0	133,0	563,0	66,0	128,0	93,0	109,0	66,0	148,0	204,0	124,0	66,0	109,0	68,0	173,0	129,0
23		102,0	211,0	143,0	206,0	155,0	439,0	60,0	106,0	74,0	115,0	69,0	146,0	141,0	116,0	69,0	107,0	59,0	160,0	123,0
24		105,0	154,0	115,0	124,0	316,0	390,0	50,0	99,0	65,0	91,0	75,0	135,0	110,0	105,0	75,0	124,0	59,0	167,0	111,0
25		92,0	133,0	103,0	94,0	281,0	346,0	49,0	98,0	84,0	92,0	68,0	186,0	100,0	101,0	68,0	162,0	62,0	153,0	100,0
26		81,0	113,0	98,0	98,0	192,0	215,0	52,0	92,0	94,0	103,0	66,0	151,0	89,0	108,0	65,0	138,0	66,0	150,0	91,0
27		77,0	99,0	99,0	84,0	147,0	180,0	51,0	82,0	277,0	114,0	78,0	134,0	83,0	102,0	77,0	104,0	79,0	150,0	88,0
28		87,0	96,0	116,0	76,0	144,0	192,0	52,0	76,0	248,0	17,0	85,0	122,0	88,0	96,0	84,0	95,0	85,0	188,0	228,0
29		95,0	97,0	152,0	74,0	143,0	169,0	67,0	127,0	244,0	129,0	82,0	115,0	93,0	82,0	83,0	94,0	68,0	162,0	185,0
30		85,0	104,0	122,0	67,0	113,0	316,0	77,0	120,0	155,0	188,0	72,0	111,0	100,0	76,0	73,0	101,0	65,0	153,0	180,0
31		94,0	92,0	115,0	65,0	98,0	266,0	157,0	106,0	122,0	214,0	71,0	111,0	83,0	73,0	72,0	93,0	65,0	133,0	320,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	S E P T I E M B R E	104,0	88,0	177,0	62,0	129,0	181,0	111,0	121,0	107,0	141,0	63,0	92,0	76,0	73,0	63,0	90,0	65,0	130,0	242,0
2		84,0	153,0	64,0	113,0	155,0	152,0	146,0	99,0	113,0	58,0	92,0	94,0	78,0	58,0	77,0	73,0	142,0	270,0	
3		86,0	114,0	63,0	144,0	160,0	189,0	122,0	105,0	96,0	54,0	95,0	110,0	97,0	65,0	95,0	119,0	134,0	212,0	
4		122,0	106,0	119,0	185,0	209,0	146,0	109,0	93,0	94,0	69,0	205,0	91,0	123,0	69,0	114,0	92,0	166,0	195,0	
5		73,0	111,0	93,0	98,0	260,0	223,0	95,0	94,0	80,0	111,0	75,0	160,0	200,0	78,0	75,0	112,0	73,0	184,0	195,0
6		72,0	96,0	89,0	83,0	258,0	180,0	79,0	98,0	72,0	100,0	80,0	145,0	228,0	75,0	80,0	112,0	76,0	184,0	180,0
7		75,0	89,0	87,0	154,0	190,0	155,0	70,0	81,0	80,0	91,0	75,0	134,0	150,0	91,0	78,0	100,0	80,0	184,0	145,0
8		83,0	130,0	82,0	185,0	144,0	139,0	70,0	80,0	97,0	82,0	66,0	128,0	125,0	91,0	74,0	100,0	71,0	174,0	132,0
9		86,0	137,0	102,0	189,0	147,0	349,0	69,0	82,0	80,0	83,0	67,0	107,0	92,0	83,0	67,0	105,0	85,0	143,0	122,0
10		71,0	107,0	159,0	93,0	131,0	240,0	71,0	78,0	77,0	112,0	66,0	95,0	92,0	89,0	66,0	157,0	114,0	160,0	131,0
11		68,0	113,0	125,0	95,0	126,0	160,0	63,0	96,0	88,0	102,0	66,0	95,0	129,0	79,0	66,0	134,0	94,0	246,0	138,0
12		68,0	101,0	89,0	129,0	117,0	183,0	89,0	102,0	91,0	82,0	75,0	86,0	135,0	71,0	75,0	109,0	76,0	217,0	125,0
13		68,0	159,0	89,0	121,0	164,0	78,0	83,0	93,0	76,0	99,0	85,0	101,0	72,0	99,0	126,0	73,0	209,0	128,0	
14		77,0	124,0	78,0	143,0	132,0	70,0	75,0	83,0	103,0	79,0	108,0	91,0	68,0	80,0	123,0	95,0	189,0	119,0	
15		73,0	125,0	70,0	82,0	121,0	132,0	76,0	69,0	71,0	97,0	69,0	109,0	95,0	64,0	69,0	100,0	110,0	183,0	125,0
16		127,0	102,0	65,0	85,0	110,0	125,0	96,0	147,0	80,0	86,0	67,0	62,0	94,0	71,0	67,0	99,0	93,0	153,0	188,0
17		157,0	86,0	72,0	102,0	106,0	67,0	159,0	93,0	82,0	76,0	96,0	80,0	70,0	76,0	79,0	74,0	161,0	147,0	
18		84,0	87,0	67,0	76,0	105,0	181,0	64,0	105,0	71,0	78,0	183,0	96,0	87,0	66,0	182,0	77,0	67,0	166,0	115,0
19		80,0	89,0	71,0	68,0	91,0	245,0	61,0	102,0	59,0	79,0	121,0	168,0	87,0	66,0	120,0	79,0	64,0	215,0	116,0
20		82,0	84,0	77,0	90,0	89,0	205,0	65,0	99,0	62,0	84,0	81,0	129,0	88,0	65,0	80,0	79,0	63,0	171,0	116,0
21		84,0	75,0	76,0	90,0	81,0	165,0	83,0	137,0	55,0	89,0	71,0	111,0	85,0	107,0	71,0	75,0	59,0	164,0	118,0
22		77,0	69,0	85,0	70,0	77,0	121,0	77,0	175,0	59,0	95,0	99,0	103,0	88,0	80,0	99,0	72,0	55,0	146,0	105,0
23		80,0	71,0	74,0	69,0	75,0	108,0	71,0	110,0	75,0	73,0	91,0	105,0	95,0	68,0	91,0	76,0	56,0	79,0	92,0
24		127,0	80,0	74,0	71,0	73,0	114,0	65,0	91,0	124,0	70,0	74,0	137,0	88,0	61,0	74,0	78,0	53,0	84,0	82,0
25		109,0	152,0	84,0	73,0	84,0	106,0	61,0	108,0	106,0	70,0	62,0	151,0	83,0	60,0	62,0	69,0	51,0	106,0	103,0
26		102,0	112,0	75,0	79,0	74,0	104,0	63,0	107,0	94,0	66,0	61,0	117,0	78,0	62,0	61,0	65,0	54,0	186,0	108,0
27		94,0	87,0	74,0	90,0	73,0	107,0	63,0	104,0	86,0	66,0	60,0	153,0	75,0	60,0	59,0	66,0	51,0	222,0	86,0
28		134,0	77,0	78,0	80,0	69,0	172,0	61,0	89,0	104,0	69,0	56,0	118,0	80,0	62,0	56,0	65,0	56,0	119,0	81,0
29		109,0	67,0	77,0	88,0	75,0	122,0	59,0	88,0	103,0	68,0	69,0	100,0	76,0	60,0	69,0	61,0	55,0	100,0	90,0
30		163,0	63,0	74,0	78,0	95,0	107,0	68,0	91,0	87,0	71,0	126,0	123,0	69,0	58,0	65,0	66,0	55,0	82,0	98,0
1	O C T U B R E	130,0	77,0	74,0	74,0	94,0	91,0	92,0	88,0	77,0	73,0	63,0	217,0	71,0	59,0	63,0	76,0	54,0	80,0	111,0
2		126,0	90,0	127,0	70,0	86,0	49,0	80,0	84,0	80,0	79,0	57,0	162,0	72,0	56,0	58,0	90,0	58,0	91,0	82,0
3		103,0	75,0	168,0	70,0	79,0	113,0	69,0	75,0	83,0	95,0	58,0	114,0	69,0	56,0	58,0	73,0	59,0	89,0	77,0
4		103,0	70,0	119,0	65,0	74,0	98,0	65,0	72,0	78,0	79,0	60,0	106,0	69,0	56,0	60,0	91,0	52,0	76,0	73,0
5		100,0	100,0	88,0	62,0	67,0	108,0	58,0	95,0	76,0	75,0	66,0	118,0	72,0	63,0	66,0	192,0	50,0	73,0	71,0
6		92,0	76,0	73,0	59,0	59,0	124,0	56,0	90,0	73,0	69,0	61,0	114,0	75,0	62,0	61,0	201,0	47,0	103,0	72,0
7		89,3	82,0	69,0	65,0	71,0	113,0	51,0	83,0	71,0	74,0	60,0	99,0	109,0	58,0	60,0	147,0	52,0	85,0	71,0
8		87,0	185,0	77,0	61,0	68,0	160,0	54,0	96,0	74,0	106,0	90,0	137,0	82,0	55,0	90,0	106,0	55,0	94,0	76,0
9		79,0	107,0	74,0	56,0	62,0	125,0	58,0	88,0	73,0	91,0	102,0	156,0	67,0	58,0	102,0	83,0	52,0	72,0	100,0
10		78,0	86,0	79,0	60,0	64,0	109,0	68,0	79,0	70,0	83,0	78,0	140,0	73,0	67,0	79,0	83,0	52,0	63,0	118,0
11		85,0	143,0	66,0	82,0	75,0	102,0	61,0	83,0	68,0	76,0	70,0	146,0	68,0	68,0	70,0	83,0	64,0	88,0	83,0
12		98,0	115,0	61,0	90,0	119,0	91,0	59,0	73,0	67,0	62,0	66,0	118,0	65,0	60,0	66,0	80,0	60,0	68,0	80,0
13		106,0	95,0	55,0	70,0	109,0	81,0	50,0	67,0	67,0	64,0	65,0	59,0	60,0	65,0	82,0	62,0	63,0	81,0	
14		263,0	137,0	61,0	94,0	97,0	73,0	49,0	63,0	65,0	60,0	81,0	58,0	60,0	80,0	78,0	63,0	100,0	72,0	
15		167,0	136,0	58,0	73,0	85,0	72,0	56,0	65,0	65,0	83,0	65,0	56,0	60,0	65,0	66,0	52,0	87,0	73,0	
16		117,0	118,0	56,0	61,0	75,0	69,0	58,0	63,0	65,0	72,0	59,0	137,0	62,0	85,0	59,0	70,0	50,0	72,0	73,0
17		117,0	107,0	55,0	56,0	72,0	68,0	55,0	77,0	66,0	64,0	70,0	100,0	65,0	66,0	70,0	83,0	48,0	88,0	75,0
18		123,0	95,0	66,0	58,0	88,0	63,0	50,0	70,0	86,0	77,0	56,0	96,0	63,0	68,0	50,0	68,0	53,0	75,0	75,0
19		159,0	89,0	119,0	60,0	183,0	61,0	51,0	64,0	83,0	114,0	54,0	88,0	71,0	77,0	54,0	62,0	49,0	58,0	147,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
20		108,0	104,0	112,0	59,0	110,0	57,0	48,0	91,0	71,0	98,0	56,0	77,0	57,0	64,0	56,0	73,0	51,0	55,0	147,0
21			69,0	129,0	71,0	74,0	57,0	48,0	75,0	67,0	75,0	69,0	81,0	49,0	104,0	69,0	66,0	53,0	50,0	94,0
22		97,0	88,0	70,0	59,0	72,0	56,0	49,0	75,0	71,0	72,0	73,0	74,0	49,0	89,0	73,0	154,0	55,0	50,0	97,0
23		89,0	95,0	63,0	60,0	68,0	62,0	60,0	63,0	68,0	75,0	63,0	66,0	49,0	92,0	63,0	105,0	53,0	50,0	92,0
24		108,0	95,0	62,0	53,0	65,0	59,0	62,0	59,0	69,0	90,0	67,0	71,0	47,0	145,0	66,0	87,0	60,0	59,0	80,0
25		112,0	245,0	63,0	62,0	73,0	62,0	67,0	65,0	74,0	106,0	67,0	64,0	51,0	118,0	67,0	87,0	68,0	58,0	76,0
26		114,0	145,0	67,0	86,0	174,0	68,0	63,0	63,0	65,0	123,0	64,0	59,0	76,0	107,0	64,0	81,0	55,0	58,0	72,0
27		147,0	111,0	60,0	72,0	115,0	71,0	66,0	58,0	67,0	154,0	67,0	62,0	70,0	116,0	67,0	81,0	55,0	72,0	74,0
28		123,0	97,0	72,0	56,0	91,0	69,0	96,0	62,0	74,0	183,0	89,0	66,0	58,0	110,0	89,0	79,0	50,0	58,0	71,0
29		105,0	78,0	76,0	58,0	81,0	65,0	69,0	63,0	72,0	149,0	91,0	61,0	53,0	131,0	91,0	81,0	63,0	55,0	69,0
30		110,0	77,0	80,0	60,0	90,0	128,0	64,0	83,0	79,0	149,0	89,0	68,0	63,0	144,0	90,0	92,0	60,0	64,0	68,0
31		100,0	75,0	68,0	63,0	93,0	92,0	71,0	87,0	80,0	124,0	77,0	74,0	61,0	116,0	77,0	76,0	59,0	65,0	72,0
1		94,0	74,0	69,0	59,0	88,0	94,0	76,0	80,0	72,0	136,0	66,0	73,0	58,0	131,0	66,0	72,0	67,0	62,0	73,0
2		100,0	71,0	57,0	52,0	116,0		65,0	70,0	72,0	129,0	62,0	68,0	46,0	108,0	65,0	71,0	76,0	62,0	69,0
3		82,0	77,0	60,0	54,0	164,0		67,0	63,0	99,0	120,0	60,0	58,0	45,0	130,0	62,0	73,0	137,0	55,0	66,0
4		80,0	58,0	58,0	51,0	138,0	78,0	63,0	62,0	92,0	111,0	64,0	55,0	46,0	143,0	66,0	72,0	114,0	52,0	69,0
5		75,0	71,0	60,0	50,0	121,0	76,0	62,0	63,0	89,0	102,0	59,0	48,0	45,0	179,0	59,0	77,0	83,0	58,0	87,0
6		72,0	72,0	61,0	48,0	98,0	120,0	75,0	62,0	83,0	111,0	57,0	56,0	58,0	207,0	67,0	88,0	73,0	55,0	90,0
7		75,0	69,0	65,0	46,0	85,0	109,0	68,0	63,0	70,0	116,0	61,0	64,0	78,0	164,0	61,0	85,0	67,0	70,0	106,0
8		69,0	62,0	74,0	43,0	95,0	91,0	71,0	54,0	111,0	101,0	62,0	63,0	63,0	153,0	62,0	95,0	91,0	76,0	77,0
9		64,0	70,0	86,0	42,0	87,0	96,0	71,0	47,0	63,0	96,0	58,0	58,0	51,0	134,0	58,0	103,0	85,0	68,0	92,0
10		64,0	123,0	98,0	42,0	84,0	96,0	104,0	45,0	74,0	98,0	55,0	57,0	50,0	138,0	55,0	88,0	76,0	64,0	170,0
11		69,0	96,0	107,0	56,0	85,0	92,0	173,0	47,0	63,0	89,0	55,0	49,0	44,0	138,0	56,0	103,0	69,0	83,0	153,0
12		59,0	71,0	96,0	55,0	96,0	106,0	195,0	55,0	74,0	92,0	64,0	44,0	46,0	125,0	64,0	94,0	75,0	84,0	110,0
13		56,0	70,0	101,0	53,0	82,0	96,0	188,0	51,0	109,0	93,0	63,0	55,0	60,0	159,0	63,0	74,0	75,0	126,0	90,0
14		55,0	75,0	118,0	58,0	81,0	78,0	114,0	50,0	164,0	116,0	67,0	55,0	72,0	129,0	67,0	67,0	110,0	131,0	110,0
15		54,0	92,0	99,0	55,0	91,0	73,0	91,0	45,0	164,0	129,0	70,0	54,0	77,0	125,0	70,0	72,0	85,0	200,0	90,0
16		53,0	111,0	91,0	55,0	89,0	77,0	84,0	42,0	106,0	129,0	66,0	57,0	87,0	147,0	66,0	67,0	77,0	121,0	150,0
17		53,0	72,0	76,0	58,0	72,0	74,0	81,0	41,0	94,0	114,0	66,0	55,0	68,0	171,0	70,0	70,0	64,0	114,0	290,0
18			86,0	81,0	120,0	70,0	68,0	91,0	41,0	116,0	90,0	70,0	64,0	63,0	132,0	75,0	144,0	62,0	105,0	168,0
19			117,0	77,0	99,0	60,0	82,0	96,0	48,0	90,0	92,0	75,0	57,0	58,0	122,0	78,0	90,0	55,0	97,0	199,0
20		70,0	97,0	88,0	69,0	63,0	88,0	92,0	45,0	90,0	87,0	78,0	57,0	58,0	116,0	69,0	122,0	49,0	103,0	132,0
21		68,0	93,0	75,0	65,0	64,0	127,0	95,0	46,0	105,0	92,0	69,0	54,0	79,0	109,0	76,0	138,0	49,0	144,0	118,0
22		69,0	70,0	77,0	67,0	61,0	167,0	88,0	43,0	110,0	82,0	71,0	60,0	58,0	260,0	87,0	89,0	46,0	96,0	120,0
23		99,0	77,0	73,0	69,0	62,0	221,0	100,0	43,0	110,0	78,0	87,0	60,0	66,0	150,0	75,0	78,0	43,0	85,0	130,0
24		144,0	63,0	64,0	67,0	62,0	161,0	88,0	45,0	100,0	78,0	75,0	70,0	65,0	119,0	69,0	78,0	42,0	89,0	134,0
25		119,0	61,0	82,0	70,0	55,0	113,0	76,0	47,0	131,0	71,0	69,0	89,0	90,0	110,0	72,0	79,0	39,0	90,0	151,0
26		82,0	69,0	90,0	58,0	47,0	117,0	75,0	52,0	247,0	64,0	72,0	70,0	90,0	103,0	66,0	77,0	38,0	94,0	139,0
27		68,0	69,0	92,0	48,0	62,0	110,0	73,0	58,0	222,0	63,0	65,0	59,0	80,0	139,0	65,0	75,0	37,0	84,0	111,0
28		77,0	64,0	92,0	45,0	64,0	153,0	66,0	59,0	214,0	66,0	65,0	59,0	70,0	192,0	72,0	67,0	37,0	82,0	94,0
29		99,0	59,0	70,0	42,0	67,0	155,0	64,0	91,0	156,0	63,0	72,0	80,0	75,0	146,0	91,0	63,0	35,0	73,0	86,0
30		78,0	81,0	62,0	44,0	64,0	121,0	61,0	68,0	137,0	64,0	91,0	74,0	47,0	108,0	86,0	126,0	35,0	78,0	88,0
1		65,0	71,0	88,0	52,0	63,0	112,0	63,0	96,0	146,0	60,0	107,0	95,0	51,0	106,0	108,0	96,0	35,0	69,0	102,0
2		64,0	60,0	80,0	63,0	62,0	104,0	67,0	81,0	196,0	57,0	83,0	83,0	47,0	111,0	82,0	92,0	35,0	73,0	92,0
3		66,0	68,0	75,0	66,0	63,0	88,0	61,0	85,0	189,0	55,0	85,0	65,0	45,0	100,0	85,0	88,0	40,0	78,0	82,0
4		57,0	85,0	75,0	59,0	63,0	62,0	65,0	74,0	157,0	55,0	72,0	67,0	49,0	90,0	72,0	96,0	41,0	76,0	70,0
5		57,0	76,0	87,0	61,0	67,0	82,0	67,0	74,0	141,0	58,0	63,0	64,0	53,0	83,0	63,0	122,0	53,0	85,0	73,0
6		54,0	64,0	73,0	59,0	68,0	75,0	64,0	77,0	125,0	56,0	59,0	80,0	49,0	87,0	59,0	217,0	64,0	79,0	70,0
7		54,0	62,0	66,0	61,0	88,0	107,0	63,0	71,0	139,0	55,0	64,0	159,0	83,0	89,0	64,0	100,0	57,0	85,0	66,0

D Í A	M E S	AÑO																		
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
8	D I C I E M B R E	55,0	56,0	64,0	65,0	79,0	228,0	47,0	65,0	167,0	57,0	66,0	112,0	70,0	82,0	66,0	90,0	52,0	94,0	67,0
9		51,0	54,0	57,0	62,0	122,0	186,0	59,0	65,0	130,0	56,0	64,0	104,0	61,0	79,0	64,0	106,0	44,0	91,0	64,0
10		51,0	48,0	66,0	59,0	151,0	141,0	59,0	61,0	119,0	52,0	61,0	120,0	63,0	91,0	60,0	93,0	42,0	75,0	64,0
11		53,0	52,0	62,0	60,0	99,0	246,0	54,0	60,0	102,0	55,0	57,0	100,0	59,0	90,0	57,0	77,0	39,0	85,0	66,0
12		55,0	52,0	57,0	68,0	89,0	178,0	47,0	58,0	93,0	61,0	64,0	80,0	62,0	85,0	64,0	63,0	41,0	84,0	64,0
13		54,0	47,0	53,0	63,0	91,0	127,0	44,0	55,0	86,0	63,0	79,0	79,0	58,0	85,0	83,0	64,0	39,0	78,0	78,0
14		52,0	48,0	68,0	60,0	81,0	102,0	45,0	62,0	95,0	95,0	89,0	80,0	72,0	70,0	90,0	77,0	64,0	74,0	72,0
15		56,0	57,0	62,0	57,0	96,0	94,0	52,0	90,0	126,0	108,0	82,0	76,0	89,0	79,0	82,0	112,0	73,0	70,0	80,0
16		54,0	68,0	59,0	54,0	76,0	91,0	59,0	93,0	119,0	101,0	99,0	69,0	92,0	121,0	99,0	122,0	65,0	68,0	90,0
17		48,0	168,0	57,0	50,0	86,0	92,0	55,0	76,0	95,0	80,0	100,0	64,0	75,0	127,0	150,0	126,0	59,0	63,0	82,0
18		51,0	105,0	60,0	62,0	67,0	110,0	62,0	66,0	83,0	64,0	150,0	66,0	66,0	151,0	160,0	119,0	80,0	62,0	80,0
19		52,0	96,0	58,0	51,0	70,0	113,0	66,0	67,0	76,0	59,0	150,0	61,0	72,0	110,0	170,0	104,0	69,0	64,0	80,0
20		56,0	76,0	58,0	42,0	51,0	102,0	63,0	62,0	74,0	59,0	192,0	63,0	97,0	93,0	192,0	96,0	63,0	90,0	86,0
21		55,0	94,0	65,0	55,0	64,0	95,0	61,0	60,0	68,0	56,0	206,0	65,0	60,0	108,0	206,0	92,0	72,0	111,0	96,0
22		56,0	72,0	59,0	63,0	62,0	78,0	63,0	58,0	62,0	51,0	141,0	64,0	68,0	88,0	141,0	83,0	101,0	105,0	89,0
23		55,0	68,0	57,0	64,0	66,0	83,0	64,0	57,0	105,0	47,0	113,0	82,0	60,0	78,0	113,0	79,0	96,0	83,0	112,0
24		55,0	70,0	59,0	78,0	60,0	83,0	80,0	57,0	110,0	45,0	141,0	102,0	60,0	71,0	141,0	94,0	191,0	77,0	106,0
25		52,0	73,0	57,0	84,0	59,0	89,0	74,0	57,0		44,0	125,0	95,0	65,0	75,0	129,0	82,0	148,0	72,0	96,0
26		59,0	64,0	59,0	83,0	66,0	98,0	79,0	110,0	120,0	43,0	143,0	88,0	66,0	117,0	143,0	75,0	112,0	148,0	109,0
27		58,0	67,0	61,0	70,0	76,0	89,0	68,0	78,0	84,0	42,0	137,0	78,0	69,0	106,0	136,0	73,0	266,0	117,0	124,0
28	56,0	59,0	65,0	66,0	68,0	85,0	64,0	63,0	74,0	40,0	111,0	117,0	70,0	101,0	111,0	70,0	186,0	279,0	138,0	
29	58,0	63,0	56,0	52,0	60,0	95,0	66,0	65,0	68,0	42,0	90,0	114,0	69,0	87,0	93,0	64,0	140,0	244,0	122,0	
30	56,0	61,0	65,0	47,0	61,0	110,0	68,0	67,0	75,0	50,0	77,0	96,0	96,0	78,0	78,0	61,0	140,0	120,0	105,0	
31	47,0	71,0	64,0	45,0	48,0	80,0	64,0	61,0	83,0	59,0	85,0	84,0	72,0	78,0	85,0	61,0	116,0	109,0	94,0	

FUENTE: HIDROAGOYÁN S.A., 2008

ESTACIÓN: CUTUCHI AJ YANAYACU

DIA	M E S	AÑO											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	E N E R O	1,9	3,1	3,2	3,1	6,9	6,1	6,7	7,8	4,0	8,3	14,4	12,6
2		2,1	3,8	2,8	2,9	6,3	5,8	6,5	7,9	3,7	8,1	14,3	9,9
3		1,9	3,3	3,2	3,1	5,8	4,6	7,0	8,1	3,4	8,1	13,0	9,4
4		1,9	8,0	3,4	3,0	7,0	4,4	6,5	9,1	3,1	7,6	12,6	10,2
5		2,1	6,8	3,3	3,2	8,3	3,9	6,0	8,3	2,8	7,4	11,4	12,3
6		1,9	6,1	3,5	3,1	9,5	3,8	6,0	10,5	3,1	6,2	10,2	8,3
7		2,0	3,7	3,2	3,0	7,5	4,2	5,6	11,7	2,9	8,6	12,3	7,1
8		2,1	3,4	3,4	3,1	12,2	4,2	5,6	6,9	4,5	15,2	9,1	8,3
9		1,9	3,5	3,1	2,8	11,1	4,2	5,2	6,7	9,2	17,8	7,6	8,6
10		2,1	3,0	3,1	2,4	10,8	3,7	4,8	7,3	8,9	23,7	9,6	9,4
11		3,5	3,0	2,6	2,9	9,2	4,6	4,4	8,0	6,0	13,0	9,4	8,8
12		3,4	2,9	2,9	3,1	8,0	3,2	4,2	7,2	4,6	9,4	9,9	8,6
13		8,1	2,8	3,1	2,9	7,5	2,6	8,1	6,9	6,0	8,1	8,8	9,1
14		5,0	2,6	3,8	3,1	7,1	2,4	4,5	6,8	3,9	7,1	7,6	7,2
15		4,7	2,8	3,3	3,9	7,0	2,5	4,8	11,7	2,9	6,4	7,6	6,9
16		4,8	2,8	3,4	5,6	8,6	2,3	5,0	11,2	3,1	5,6	13,3	7,3
17		4,5	2,6	3,1	7,2	11,8	2,5	4,2	9,1	2,8	6,7	12,6	7,1
18		4,0	2,6	3,0	5,2	14,4	2,5	4,0	13,4	2,5	6,2	21,1	9,4
19		3,7	2,5	2,9	5,3	10,1	2,6	4,0	15,1	2,6	10,5	20,6	12,3
20		3,2	2,2	3,2	5,6	8,3	2,8	3,7	16,1	2,8	7,9	11,7	16,6
21		4,7	2,1	2,6	4,6	7,2	2,6	4,2	12,6	2,6	6,7	10,8	17,8
22		3,1	1,9	2,4	4,4	7,0	2,8	4,0	11,4	2,8	6,5	9,9	15,8
23		2,5	2,1	2,3	6,2	7,5	2,8	3,5	12,6	2,6	9,1	9,1	13,6
24		3,6	2,8	2,4	3,9	6,5	2,8	3,7	9,9	2,4	9,4	8,6	13,0
25		4,8	3,9	2,3	3,1	6,0	2,9	3,2	9,6	2,8	10,2	8,6	18,9
26		4,7	3,5	2,6	2,9	4,2	3,1	6,3	9,9	2,3	7,8	8,6	18,1
27		4,6	3,3	2,8	5,7	8,0	4,8	5,6	10,5	2,3	13,0	9,6	16,2
28		3,9	5,1	4,5	5,6	8,0	4,0	6,7	12,6	2,4	15,0	16,9	15,4
29		2,5	4,9	4,6	5,6	7,2	4,8	6,5	13,3	6,4	16,1	23,4	9,6
30		2,7	4,4	5,8	4,4	7,0	3,2	7,8	22,0	4,6	16,2	22,9	8,6
31		2,4	5,8	4,2	3,4	10,4	3,4	15,3	27,7	2,9	11,1	27,3	7,1
1	F E B R E R O	2,5	3,0	3,4	6,3	12,2	2,5	16,2	18,9	2,4	9,6	24,8	7,1
2		2,3	3,2	3,6	5,8	16,6	2,6	15,3	17,3	2,5	20,4	22,9	6,9
3		2,3	2,9	3,4	9,0	15,2	2,8	12,5	28,3	2,6	18,9	18,1	7,3
4		4,7	4,2	3,2	15,8	14,8	2,4	12,5	13,6	2,1	22,4	16,9	6,9
5		3,6	3,2	2,9	12,2	14,6	2,5	15,7	15,0	2,1	23,8	16,5	6,2
6		2,9	3,1	3,2	6,5	14,3	6,5	16,6	14,0	2,1	16,2	15,4	5,7
7		3,7	2,7	3,1	5,4	14,9	7,6	18,9	19,5	2,1	21,1	13,6	5,0
8		5,6	2,6	3,0	6,3	11,2	5,3	16,2	16,6	2,0	12,6	9,6	4,7
9		3,5	2,4	3,2	6,7	9,5	6,0	14,1	15,1	2,1	12,3	8,3	4,1
10		3,6	2,2	4,5	6,3	8,3	6,5	12,5	17,7	4,2	9,6	9,6	4,7
11		2,9	2,2	5,0	6,0	8,3	4,0	12,9	15,4	16,6	11,7	9,4	4,1

DIA	M E S	AÑO												
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
12	S	3,1	2,2	14,0	5,6	7,8	3,2	14,1	17,3	12,4	13,0	8,6	4,3	
13		3,1	2,4	4,7	5,4	7,5	2,6	12,2	14,0	9,2	12,2	8,8	3,2	
14		2,9	2,5	5,5	4,9	6,7	2,0	11,8	13,0	7,2	10,8	10,0	3,1	
15		6,3	2,6	3,8	4,4	6,0	2,4	12,9	10,5	11,4	14,0	10,8	3,1	
16		5,8	3,4	9,6	4,6	5,6	2,0	10,1	10,5	23,0	17,7	18,9	3,1	
17		5,2	2,6	5,0	4,8	4,7	2,1	9,2	9,9	7,5	28,4	14,3	3,2	
18		5,5	2,6	5,4	4,9	4,6	2,8	9,8	10,5	7,0	35,2	21,2	3,5	
19		5,2	2,8	4,4	7,2	4,6	2,5	12,2	9,9	7,0	28,4	24,3	3,4	
20		4,8	4,6	3,1	7,2	4,2	2,4	27,8	9,4	9,8	28,4	23,8	3,5	
21		4,2	4,7	3,2	6,2	4,0	2,5	20,5	9,6	11,2	24,3	19,8	4,8	
22		3,7	3,5	9,4	5,4	6,9	3,1	19,9	9,1	9,9	22,9	18,5	5,0	
23		3,9	3,3	5,6	4,9	8,9	4,8	28,6	9,9	6,7	24,8	23,8	8,3	
24		4,4	21,0	4,9	4,4	6,3	2,3	25,1	9,6	5,8	26,3	22,9	7,6	
25		4,7	10,1	4,4	4,9	16,6	3,5	18,4	11,1	5,4	27,4	24,3	8,3	
26		4,0	8,3	4,2	17,7	11,1	3,4	19,9	8,6	4,6	27,8	31,1	8,8	
27		3,7	4,9	3,7	9,8	17,1	3,1	20,7	11,7	4,2	27,8	37,4	9,1	
28		3,1	3,5	3,4	14,4	13,1	2,6	11,8	8,6	3,7	26,3	27,3	7,8	
1		M A R Z O	2,6	3,3	3,7	8,9	13,3	2,4	19,9	8,1	6,7	30,0	70,9	6,2
2			3,2	3,5	3,7	14,4	10,1	2,8	18,0	7,8	9,8	27,3	32,8	5,4
3			3,1	3,8	3,4	19,9	14,2	4,0	16,2	8,8	9,8	30,2	27,8	5,4
4			3,1	3,8	3,9	15,1	17,1	2,4	15,7	7,3	7,5	41,5	26,8	6,3
5			4,2	4,2	3,4	15,8	19,5	2,3	12,2	6,4	6,3	29,7	25,8	4,1
6			3,1	35,9	3,1	14,9	21,0	2,1	11,8	7,8	6,5	27,3	23,8	5,0
7			2,4	8,3	8,3	13,7	21,0	2,5	19,5	6,4	5,8	26,8	22,0	4,4
8			2,6	7,2	6,7	14,9	20,5	2,5	14,6	6,0	4,4	23,9	30,2	4,5
9			2,9	5,4	5,6	12,2	17,5	16,5	10,4	5,8	3,7	22,9	28,4	4,5
10			3,9	20,7	5,0	12,2	13,7	4,8	19,5	6,4	3,7	18,9	26,8	5,0
11			4,4	18,4	4,0	9,8	11,1	4,2	18,5	6,2	11,2	18,9	25,3	5,2
12	3,7		17,3	4,2	8,0	11,5	3,7	16,2	6,0	5,6	16,9	22,9	4,8	
13	4,4		13,3	4,0	7,2	12,4	3,7	14,2	5,6	5,4	16,2	23,8	4,8	
14	3,1		9,5	5,2	6,2	12,2	2,5	11,8	5,8	6,2	17,7	29,4	4,1	
15	3,9		7,4	4,9	6,7	10,8	2,4	12,9	6,4	5,4	22,0	26,3	7,7	
16	3,2		8,4	5,3	7,5	12,5	2,1	15,8	5,6	5,2	20,2	22,4	8,6	
17	3,2		5,9	4,8	7,0	9,8	1,9	12,2	7,8	4,8	21,5	19,8	8,9	
18	3,2		7,2	6,8	14,4	9,2	1,9	11,1	13,3	4,6	21,5	19,4	7,3	
19	2,9		12,0	5,0	10,1	8,0	2,4	11,8	22,0	3,9	35,1	23,8	13,0	
20	2,6		12,6	4,6	20,6	8,6	3,7	9,5	25,5	3,5	27,8	19,8	17,3	
21	2,9		11,5	5,0	16,2	7,8	8,1	15,8	24,6	3,5	26,3	20,7	24,0	
22	2,5		12,6	4,9	26,7	7,8	4,4	12,6	18,5	3,7	29,5	18,5	25,8	
23	2,3		12,2	5,0	21,0	5,8	6,0	9,8	14,0	2,8	23,8	23,8	12,6	
24	2,4		15,8	4,6	22,0	7,0	5,8	16,2	13,6	3,1	22,9	37,3	13,3	
25	2,6		8,9	9,4	33,2	5,8	6,3	9,8	14,0	4,2	19,3	31,2	13,3	
26	2,4		18,1	9,8	34,0	5,2	5,2	11,4	15,0	6,7	18,5	24,8	12,6	
27	2,5		16,9	35,2	47,3	5,0	4,8	9,8	14,7	6,3	18,9	23,4	12,3	

DIA	M E S	AÑO											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
28		2,9	10,8	9,6	45,9	5,4	4,0	11,1	14,3	9,8	18,9	19,8	12,0
29		3,6	9,6	11,0	28,4	14,3	3,7	14,1	11,4	16,5	18,1	18,5	12,3
30		4,6	10,2	5,2	29,6	18,4	5,2	12,5	9,9	11,5	20,7	18,5	13,3
31		3,5	8,9	8,9	28,4	26,7	5,4	16,6	9,6	13,2	19,8	18,1	13,3
1		3,4	8,0	8,7	27,8	24,2	4,8	11,8	11,4	12,9	19,5	18,9	10,5
2		4,2	6,5	7,5	21,0	59,1	4,0	10,5	15,0	8,3	15,4	18,5	9,4
3		4,9	6,2	6,0	19,5	33,2	4,4	9,2	13,0	7,8	14,3	16,9	9,1
4		5,0	6,1	6,5	19,4	24,8	3,5	10,1	9,9	13,4	14,7	16,2	8,8
5		3,5	6,2	7,0	15,4	24,8	3,4	8,3	9,4	8,9	15,0	18,1	8,3
6		5,0	6,0	7,5	15,8	21,5	2,8	9,2	7,6	10,5	23,1	18,9	7,6
7		5,2	6,0	7,2	17,6	23,6	2,9	8,9	9,4	9,2	25,3	19,5	7,8
8		4,8	6,0	7,5	18,9	26,7	3,1	9,2	8,6	8,9	22,9	19,8	9,6
9		5,0	6,1	10,8	21,2	21,5	3,4	16,6	8,1	9,2	19,3	21,6	9,1
10		3,9	6,2	8,3	34,6	21,7	6,0	13,4	8,3	9,5	23,3	31,7	8,6
11		3,1	6,0	7,5	21,5	16,2	5,4	17,0	8,8	11,2	27,8	50,5	8,1
12		3,3	12,4	8,3	18,4	15,8	4,4	18,0	8,3	16,2	29,2	41,5	7,3
13		3,7	17,6	7,2	21,5	14,9	4,8	22,7	7,8	20,2	24,8	29,2	7,6
14		3,4	9,0	8,4	20,5	18,1	4,9	19,9	7,3	23,9	21,5	29,4	7,3
15	A	3,3	12,0	16,4	22,8	16,6	14,3	18,0	6,9	15,0	18,5	29,7	7,3
16	B	5,9	10,5	23,2	18,4	12,6	15,7	16,6	5,8	18,9	17,7	56,2	7,3
17	R	5,8	7,7	14,5	19,9	10,4	14,4	27,8	6,4	17,3	20,7	33,1	7,1
18	I	6,8	8,0	12,2	18,4	11,1	14,6	24,8	7,3	29,2	31,1	28,9	7,3
19	L	7,8	7,2	13,7	18,4	10,3	10,6	28,6	7,1	21,2	35,7	29,7	7,1
20		4,0	7,2	12,9	18,7	13,3	7,2	20,9	6,4	23,3	26,6	28,9	6,0
21		5,4	7,2	17,1	18,4	12,2	6,3	18,0	6,9	20,7	18,9	27,3	6,6
22		33,2	7,2	15,1	16,2	14,0	6,3	16,6	8,8	22,4	23,5	25,3	8,3
23		7,8	7,2	9,2	17,5	11,5	5,6	15,7	9,9	19,8	27,8	22,9	8,6
24		9,6	8,5	12,2	18,0	14,5	4,0	17,5	10,8	23,4	22,9	29,4	8,6
25		11,9	9,8	9,2	18,0	10,8	4,2	14,9	13,3	19,3	18,5	30,0	8,1
26		14,3	8,9	15,3	17,0	10,8	4,0	16,6	11,7	18,5	16,5	29,7	7,3
27		10,1	7,9	15,8	18,4	10,1	3,7	14,9	13,3	18,1	20,4	27,3	7,3
28		8,2	8,0	11,5	16,2	17,5	3,9	13,3	15,4	18,1	25,3	24,3	8,8
29		9,6	7,7	8,6	17,5	13,3	3,7	11,1	16,9	23,4	22,4	22,9	9,6
30		7,0	7,7	7,8	12,6	15,8	4,0	12,2	14,7	20,7	23,5	22,0	12,3
1	M	7,5	7,7	7,2	13,5	16,6	6,3	16,2	13,3	19,3	19,3	20,7	8,8
2	A	11,0	7,7	7,2	12,2	12,5	7,0	14,9	11,7	22,2	22,2	20,2	7,1
3	Y	6,9	7,7	7,0	12,2	11,1	5,6	11,8	13,0	19,8	19,8	20,2	6,2
4	O	8,7	7,8	7,0	9,8	11,1	4,2	10,1	25,8	37,4	49,7	22,9	6,2
5		6,1	8,9	5,8	10,8	9,8	4,6	9,2	23,8	31,1	31,1	22,4	5,6
6		7,1	7,7	6,7	11,0	11,4	4,0	8,3	22,9	27,8	27,8	22,4	5,2
7		7,9	7,5	5,8	12,6	13,3	4,6	8,6	18,5	24,3	24,3	24,8	4,8
8		7,4	7,5	6,7	13,5	11,1	5,0	9,2	17,7	22,9	22,9	24,8	4,7
9		9,0	7,3	6,9	20,5	11,5	8,6	13,6	16,9	22,4	20,2	23,4	5,4
10		7,8	7,3	8,2	13,7	11,5	7,0	9,8	15,0	21,5	21,5	51,5	9,1

DIA	M E S	AÑO												
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
11	S	10,1	7,3	5,2	10,4	10,8	6,5	8,0	14,0	18,5	18,5	52,3	9,1	
12		10,6	7,3	5,6	9,2	11,1	5,2	8,0	13,0	17,7	17,7	28,7	7,1	
13		9,4	7,3	4,0	9,0	10,1	5,4	7,5	13,0	16,9	16,9	25,8	7,3	
14		7,2	7,3	8,2	9,0	10,1	5,2	22,7	12,0	15,8	15,8	24,8	8,8	
15		6,3	7,3	7,2	9,1	19,9	7,0	12,2	11,4	15,0	15,0	23,8	9,9	
16		5,4	7,3	5,4	9,5	17,1	5,2	18,1	9,6	14,0	14,0	19,8	6,6	
17		7,5	7,3	5,0	9,8	12,9	4,8	15,8	8,8	15,4	15,4	31,6	5,2	
18		6,5	11,1	4,2	10,5	12,3	4,4	13,3	8,8	14,4	14,4	29,2	4,5	
19		5,6	25,3	4,4	9,8	12,6	5,6	24,4	8,1	12,0	12,0	27,8	5,2	
20		5,6	12,8	3,7	10,1	10,4	8,0	17,1	8,1	9,6	9,6	26,8	5,0	
21		7,9	10,4	4,2	10,1	9,5	7,5	15,0	7,1	9,1	9,1	147,2	6,0	
22		7,5	9,8	3,9	8,4	9,2	7,2	12,2	7,1	7,8	7,8	45,6	6,0	
23		11,2	9,5	4,4	8,8	7,7	8,3	16,2	7,1	7,3	7,1	133,2	6,0	
24		5,4	9,5	4,3	9,2	7,0	7,5	16,6	7,3	7,3	8,1	42,8	6,7	
25		4,9	10,3	4,4	10,8	7,1	8,3	12,0	8,8	7,3	7,3	67,2	8,8	
26		4,0	9,7	4,0	15,8	8,1	7,5	11,4	7,3	6,9	6,9	69,0	9,1	
27		9,3	9,2	3,8	10,5	8,3	7,0	12,5	9,6	8,3	9,7	53,1	7,1	
28		7,2	8,9	7,1	10,1	11,2	7,5	11,1	9,1	31,1	30,5	53,1	6,9	
29		5,0	8,9	6,7	15,8	13,3	8,3	11,1	14,0	22,6	22,6	47,1	6,9	
30		5,4	8,9	7,2	14,9	15,8	7,2	10,4	13,0	20,2	20,2	33,1	7,4	
31		6,7	9,2	7,2	13,7	11,8	4,4	16,2	12,0	20,2	20,2	31,1	6,9	
1		J U N I O	7,8	10,4	5,4	12,2	8,9	7,0	15,4	9,9	19,8	16,2	75,6	6,9
2			5,6	9,2	9,3	11,5	8,9	7,0	12,9	9,6	35,1	14,0	32,8	7,8
3			4,0	8,3	6,3	7,8	12,5	7,5	11,5	9,4	30,5	15,4	31,1	7,4
4			4,7	8,3	7,7	7,2	11,1	4,8	10,1	12,6	31,1	18,5	30,2	7,8
5			4,9	8,2	5,2	7,0	8,3	4,4	11,1	13,3	27,3	24,8	27,8	7,4
6			4,7	8,2	4,4	9,2	8,0	4,0	9,2	12,6	22,4	19,3	27,8	7,1
7			4,7	8,0	4,0	7,5	7,0	4,2	10,1	11,7	19,8	16,9	25,8	5,8
8			4,7	8,0	4,4	5,2	35,4	3,9	8,0	12,6	18,5	15,8	26,3	5,6
9			4,5	7,9	3,6	4,4	20,4	3,8	8,0	13,6	17,3	23,4	24,4	18,9
10			4,5	7,9	3,1	6,5	20,6	4,6	11,2	11,7	16,9	22,4	24,3	32,8
11	11,0		7,9	3,3	7,0	14,5	4,6	9,2	9,9	15,0	19,3	31,1	54,7	
12	8,2		7,9	3,6	6,3	11,4	4,0	8,3	14,3	16,6	15,4	23,4	25,1	
13	5,4		7,9	3,7	4,6	10,8	3,7	10,1	12,6	14,0	35,1	22,4	14,3	
14	4,9		7,9	3,8	4,2	10,0	2,8	8,6	11,4	14,0	28,3	21,5	11,1	
15	5,7		7,9	4,6	3,4	12,2	2,3	7,2	9,9	13,0	22,9	19,8	10,0	
16	6,7		7,7	3,5	3,8	8,7	2,4	8,0	8,8	10,5	16,9	20,2	7,6	
17	7,7		3,5	4,2	4,2	5,8	2,4	6,5	6,7	8,3	16,9	61,1	7,3	
18	7,0		3,9	3,2	4,8	5,4	2,5	5,6	6,9	7,6	17,3	33,9	7,1	
19	4,7		3,1	3,1	4,6	4,7	5,8	5,2	7,3	8,8	16,6	29,7	7,1	
20	4,3		3,1	2,5	4,2	5,9	6,0	5,6	6,6	11,4	16,2	25,3	7,1	
21	3,8		3,0	3,1	3,5	4,8	4,0	4,4	6,6	11,7	16,2	27,8	5,0	
22	3,8		3,4	3,2	3,1	3,8	3,2	4,4	6,6	13,9	16,5	36,4	5,0	
23	3,7		4,5	3,7	2,9	3,9	2,9	4,0	6,9	12,3	20,7	26,8	5,0	

DIA	M E S	AÑO											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
24	J U L I O	3,3	6,2	3,2	3,1	3,4	2,8	8,6	9,6	9,4	17,7	26,3	3,5
25		3,2	6,5	3,1	3,1	3,4	2,8	4,8	8,8	9,1	15,0	25,3	3,4
26		3,0	4,7	3,2	3,4	3,2	2,6	4,4	7,1	12,6	13,6	23,8	3,1
27		2,7	3,3	2,8	4,0	6,7	2,8	9,2	7,1	13,7	15,8	23,3	3,1
28		2,8	7,0	3,1	4,2	4,9	2,5	8,0	7,1	33,6	17,3	22,9	8,3
29		2,8	7,0	2,9	4,2	6,5	2,4	6,5	6,9	19,3	14,0	19,3	7,5
30		2,8	27,6	2,5	3,5	4,4	2,8	12,2	7,3	18,5	18,1	19,8	5,2
1	J U L I O	2,9	25,3	2,5	3,4	3,4	2,5	8,9	7,3	13,3	19,5	19,3	4,8
2		2,8	14,9	2,6	3,2	9,4	2,4	9,8	12,6	12,6	18,1	18,5	5,2
3		3,1	13,3	2,6	3,2	8,2	2,5	7,8	9,1	11,7	15,8	17,7	4,8
4		3,0	7,9	2,8	3,2	20,1	4,4	6,7	8,8	11,7	15,1	19,3	5,2
5		3,1	6,5	3,5	3,2	13,3	8,9	6,7	8,6	12,3	13,0	17,3	5,2
6		3,4	7,0	3,5	2,9	6,3	4,6	8,3	7,1	10,8	13,0	15,4	3,2
7		2,8	11,5	3,6	3,1	5,6	4,0	6,7	9,6	9,1	13,0	12,3	3,2
8		2,8	14,6	3,2	4,6	4,9	3,8	6,2	30,0	8,6	11,4	12,0	3,5
9		3,0	10,5	3,1	3,1	4,7	4,2	4,6	15,8	9,1	10,8	12,0	3,4
10		2,7	8,9	3,1	3,1	21,0	3,7	4,2	12,3	9,1	9,9	10,5	3,2
11		2,8	10,1	2,8	3,4	9,0	2,5	4,0	11,7	24,6	9,2	9,1	3,8
12		3,0	10,8	2,8	3,1	5,8	3,1	5,2	10,8	34,1	8,3	9,1	3,5
13		3,3	8,6	2,9	3,1	4,9	2,8	4,6	10,8	25,3	8,3	8,8	3,4
14		2,6	7,8	2,8	16,2	4,3	2,5	4,0	8,8	19,8	8,1	11,4	3,5
15		2,6	6,5	2,5	26,0	3,7	2,5	3,9	8,1	11,1	7,8	11,4	3,5
16		2,9	7,0	2,5	15,8	4,6	2,9	3,8	7,8	10,8	7,6	11,7	3,4
17		4,9	6,1	2,4	9,2	4,4	2,9	4,6	7,3	11,7	7,1	11,7	3,4
18		2,8	6,5	2,3	4,8	4,4	2,5	8,3	6,9	11,1	7,6	8,6	3,2
19		2,8	6,2	2,8	5,2	3,5	2,8	7,5	6,4	10,5	7,8	7,4	2,9
20		2,9	6,7	2,5	5,0	3,9	3,5	15,3	6,7	24,8	7,6	8,3	7,6
21		2,7	7,2	4,2	4,6	3,2	11,1	8,6	6,6	15,0	7,6	8,1	9,4
22		2,7	8,1	4,1	4,2	3,0	13,4	7,8	6,4	13,0	6,0	6,8	8,3
23		2,7	6,7	3,1	4,2	2,6	7,0	4,6	6,4	23,3	9,1	7,3	6,9
24		2,6	5,4	3,4	3,5	3,0	6,0	4,2	8,7	16,5	7,1	7,8	5,6
25		2,6	4,9	4,2	3,5	3,4	4,6	4,4	9,9	15,0	10,2	8,8	6,9
26		2,8	4,6	3,0	3,4	2,8	4,0	6,0	9,4	15,4	7,8	8,3	7,8
27		3,0	3,8	4,4	3,1	2,6	8,6	4,8	7,1	11,1	8,3	11,4	9,9
28		2,9	3,8	4,8	3,1	3,5	8,0	4,2	6,9	10,5	9,1	11,1	9,1
29		2,7	4,0	4,6	5,3	4,9	8,6	4,6	6,9	10,5	19,9	12,0	8,3
30		3,0	3,4	3,5	5,4	3,5	7,2	6,5	6,0	13,3	20,9	8,3	9,4
31		3,0	3,2	6,7	3,7	3,7	7,0	4,4	6,4	9,9	14,0	7,1	8,6
1	A G O S T O	2,6	10,3	8,5	3,2	2,9	7,0	4,0	6,4	10,2	8,9	7,3	7,1
2		2,6	9,5	6,5	2,9	3,2	5,8	3,8	6,2	9,6	8,1	6,9	7,1
3		2,8	7,7	4,9	2,7	3,1	5,6	3,5	6,2	9,4	9,6	6,2	8,2
4		2,6	6,7	3,9	2,5	2,5	5,6	3,7	6,6	7,8	7,3	10,8	12,3
5		2,6	4,2	4,9	2,4	2,7	5,8	3,4	6,4	7,8	5,8	8,3	9,1
6		2,6	4,4	4,6	2,5	3,2	3,4	3,1	6,2	8,6	5,8	11,7	8,1

DIA	M E S	AÑO											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
7	S E P T I E M B R E	2,6	3,9	3,7	2,5	2,9	2,5	5,6	6,9	8,8	5,2	11,1	7,3
8		2,6	5,8	5,8	2,8	2,6	2,4	6,3	7,6	7,8	5,4	11,7	4,3
9		2,6	5,2	3,4	2,9	3,8	2,6	5,8	6,9	7,3	11,4	9,4	9,4
10		2,7	4,8	3,2	2,3	2,6	2,6	7,5	7,8	9,1	11,4	9,1	10,8
11		2,7	5,2	2,8	2,3	2,9	2,8	6,3	6,4	10,5	7,6	8,3	6,0
12		2,7	5,1	2,9	2,3	6,5	3,7	5,6	5,8	6,9	6,9	7,6	6,2
13		2,6	3,7	3,1	2,1	4,6	3,1	4,2	6,2	6,2	8,6	7,1	5,8
14		2,6	5,5	2,5	2,3	3,5	2,8	3,7	6,4	5,8	15,0	7,1	5,4
15		2,6	5,7	2,4	1,9	2,6	2,5	3,4	6,6	6,4	30,8	7,1	4,8
16		2,6	4,0	6,2	2,2	2,9	2,8	3,4	7,8	6,7	44,9	7,6	3,8
17		2,6	4,0	4,7	2,3	4,4	3,2	3,7	6,6	6,7	15,0	7,8	4,5
18		2,6	4,2	4,4	2,3	2,9	2,8	4,9	6,2	6,0	12,3	7,3	3,8
19		2,6	4,6	3,1	2,0	2,6	2,5	4,4	6,0	6,0	12,3	8,8	3,5
20		2,6	4,8	2,9	2,0	20,9	7,0	2,9	5,8	6,0	9,6	12,0	3,1
21		2,8	5,2	2,5	2,6	30,4	4,2	2,8	6,2	5,8	8,6	6,9	3,2
22		2,9	6,3	2,4	2,6	21,5	2,8	2,8	5,8	6,2	7,6	6,6	3,2
23		2,7	5,8	5,6	2,8	15,0	2,6	2,5	5,6	6,0	6,4	6,4	2,8
24		2,7	4,6	3,4	10,0	11,2	5,2	2,9	5,6	5,8	6,2	11,1	7,3
25		2,6	4,8	2,8	5,2	8,9	5,6	2,3	6,2	5,8	5,2	11,1	7,1
26		2,8	3,7	2,8	4,8	6,3	4,6	3,4	5,8	5,8	8,1	10,5	3,7
27		2,8	3,1	2,5	4,0	5,2	2,9	3,2	6,2	5,8	8,6	9,9	3,4
28		3,4	3,3	2,5	3,2	5,4	2,8	2,9	10,8	5,8	5,4	8,3	3,4
29		3,1	5,1	2,5	3,7	6,0	2,5	2,3	17,3	7,4	5,0	7,8	3,4
30		2,9	4,6	2,5	3,5	19,4	3,1	2,3	11,1	10,8	5,0	7,3	3,4
31		4,8	3,1	3,1	3,3	12,2	3,2	2,8	9,1	12,3	5,2	7,1	3,4
1		5,2	3,2	2,8	2,3	5,6	2,8	2,9	7,6	6,0	9,9	7,1	3,8
2		5,2	3,5	2,8	2,1	4,6	2,5	4,0	7,8	5,6	8,3	7,8	3,5
3		3,2	3,4	3,1	2,1	4,0	3,7	4,8	9,9	5,2	7,8	7,6	3,2
4		3,1	3,1	2,8	2,4	4,4	3,1	4,4	6,9	5,2	6,2	21,5	3,4
5		2,9	2,9	2,8	2,9	5,2	3,0	2,8	6,2	5,8	7,1	24,3	4,3
6		2,8	3,1	3,2	3,7	4,7	2,4	2,4	6,4	5,8	6,7	19,8	5,6
7	4,7	2,7	3,2	3,8	4,6	2,8	2,5	5,8	5,4	6,2	14,7	3,8	
8	3,1	3,1	5,4	3,7	4,2	2,9	2,3	5,8	5,4	10,7	13,0	4,7	
9	3,1	3,1	3,2	3,5	5,6	2,5	2,6	6,0	5,2	6,0	12,6	4,5	
10	2,9	2,4	3,6	3,2	4,8	3,7	2,0	6,0	5,2	9,9	10,5	6,9	
11	2,9	2,1	2,8	2,7	4,4	3,1	1,9	5,6	5,2	9,4	10,2	7,6	
12	2,8	1,9	2,4	3,7	4,2	2,8	2,1	6,0	5,0	9,4	9,9	7,3	
13	2,6	1,8	5,8	4,2	3,8	2,9	2,1	5,8	5,2	8,6	9,4	7,1	
14	2,6	1,9	3,7	3,9	3,4	4,0	2,1	6,0	8,1	8,6	9,1	6,7	
15	2,9	2,9	3,9	3,7	2,8	3,4	2,4	5,8	8,9	8,8	8,8	7,1	
16	2,6	2,9	8,6	3,7	2,6	3,1	3,4	6,2	5,8	9,6	8,8	6,9	
17	2,6	3,2	4,6	3,4	2,9	2,8	4,8	7,7	5,4	18,1	8,1	7,1	
18	2,3	3,0	3,4	3,7	2,9	2,5	3,5	5,8	5,4	17,7	7,6	7,1	
19	2,3	2,5	3,5	3,8	2,9	2,8	2,9	5,4	5,4	12,6	8,1	6,7	

DIA	M E S	AÑO											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
20	O C T U B R E	2,3	2,9	3,4	3,4	3,2	2,5	2,6	5,4	5,2	11,7	7,8	6,7
21		2,1	2,9	4,6	3,1	3,4	2,6	4,8	5,4	5,0	10,8	7,1	6,9
22		2,4	3,4	3,4	2,9	2,8	2,9	4,2	5,8	5,2	14,7	7,8	7,7
23		2,8	3,2	3,9	2,8	3,7	2,8	3,8	12,8	5,2	13,0	7,3	6,4
24		2,4	2,9	3,8	3,4	3,7	2,6	3,5	12,3	5,2	10,5	11,7	6,6
25		3,0	2,8	3,4	3,2	5,2	3,1	4,4	14,0	5,2	12,6	15,1	7,8
26		3,5	3,1	6,3	3,5	5,0	2,5	3,2	13,3	5,2	16,2	12,0	4,8
27		3,0	5,8	8,1	3,4	6,0	2,6	3,7	13,6	5,2	75,6	11,1	4,8
28		3,4	5,8	5,4	3,5	6,7	2,5	3,7	13,6	5,0	51,4	10,5	4,7
29		3,1	6,3	4,9	3,9	3,9	2,9	4,2	13,6	5,0	30,8	9,1	4,7
30		2,6	4,6	4,6	8,1	5,2	2,6	3,7	13,0	5,0	32,3	8,3	4,5
1		3,9	4,7	4,2	6,3	4,2	4,0	3,5	9,1	5,0	28,4	9,7	4,1
2		4,2	4,4	3,5	5,4	3,9	2,8	3,2	7,8	5,0	25,8	9,4	3,7
3		3,5	7,8	3,2	6,1	3,1	2,5	3,1	8,8	4,8	26,3	9,1	3,5
4		3,7	4,8	3,1	4,8	2,6	3,1	3,7	8,1	4,8	29,4	7,1	3,2
5		3,5	4,2	3,4	5,2	2,4	3,2	7,2	7,6	4,8	26,3	7,1	3,2
6		6,2	3,8	5,6	5,0	2,4	2,9	8,3	7,1	4,8	23,4	6,0	3,5
7		4,9	3,9	7,3	3,9	2,6	2,8	7,2	6,9	6,2	19,8	5,8	3,4
8		9,9	3,5	5,2	4,0	10,7	3,1	7,1	6,0	5,4	18,9	5,4	3,2
9		7,5	3,7	4,9	3,8	8,7	4,8	8,5	6,0	5,4	17,3	5,4	3,2
10		5,2	3,7	4,6	3,5	5,8	11,6	7,8	5,8	5,0	16,5	6,5	3,2
11		16,2	3,5	5,4	3,7	5,2	4,4	8,3	5,4	5,0	13,6	5,8	3,1
12		21,0	3,1	12,6	3,4	3,9	4,0	7,2	7,3	4,8	13,0	6,9	3,4
13		24,1	2,9	7,8	2,8	4,2	4,8	5,2	5,8	4,8	12,0	7,8	3,1
14		20,6	3,0	6,0	3,1	3,7	4,0	4,2	6,4	4,8	14,3	8,3	3,2
15		12,6	2,6	5,2	2,9	3,9	6,7	3,1	5,4	6,4	13,0	5,6	3,2
16		10,3	2,3	5,2	3,1	4,6	4,0	3,2	5,4	7,4	12,0	4,8	2,9
17		9,8	2,4	4,0	4,4	4,5	3,7	5,2	6,4	7,1	11,7	4,5	2,9
18		9,8	2,5	4,3	4,2	3,7	4,0	7,2	6,4	7,6	10,8	3,7	3,2
19		8,0	2,3	4,0	5,4	3,9	2,8	6,5	8,1	8,9	9,6	3,8	3,2
20	6,9	2,1	3,7	5,0	2,6	2,6	8,0	7,6	8,6	8,3	3,8	3,2	
21	7,0	2,4	3,4	5,7	2,4	2,8	9,0	8,6	7,6	8,3	4,1	3,2	
22	7,2	2,5	3,4	3,7	2,0	3,1	6,1	9,4	10,5	8,6	4,0	3,2	
23	6,7	2,6	3,1	3,7	3,6	9,4	5,7	9,1	8,8	14,3	3,1	3,2	
24	6,3	3,4	3,1	6,5	2,8	5,0	8,2	11,7	10,5	14,0	2,9	3,7	
25	29,7	4,2	3,1	4,2	2,8	5,8	7,0	9,9	15,1	15,0	2,4	3,5	
26	25,1	3,4	5,6	5,2	3,2	8,3	7,4	9,1	18,1	14,3	3,5	3,5	
27	16,2	2,9	3,1	4,0	7,0	9,5	4,6	9,1	24,4	15,0	5,6	4,9	
28	9,2	2,6	3,2	3,5	5,7	8,6	5,6	9,1	25,0	14,0	6,2	4,1	
29	7,2	2,8	4,0	7,2	4,4	5,6	8,2	8,8	19,8	13,0	6,0	3,7	
30	5,8	3,1	6,5	17,0	4,4	4,9	6,5	11,4	19,8	13,3	5,6	4,7	
31	5,4	2,9	6,7	9,6	3,7	4,9	4,6	10,3	18,5	13,0	4,3	3,7	
1	7,2	3,0	4,2	7,0	2,9	6,0	4,9	14,7	18,5	12,6	4,5	3,1	
2	5,0	5,7	4,8	11,0	2,6	9,3	4,4	12,6	23,8	12,3	5,2	2,7	

DIA	M E S	AÑO												
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
3	N O V I E M B R E	4,9	3,9	3,5	10,8	2,1	7,0	5,2	15,0	22,9	11,7	4,3	2,7	
4		4,7	3,3	3,1	13,8	2,3	6,5	4,8	17,0	21,7	11,4	4,8	2,7	
5		5,9	6,3	3,0	10,5	3,6	7,8	4,2	15,4	21,1	7,6	4,3	2,7	
6		8,4	6,0	3,1	10,1	4,2	6,7	4,0	13,6	21,6	10,8	4,9	2,7	
7		6,7	6,5	3,7	8,6	4,6	6,3	3,7	11,4	19,3	7,6	3,7	2,8	
8		7,5	5,7	5,2	10,5	7,7	7,2	4,1	14,7	18,9	7,1	3,4	3,1	
9		6,7	9,6	2,8	7,8	14,8	7,2	3,5	15,0	13,6	6,9	3,2	3,1	
10		7,0	9,0	2,7	14,4	15,0	8,6	3,2	13,3	13,3	6,0	3,8	3,2	
11		7,2	9,8	2,7	8,4	7,2	18,0	3,5	12,6	13,3	6,9	3,1	3,2	
12		6,2	18,8	2,8	9,8	8,1	21,8	2,7	14,0	33,1	7,1	3,1	3,2	
13		5,8	12,2	2,6	9,2	7,0	19,5	2,6	17,8	19,3	6,0	2,8	4,0	
14		3,7	11,3	3,0	8,6	5,4	12,9	2,5	33,7	22,9	5,2	3,4	23,5	
15		2,9	11,4	3,2	41,9	5,4	9,5	2,8	24,4	19,3	5,6	3,2	6,2	
16		3,0	11,5	3,1	8,6	4,6	9,5	2,5	16,9	22,4	6,4	3,5	8,8	
17		3,0	8,3	9,3	7,8	4,4	7,5	2,5	16,9	18,9	4,8	3,5	7,6	
18		2,8	7,5	4,9	7,0	5,9	8,9	2,8	21,5	12,0	4,5	3,8	6,7	
19		4,1	6,0	4,9	5,6	4,8	17,2	2,3	20,2	10,8	4,8	5,0	7,3	
20		3,5	5,6	4,8	5,4	6,8	16,6	2,0	18,5	9,9	6,2	5,6	7,1	
21		3,7	6,0	5,2	5,3	16,5	16,1	2,1	28,9	16,5	6,7	4,0	6,7	
22		3,1	7,5	4,8	5,0	14,1	12,9	1,7	19,8	13,3	6,2	3,4	6,4	
23		3,2	7,0	4,7	5,2	19,4	11,1	1,8	19,8	14,4	5,6	3,1	6,0	
24		3,3	10,1	4,9	5,1	14,2	9,5	2,6	18,9	8,6	5,4	2,9	6,0	
25		3,8	21,0	4,8	4,7	10,8	9,8	2,4	27,3	8,3	5,4	2,9	5,8	
26		3,3	16,2	5,2	4,0	11,9	10,4	1,9	45,0	8,6	5,4	2,9	6,0	
27		3,2	9,0	4,9	3,6	14,0	10,1	1,9	34,0	7,1	5,6	3,2	8,6	
28		3,0	7,7	4,8	5,2	13,3	9,2	2,0	30,5	9,9	5,9	2,6	7,8	
29		3,0	6,7	5,4	5,2	16,8	7,2	4,2	27,8	9,3	6,2	2,6	18,8	
30		2,8	5,8	4,8	4,4	14,3	8,1	4,4	26,3	9,1	5,2	2,4	6,9	
1		D I C I E M B R E	3,1	6,0	2,9	4,4	12,7	7,0	6,7	27,8	5,0	6,6	2,4	6,9
2			3,8	5,6	3,1	4,2	10,8	6,0	6,1	45,5	4,5	7,6	3,5	6,6
3	3,3		5,4	2,9	4,4	10,8	7,8	10,2	48,0	4,5	9,6	3,2	5,6	
4	8,0		6,3	3,2	4,2	10,5	6,5	7,5	32,8	3,7	11,4	3,2	5,2	
5	6,8		6,7	4,4	4,7	8,6	5,2	7,2	25,8	3,7	11,7	3,1	6,4	
6	6,1		7,8	3,4	4,0	8,1	4,8	9,2	23,8	10,2	11,1	2,9	5,8	
7	3,7		6,0	3,2	4,0	8,6	5,4	30,2	22,9	4,7	19,6	3,4	6,0	
8	3,4		5,0	3,7	4,0	11,5	4,4	8,3	18,5	5,6	19,3	4,7	6,4	
9	3,5		4,8	2,9	3,6	9,8	4,2	6,5	16,2	4,1	24,4	4,8	6,2	
10	3,0		4,6	5,2	4,6	9,8	4,4	4,4	15,0	4,5	13,0	4,8	5,8	
11	3,0		4,0	3,4	5,2	8,3	4,0	3,5	13,6	5,2	10,5	5,2	5,0	
12	2,9		3,7	3,3	4,4	8,9	3,8	3,4	17,3	6,0	9,9	5,4	4,8	
13	2,6		3,7	5,2	10,8	5,7	3,9	3,2	16,2	6,0	10,2	6,0	6,6	
14	2,6		3,8	4,4	8,1	5,6	6,5	2,8	15,8	6,7	15,4	8,6	6,9	
15	2,8		18,6	3,8	11,1	9,8	4,9	2,9	15,8	6,7	27,1	6,7	8,9	
16	2,8		3,9	2,8	11,2	13,2	5,2	2,6	21,6	6,2	30,2	5,0	12,0	

DIA	M E S	AÑO											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
17		2,6	2,9	2,7	21,0	6,5	4,8	2,5	17,7	5,2	29,2	5,2	7,1
18		2,6	3,0	3,1	12,2	7,3	4,8	2,1	15,0	5,8	50,8	6,0	6,9
19		2,5	2,5	2,8	12,6	8,1	4,4	2,0	14,2	6,2	27,8	4,7	9,1
20		2,2	3,1	2,5	10,1	8,6	4,8	2,4	15,0	4,8	26,3	3,7	9,4
21		2,1	2,8	3,1	8,3	7,0	4,6	3,7	13,4	6,4	22,9	3,5	7,6
22		1,9	3,1	4,2	7,8	6,7	5,2	2,6	14,7	4,7	29,4	3,7	6,3
23		2,1	3,4	3,8	7,7	8,0	8,9	2,5	11,1	4,5	31,9	4,7	6,9
24		2,8	4,4	3,5	6,1	7,6	8,6	2,3	10,8	4,1	29,4	4,7	6,7
25		3,9	4,9	2,8	11,5	8,6	6,5	4,4	9,9	4,1	24,8	4,0	6,7
26		3,5	5,6	3,0	11,8	8,4	6,5	2,6	8,6	4,1	23,8	4,7	24,0
27		3,3	5,2	3,1	9,8	7,3	9,6	3,1	8,6	4,3	19,3	4,5	9,9
28		5,1	4,8	3,0	9,2	6,3	9,2	3,1	8,6	5,4	16,9	9,3	7,3
29		4,9	4,4	3,1	9,0	8,3	8,9	3,2	8,3	5,0	13,6	11,1	7,3
30		4,4	4,0	2,9	11,8	5,7	9,2	3,7	8,6	6,0	13,6	11,7	8,6
31		5,8	3,2	3,1	8,6	5,6	11,9	3,1	7,8	8,3	14,3	15,8	11,4

FUENTE: INAMHI, 2007

ESTACIÓN: CEBADAS AJ GUAMOTE

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1	E N E R O	32,1	11,0	8,1	10,1	3,2	3,8	10,8	6,1	5,8	2,8
2		16,9	10,2	7,3	8,8	3,1	3,4	9,1	5,1	5,5	3,2
3		15,0	11,4	7,3	8,0	2,8	3,6	8,3	4,2	5,2	3,6
4		14,1	12,8	6,9	8,3	2,8	3,9	6,7	3,6	4,9	3,1
5		13,0	12,0	7,1	8,1	2,9	3,5	7,0	3,5	4,8	3,1
6		12,6	11,4	6,0	7,8	5,4	3,5	6,1	3,4	4,3	4,3
7		11,8	11,2	5,5	7,1	6,4	3,7	5,5	3,2	5,3	4,1
8		11,2	10,0	5,2	8,4	6,0	3,9	4,7	2,8	6,9	3,8
9		10,6	11,0	5,1	16,0	6,3	3,5	3,9	2,3	6,2	4,3
10		10,8	10,6	5,1	10,5	5,4	3,4	3,8	1,8	5,3	4,1
11		12,2	10,4	5,1	9,2	4,3	3,7	4,1	2,1	7,1	3,4
12		10,0	10,2	5,1	8,9	3,3	4,0	4,2	1,5	7,4	5,8
13		8,9	9,8	4,9	12,9	2,9	4,2	3,7	1,4	6,8	5,3
14		8,9	12,6	4,8	9,1	2,9	4,0	3,5	1,9	6,3	4,2
15		8,6	12,2	4,5	8,1	3,0	3,8	3,1	2,0	6,6	3,7
16		12,0	9,6	4,5	7,8	2,5	3,8	2,9	1,7	5,8	3,4
17		12,5	11,4	4,8	9,1	2,5	3,5	3,4	1,4	5,1	2,8
18		14,5	11,4	6,5	8,8	2,5	3,9	3,9	1,7	4,8	2,4
19		10,8	11,0	6,2	8,4	2,4	3,5	4,6	1,6	4,3	2,2
20		10,2	11,6	6,5	9,1	2,3	3,7	5,0	1,8	4,1	1,8
21		9,3	9,9	6,8	27,2	2,3	3,8	4,8	1,4	5,1	1,4
22		9,5	7,6	5,1	14,5	3,0	4,2	4,6	2,0	4,4	1,3
23		24,5	6,6	5,3	13,1	15,8	4,6	4,8	2,1	3,8	1,5
24		22,3	7,5	4,7	11,9	16,5	4,8	4,3	1,7	3,3	2
25		20,7	6,6	4,3	10,6	13,1	4,3	5,0	1,4	2,7	4,1
26		22,9	6,5	4,5	9,9	11,3	4,1	4,7	1,1	2,4	2,6
27		21,2	7,6	6,1	11,0	10,1	4,5	5,3	1,3	2,4	2,2
28		26,4	8,6	6,5	12,7	9,7	4,9	5,6	1,0	2,8	2,1
29		29,8	6,8	7,3	14,9	9,7	6,7	10,1	1,3	5,1	2
30		24,3	10,2	6,9	14,3	9,7	7,0	7,8	2,3	4,8	3
31		24,0	9,1	6,2	10,4	8,9	7,8	6,7	5,6	9,3	3,2
1	F E B R E R O	22,3	8,1	8,9	9,1	8,0	6,7	5,6	6,2	17,2	2,6
2		20,9	9,5	8,4	8,8	7,1	9,8	5,4	6,3	15,9	2
3		19,6	7,4	8,7	12,5	6,4	10,4	4,8	5,6	14,5	2,2
4		17,1	8,1	8,1	10,4	6,0	11,0	4,3	6,2	13,4	21,6
5		15,4	12,4	11,2	9,7	6,7	7,4	4,9	5,6	12,0	6,5
6		23,8	15,0	8,9	8,9	6,0	5,6	5,5	5,1	14,8	6
7		19,6	16,3	8,2	9,1	5,7	6,0	6,3	4,5	15,7	12,8
8		14,3	21,3	8,1	8,8	5,7	5,5	5,7	4,1	15,5	12,6
9		13,2	17,8	8,4	10,1	5,8	4,1	5,5	3,3	17,8	13,2
10		12,2	17,6	9,5	15,3	6,7	4,4	6,3	2,8	15,2	12,4
11		11,6	14,8	11,8	15,6	7,8	4,0	6,8	2,7	15,4	18

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
12		11,6	24,9	23,6	24,3	6,8	3,6	11,1	3,3	14,5	17,6
13		11,0	36,2	23,7	16,5	7,2	3,4	11,2	3,2	12,8	14,1
14		11,8	29,8	16,9	14,5	6,1	3,7	10,3	2,8	11,4	14,1
15		10,2	29,8	16,1	14,3	5,5	4,1	9,1	2,4	10,4	14,6
16		9,5	30,4	17,3	11,9	9,8	4,0	8,4	2,4	10,0	12,4
17		12,4	34,1	23,5	10,8	13,1	6,6	7,7	7,0	10,5	9,7
18		11,6	30,1	20,7	9,7	10,8	7,2	6,7	7,9	7,3	8,9
19		11,8	64,2	17,1	9,4	12,5	10,5	15,1	8,6	6,5	20,5
20		8,7	72,4	14,3	11,7	9,9	10,3	7,8	8,4	6,8	26,4
21		9,3	44,8	13,6	10,4	12,1	10,6	11,9	7,7	5,9	16,6
22		9,8	49,2	16,9	21,1	11,1	9,7	21,9	6,9	8,2	13,9
23		8,8	42,1	40,4	12,7	11,9	8,9	17,8	8,4	6,3	12
24		7,7	36,9	43,8	10,6	19,0	8,1	11,1	9,7	11,6	10,2
25		7,3	35,9	59,4	9,7	18,4	7,2	9,7	10,6	15,4	9,3
26		7,9	37,3	43,2	8,8	13,1	7,4	8,4	8,4	13,6	9,3
27		7,3	35,5	46,4	8,0	11,9	7,7	7,4	8,2	15,4	9,1
28		7,1	33,1	45,2	7,8	16,2	31,8	6,8	9,3	19,4	12,8
1	M	6,6	33,8	39,5	8,3	18,6	37,0	6,1	8,9	11,4	11,2
2	A	6,2	39,5	35,9	9,3	18,3	27,9	5,5	9,3	13,0	9,6
3	R	7,4	30,1	30,5	10,6	23,3	24,0	5,0	11,4	15,2	10
4	Z	14,8	27,9	25,8	9,1	19,8	18,1	4,6	12,4	15,0	27,3
5	O	12,8	27,0	22,3	9,9	16,9	19,6	8,6	14,5	15,9	25,5
6		13,2	25,5	20,4	10,1	16,2	17,4	7,4	15,2	13,6	20,1
7		13,1	25,2	19,6	10,4	14,5	14,9	6,8	14,8	12,0	16,4
8		12,9	27,4	17,1	8,6	13,5	14,1	5,5	13,6	11,0	58,1
9		11,0	26,1	17,3	7,7	17,4	14,3	5,6	10,8	12,8	24,6
10		10,6	22,6	27,1	9,1	12,7	12,5	5,9	8,2	14,1	23,4
11		12,4	35,2	39,5	8,6	11,9	12,5	5,5	6,8	13,6	24,3
12		12,0	26,4	41,4	9,4	11,3	11,1	6,0	7,2	12,6	21
13		10,6	24,3	46,8	9,7	11,1	12,7	6,1	10,5	14,5	18,8
14		12,0	26,1	37,6	8,6	10,1	12,7	6,4	6,8	16,4	15,7
15		7,7	25,2	33,1	8,0	9,4	11,4	6,5	5,8	15,0	14,5
16		7,3	24,0	28,5	8,3	9,7	10,8	10,6	4,7	16,4	13,4
17		7,4	20,7	29,6	9,9	10,4	10,8	9,1	4,1	15,2	13,6
18		6,5	19,4	28,2	9,6	10,1	10,3	9,2	3,5	14,3	13
19		7,0	18,8	28,9	9,1	9,7	10,3	7,8	4,2	11,4	22,1
20		7,6	19,4	33,1	10,8	11,3	9,4	6,1	4,4	8,9	18,1
21		6,8	19,4	34,8	11,1	10,3	9,1	10,1	4,3	7,6	15
22		9,1	17,1	28,8	9,9	11,5	8,3	10,4	3,5	6,8	12,8
23		11,2	16,6	22,9	9,1	10,3	8,1	7,6	5,6	7,1	11,2
24		9,8	16,2	22,0	9,7	9,2	7,4	5,7	5,5	8,2	18,9
25		10,0	15,7	20,4	8,9	7,8	6,8	5,3	4,5	8,7	20
26		8,9	15,0	19,6	9,1	7,5	6,8	4,6	3,9	9,6	16,6
27		8,2	18,2	17,9	9,9	6,4	6,8	3,9	3,3	8,7	17,3

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
28	A B R I L	7,9	18,3	16,1	9,9	9,2	6,3	3,7	5,6	11,8	17,8
29		7,7	19,1	14,3	9,1	9,9	6,4	3,5	5,9	11,2	15,2
30		7,1	19,9	14,3	10,8	10,5	6,0	11,1	6,9	8,2	13,6
31		6,8	24,6	12,8	9,2	18,6	6,3	13,3	6,2	6,6	16,4
1		6,5	18,6	11,8	11,1	17,1	9,5	11,0	5,3	5,3	10,8
2		7,1	17,9	9,7	9,9	12,5	12,1	9,1	7,0	5,1	14,5
3		7,4	17,3	11,0	29,0	12,7	11,7	8,9	8,1	5,8	15,9
4		8,7	16,1	8,4	17,4	10,4	11,5	6,7	9,1	8,7	12,6
5		13,1	16,9	8,2	13,5	12,5	10,1	5,6	8,9	7,9	19,9
6		11,0	16,4	11,4	13,1	14,5	10,1	5,7	10,0	6,6	100
7		11,8	15,9	10,6	16,9	14,5	21,1	19,1	10,4	6,2	67,7
8		11,4	55,6	16,6	39,4	12,7	16,9	19,1	15,1	6,2	51,7
9		6,8	70,5	30,0	30,3	11,1	15,1	14,7	18,8	7,0	69,8
10		9,5	36,7	70,2	23,2	13,5	21,6	12,7	16,4	8,2	122,9
11		9,6	34,7	46,4	19,8	30,3	22,4	11,0	14,5	6,5	89
12		12,4	32,4	43,2	17,1	21,6	23,2	10,4	11,4	14,8	58,6
13		59,6	31,4	48,8	15,1	20,8	19,1	10,8	8,1	18,1	76,8
14		34,5	26,4	40,8	13,1	27,5	17,9	12,7	6,2	14,5	61,6
15		41,4	25,2	31,4	11,9	28,1	15,1	14,1	4,7	12,2	65,2
16		32,1	25,8	28,2	12,9	23,5	20,8	40,9	4,3	12,5	65,7
17		22,6	28,6	26,4	11,7	32,9	22,4	47,2	4,1	8,2	68,1
18		21,5	40,7	23,7	13,5	133,4	20,0	38,1	4,3	11,2	66,2
19		20,1	32,8	22,6	57,4	308,7	15,1	29,5	3,5	7,9	61,5
20		17,8	36,0	23,7	12,7	170,5	15,9	25,5	3,9	6,5	57,8
21		16,6	31,2	21,8	61,0	92,9	12,9	22,6	18,1	6,2	53,9
22		15,2	25,5	20,1	26,1	153,4	11,9	21,8	27,3	10,0	52,6
23		14,3	23,1	18,6	28,2	189,3	11,3	23,4	22,5	8,7	48,1
24		14,3	22,6	17,3	26,1	102,9	14,1	24,3	11,0	43,6	37,8
25		13,0	28,2	18,1	21,3	82,2	14,3	19,9	16,4	23,5	42,5
26		13,2	21,8	21,2	18,8	59,5	12,7	17,3	15,0	22,0	33,4
27		12,6	21,8	22,3	20,0	64,2	13,5	21,6	14,5	21,5	25,5
28	12,2	24,0	22,6	19,0	71,8	18,4	40,9	44,8	30,7	38,9	
29	11,6	23,1	33,1	20,0	44,5	11,4	39,5	38,0	35,5	21,8	
30	12,0	48,1	27,6	18,6	39,5	17,9	36,2	10,0	56,5	40	
1	M	14,3	86,1	18,3	16,0	40,9	16,7	32,4	30,6	25,8	32,1
2	A	12,2	45,2	18,1	28,6	44,5	14,5	28,6	39,5	22,9	21
3	Y	12,0	45,6	38,4	40,3	38,1	15,1	44,4	32,5	19,4	18,6
4	O	11,6	42,9	74,3	21,6	34,9	15,6	38,7	26,1	17,1	17,1
5		12,4	36,6	116,7	25,4	29,7	15,1	32,1	23,7	15,7	18,3
6		10,8	35,1	111,2	30,0	27,2	14,1	29,5	47,6	19,7	17,3
7		11,8	31,4	72,6	27,5	31,3	14,4	27,3	46,4	23,7	15,4
8		12,4	29,5	77,9	27,9	24,3	20,5	24,9	56,1	20,4	14,5
9		24,3	31,4	89,9	31,3	23,8	16,7	23,4	35,1	24,0	19,9
10		26,1	30,8	102,6	28,7	17,4	77,4	22,9	42,9	18,8	29,5

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
11		12,4	28,8	72,6	26,3	36,3	79,6	21,8	42,8	17,6	35,9
12		11,8	29,2	45,9	26,0	29,6	48,5	20,7	41,3	47,7	32,1
13		18,0	25,8	32,1	23,8	21,6	35,4	19,6	37,3	95,9	26,7
14		20,4	70,5	25,6	18,8	19,1	27,2	18,6	34,5	131,9	24
15		41,1	50,8	20,4	17,6	19,0	24,0	17,3	38,0	85,6	23,4
16		22,3	40,2	29,2	16,2	19,3	21,6	16,9	30,1	78,5	23,7
17		29,2	35,1	26,4	14,3	18,6	20,3	16,9	26,7	82,9	19,9
18		30,1	32,1	20,4	15,6	17,6	19,6	21,5	22,0	102,6	16,9
19		81,3	30,4	17,6	16,0	29,7	22,4	22,9	21,5	96,9	16,4
20		53,0	29,5	15,7	14,5	79,6	20,6	21,5	18,9	64,2	15
21		47,2	26,1	27,6	12,1	43,4	22,1	20,7	15,4	57,4	16,4
22		39,5	24,3	29,5	9,1	27,2	38,6	23,2	17,3	50,5	13
23		33,1	23,7	27,6	8,0	23,8	71,8	21,2	16,9	47,2	10,6
24		30,8	22,3	28,6	7,2	21,9	122,4	19,1	15,7	43,2	9,6
25		27,3	21,8	27,9	7,7	24,6	83,5	21,2	16,6	37,3	9,1
26		28,2	21,8	25,5	10,8	19,8	55,0	21,5	18,8	30,4	23,5
27		26,4	26,1	26,7	17,6	17,6	110,5	19,4	16,6	29,5	18,8
28		21,8	45,3	30,4	13,7	18,8	104,5	18,1	19,6	26,4	13,9
29		19,9	23,7	26,1	12,3	18,3	118,1	16,4	19,1	24,6	19,4
30		19,4	24,6	26,1	14,5	26,1	56,7	14,8	17,6	26,4	19,1
31		25,2	22,3	24,3	15,1	39,5	53,6	14,8	15,9	31,2	28,9
1	J	27,9	25,2	24,6	19,5	32,5	61,8	14,3	14,5	26,1	76,1
2	U	22,9	27,0	23,4	22,9	24,9	44,0	13,0	14,1	24,3	64,2
3	N	32,6	28,4	24,6	26,0	26,6	34,2	14,5	138,3	22,6	53
4	I	47,8	27,3	26,7	29,8	26,3	29,4	18,1	26,1	21,2	39,8
5	O	33,8	26,7	25,5	20,8	53,0	29,0	21,5	23,7	22,5	65,2
6		28,2	25,2	23,7	18,3	46,9	26,6	18,6	21,5	24,3	90,1
7		26,1	27,0	21,8	16,9	30,3	38,1	62,9	18,4	25,0	56,1
8		24,6	21,5	20,4	16,0	24,3	35,3	47,6	16,9	23,2	46,4
9		22,6	23,5	20,9	17,1	20,8	31,3	80,2	17,3	20,9	42,5
10		20,4	27,6	18,4	15,1	18,8	28,7	190,6	14,6	18,1	38,4
11		19,6	22,9	15,9	13,9	21,6	25,2	398,8	17,3	14,1	36,6
12		39,9	22,3	13,7	27,8	22,1	22,4	160,6	19,4	50,0	31,2
13		22,6	41,9	11,4	25,8	22,4	18,6	119,4	18,8	50,1	25,2
14		20,9	25,5	16,6	19,8	22,1	18,3	96,0	17,3	22,9	34,5
15		19,9	24,6	15,2	16,5	19,8	17,4	70,5	16,4	17,6	38
16		18,6	22,3	14,3	15,1	21,1	15,8	41,0	39,8	15,0	29,5
17		19,1	31,4	12,8	13,1	21,6	14,9	51,7	28,1	14,5	25,8
18		24,1	39,4	11,8	14,1	22,4	24,0	46,8	24,9	14,5	27,3
19		102,8	28,0	14,5	44,6	21,6	19,0	43,6	27,3	15,2	25,8
20		44,4	20,0	16,9	27,3	19,8	17,6	48,8	102,8	37,9	23,5
21		40,9	30,0	15,4	48,0	17,4	23,3	45,2	62,0	31,7	27
22		36,2	32,3	13,6	74,3	18,9	42,2	42,5	47,2	27,0	36,2
23		33,8	35,3	12,4	43,3	19,1	50,7	40,2	36,2	39,1	26,1

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
24		29,5	40,4	11,8	37,0	17,6	41,2	30,8	33,1	78,6	51,5
25		26,4	26,6	13,4	30,6	16,5	29,7	22,3	42,5	78,6	33,4
26		24,9	36,7	15,0	68,8	13,1	26,6	18,8	48,5	66,1	27,7
27		29,5	30,1	14,3	59,5	12,7	28,2	26,6	40,2	49,7	26,1
28		27,3	28,4	14,5	79,9	13,7	30,0	60,5	33,1	40,6	42,5
29		39,8	34,1	12,8	72,8	13,3	26,3	50,5	30,8	59,6	167,8
30		42,5	30,1	18,8	54,0	13,9	25,8	43,6	24,3	47,6	177
1		32,2	35,5	69,2	44,7	11,1	24,0	36,2	53,9	33,6	58,3
2		25,8	42,5	56,6	40,9	8,9	21,9	28,9	41,7	34,2	62,9
3		40,9	37,3	35,9	47,3	15,1	23,5	24,9	35,9	31,4	52,6
4		92,8	37,3	29,5	37,8	13,5	27,8	32,1	27,3	41,3	39,1
5		69,1	38,4	33,3	29,4	10,4	29,0	28,5	29,4	33,1	34,5
6		49,7	37,6	44,9	29,4	11,1	27,8	26,1	36,6	27,6	46,4
7		45,6	28,2	139,1	25,2	9,4	27,8	23,7	32,4	24,9	47,2
8		59,9	42,1	211,5	23,8	9,1	25,2	22,3	29,8	24,0	45,6
9		52,6	39,5	118,8	26,3	17,8	22,9	22,9	26,7	24,0	36,2
10		45,2	33,5	76,5	46,2	16,0	20,8	39,5	20,4	19,4	27,6
11		55,4	28,2	80,7	51,0	14,7	18,8	33,8	24,9	80,2	25,5
12		48,8	50,1	74,5	103,8	15,1	16,9	31,1	77,9	44,8	20,1
13		43,2	36,2	64,3	58,6	14,9	15,3	28,5	41,8	37,0	16,6
14	J	39,4	33,8	51,7	45,7	13,1	22,6	26,1	33,4	36,2	15,7
15	U	36,9	32,1	45,2	38,8	12,7	27,8	24,0	30,1	36,0	16,4
16	L	40,2	159,5	41,7	27,9	12,7	22,4	23,4	39,1	31,1	14,8
17	I	39,9	104,9	36,9	95,8	11,1	16,9	21,5	38,8	31,7	16,4
18	O	38,7	72,6	34,1	51,0	10,8	15,8	20,9	31,8	40,9	16,6
19		35,2	30,6	32,2	46,1	13,1	14,5	24,6	31,8	36,2	32,1
20		32,1	27,7	26,4	44,5	14,5	13,7	26,1	25,2	30,1	40,6
21		144,0	126,5	26,4	36,0	18,6	12,9	50,5	24,0	26,7	33,1
22		77,9	122,8	27,0	52,8	14,7	12,5	47,2	24,9	24,3	27,3
23		54,3	70,5	34,1	91,1	12,7	11,1	43,2	20,2	24,9	23,7
24		44,8	60,5	36,2	83,9	11,7	12,3	40,2	18,1	24,0	20,4
25		40,9	53,9	35,5	87,9	18,4	13,8	33,8	24,3	23,7	21,2
26		40,2	46,8	32,8	69,1	14,1	16,2	31,1	27,3	46,4	20,1
27		49,3	40,9	30,8	48,5	15,1	18,1	29,2	22,6	24,3	50,9
28		37,3	39,1	27,6	41,5	85,3	13,7	34,0	20,4	22,3	26,4
29		38,0	56,6	24,9	46,1	109,2	12,7	31,1	57,7	22,3	21,5
30		36,2	70,0	23,7	39,5	44,1	15,1	28,5	224,4	53,9	18,1
31		32,4	55,2	21,8	37,0	39,9	15,8	26,1	84,0	81,7	26,4
1	A	25,5	51,3	19,9	29,5	30,3	13,5	23,7	53,9	43,6	23,4
2	G	23,7	45,2	17,6	26,7	26,6	14,5	20,4	63,3	34,1	21,8
3	O	21,5	40,2	20,9	27,5	21,6	13,5	25,0	57,4	31,8	24
4	S	19,6	42,8	19,1	25,2	19,8	24,1	29,2	52,7	29,2	20,1
5	T	19,9	38,7	19,1	42,1	16,5	32,6	26,7	43,2	21,5	17,3
6	O	18,6	34,8	19,9	37,9	16,9	19,1	24,9	38,4	20,1	15,4

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
7		18,3	59,4	23,4	29,1	15,1	16,2	27,3	53,4	18,3	13,2
8		18,6	52,6	33,4	25,2	14,1	28,0	48,4	60,5	17,8	18,1
9		16,4	55,8	30,4	23,2	29,1	30,3	112,1	47,6	17,3	18,1
10		14,8	47,0	28,9	21,3	25,2	31,3	96,8	36,2	22,6	16,6
11		14,1	48,4	26,1	18,8	19,2	20,8	80,7	34,5	23,5	15
12		12,8	43,6	23,7	18,3	18,1	21,6	56,1	30,8	21,5	12,4
13		12,4	40,6	27,7	17,4	25,2	22,4	47,6	32,4	19,9	11,2
14		15,5	38,7	22,9	16,9	106,0	20,8	43,6	28,5	18,3	10,2
15		13,6	36,6	24,0	13,8	201,2	18,8	39,5	47,1	17,1	8,7
16		12,6	42,9	21,5	15,1	132,5	18,3	37,3	52,3	13,2	8,9
17		11,8	72,9	19,6	16,5	67,2	32,1	33,4	40,9	15,7	12,6
18		13,0	48,4	17,9	16,0	64,0	37,4	29,5	27,0	18,8	12,4
19		14,1	42,5	19,9	13,5	42,6	60,3	27,3	27,7	23,6	12,8
20		17,4	37,6	21,5	11,9	33,6	48,7	25,8	29,5	17,6	13,2
21		12,4	40,2	19,4	11,9	33,2	28,1	45,9	30,8	15,7	13,4
22		10,6	35,6	17,1	10,6	30,0	26,3	58,3	29,2	16,6	10,4
23		10,2	33,8	15,7	14,7	23,8	23,8	48,4	28,2	17,8	8,2
24		9,8	31,7	14,1	12,7	21,1	23,2	34,2	27,0	18,6	7,1
25		8,9	30,8	12,0	12,3	19,8	22,7	28,5	27,6	16,4	7,7
26		11,0	27,9	33,2	13,7	22,4	25,2	25,8	27,7	12,8	15
27		9,5	27,0	74,3	13,5	21,3	28,0	22,9	27,0	12,0	17,4
28		9,5	23,7	50,5	17,6	18,6	17,4	20,4	23,5	11,2	11,6
29		13,1	26,1	39,6	16,2	16,2	16,0	19,1	19,6	10,2	8,7
30		11,6	30,3	32,1	26,4	12,9	13,5	18,3	18,6	9,3	8,4
31		48,2	33,5	27,9	32,6	14,1	11,9	18,6	19,6	9,6	8,7
1	S	26,4	49,3	25,2	17,4	12,9	11,1	19,2	18,3	8,7	12,8
2	E	41,4	44,1	23,4	17,1	12,1	11,7	15,7	20,1	8,1	12,4
3	P	67,1	29,5	23,7	14,9	12,9	12,9	14,8	19,6	8,9	13,3
4	T	37,3	27,9	20,4	13,3	11,9	14,1	15,4	21,5	14,5	13,3
5	I	31,1	25,8	20,1	12,7	10,8	13,5	17,4	17,8	11,6	14,5
6	E	28,2	25,2	18,6	13,9	11,0	11,9	58,6	17,6	9,8	16,8
7	M	24,9	24,9	20,4	12,7	10,3	25,7	39,8	17,6	11,9	15
8	B	23,7	27,3	28,8	12,1	9,6	12,3	33,8	18,1	8,9	14,7
9	R	20,9	22,3	19,9	14,1	26,6	12,5	27,3	18,8	9,3	18
10	E	20,4	22,9	18,1	13,1	25,2	11,7	26,1	17,3	8,9	23,1
11		18,1	30,8	18,6	13,3	13,3	11,7	46,4	21,5	9,1	19,7
12		63,4	29,5	18,3	13,7	11,9	12,3	41,3	19,4	10,0	16,8
13		27,0	24,6	17,3	12,9	10,4	12,3	20,9	16,4	9,1	17
14		27,6	22,6	16,9	11,3	9,9	13,7	19,1	14,3	10,2	20,9
15		24,9	21,5	15,4	9,7	9,9	12,7	19,6	12,2	8,9	18
16		29,8	106,4	17,8	8,3	10,1	9,2	17,6	11,4	8,2	18,2
17		22,0	38,4	15,0	9,2	20,8	9,2	17,3	10,4	13,4	17,7
18		20,4	33,5	14,1	8,1	16,2	13,1	17,8	10,6	88,6	17
19		18,6	30,1	15,7	7,4	15,1	20,6	17,3	9,8	28,6	15,2

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
20		22,6	28,9	14,5	6,8	13,5	23,8	16,1	9,1	19,4	15,4
21		20,9	46,4	14,8	12,1	29,4	21,3	14,5	13,4	14,5	13
22		19,1	28,0	15,0	9,7	37,0	18,6	12,8	12,6	30,1	12,6
23		18,1	28,2	15,7	9,1	27,2	16,0	11,8	10,2	18,9	12,2
24		17,8	32,1	21,6	8,6	34,7	15,1	11,6	8,2	17,6	12
25		16,1	26,4	23,4	8,0	16,9	17,1	10,6	7,1	15,4	12,4
26		15,0	27,9	20,7	7,4	15,1	16,2	9,8	8,1	12,2	12
27		20,2	27,9	15,4	6,4	23,8	15,3	9,1	6,9	11,0	10,9
28		16,1	25,5	21,0	6,8	30,3	14,5	8,4	6,2	10,0	9,6
29		26,8	23,7	16,9	10,4	26,6	14,5	8,4	8,9	8,9	12,4
30		19,9	30,1	15,9	10,4	24,0	16,2	7,7	7,6	8,6	13,5
1		24,0	26,7	14,8	9,7	21,9	28,3	8,7	7,7	8,2	11,7
2		17,1	26,4	14,8	7,2	18,8	36,3	8,1	6,8	7,7	8,7
3		15,0	23,4	13,9	9,6	16,0	29,4	7,4	6,2	8,6	7,4
4		14,1	24,9	13,4	7,9	17,8	22,7	6,8	6,2	6,8	7,4
5		13,2	24,9	12,8	8,0	16,5	19,8	7,7	7,6	7,9	7,8
6		13,0	23,4	12,2	11,0	15,1	18,1	7,1	7,3	8,2	8,9
7		11,6	22,3	11,4	13,3	13,5	16,5	8,1	6,9	8,9	7,6
8		11,0	22,6	12,4	21,6	18,1	14,7	7,1	6,2	11,0	8,7
9		11,8	21,2	11,8	10,8	16,5	18,8	5,9	5,6	7,4	8,7
10		16,9	18,6	11,0	9,6	12,7	20,6	6,9	10,2	6,6	10,6
11		12,2	17,6	10,2	8,4	14,3	18,8	6,6	8,9	7,1	11,1
12		11,2	16,1	9,8	8,3	16,7	17,4	5,9	7,3	6,5	11,1
13	O	10,4	15,2	9,6	9,0	20,8	15,8	5,6	6,2	6,6	9,8
14	C	9,6	14,3	9,5	7,3	16,9	15,6	5,3	6,2	6,3	8,2
15	T	10,2	13,4	9,8	6,4	13,9	14,5	5,1	6,3	5,3	8,4
16	U	10,4	16,9	8,7	6,7	12,7	13,9	4,8	8,7	5,3	7,4
17	B	9,6	15,2	9,6	7,2	12,7	14,1	4,4	10,0	4,6	6,5
18	R	9,3	14,3	16,2	6,8	12,1	13,5	4,1	13,0	3,6	6,1
19	E	8,4	14,1	14,1	10,3	11,3	12,5	3,8	9,6	3,5	6,4
20		8,2	25,5	10,6	10,5	11,0	11,1	3,4	8,7	3,4	6,8
21		7,9	18,1	9,8	7,4	11,9	9,9	3,3	17,4	5,2	6,2
22		7,1	17,6	9,7	6,3	9,9	9,7	3,5	13,7	5,1	6
23		7,3	16,4	9,8	8,0	10,8	11,7	3,7	16,4	3,9	5,7
24		7,9	15,2	8,4	9,4	11,1	10,4	4,7	15,9	4,1	6
25		8,2	13,9	7,7	21,7	9,7	8,8	6,2	19,6	6,8	7,2
26		7,3	12,4	7,4	8,9	10,7	7,5	6,5	20,7	5,3	5,7
27		10,0	11,8	7,7	14,5	9,7	7,2	5,6	19,6	4,4	4,9
28		13,7	18,0	10,1	52,8	9,9	7,0	6,3	19,4	4,4	5,1
29		11,2	19,4	10,2	20,0	9,6	8,1	5,2	18,8	3,3	6,8
30		9,6	18,6	9,5	21,6	9,2	8,0	3,7	15,4	3,4	8,9
31		11,2	15,9	8,2	21,9	8,8	7,7	3,9	14,8	3,2	7,9
1		12,4	16,6	8,1	22,9	8,0	7,1	3,1	16,4	2,8	8,1
2		12,4	14,1	8,1	26,1	7,8	6,5	2,4	15,2	2,3	9,6

DIA	M E S	AÑO										
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
3	N O V I E M B R E	11,4	14,3	8,9	23,3	7,1	5,6	2,0	15,7	4,3	24,4	
4		12,0	12,0	9,1	12,5	6,5	5,0	1,7	13,9	2,0	23,1	
5		10,6	11,4	10,2	13,5	6,8	4,9	1,4	24,0	2,0	20,7	
6		12,2	10,6	12,0	11,1	7,2	4,8	1,5	28,8	2,2	17,7	
7		11,6	11,8	14,5	9,7	6,3	4,7	1,5	24,9	2,1	16,1	
8		13,2	10,8	16,4	9,9	6,4	4,1	1,1	22,0	1,6	21,2	
9		12,0	9,1	15,7	9,4	5,6	3,7	1,1	21,2	2,0	18	
10		16,0	8,9	13,4	9,2	5,5	3,9	0,8	22,0	2,4	16,8	
11		18,4	9,5	11,4	7,8	7,8	3,4	1,1	17,6	2,4	15	
12		25,7	9,1	16,4	9,1	6,7	3,3	2,1	16,4	2,0	15,2	
13		37,4	8,9	15,0	10,1	6,1	3,1	3,4	19,1	1,9	22	
14		18,6	8,1	10,5	10,4	5,3	2,6	4,7	19,4	4,5	20,2	
15		15,4	8,1	12,4	9,1	4,8	2,5	6,1	18,1	2,2	17	
16		15,2	7,4	11,8	8,4	4,8	3,2	12,8	16,4	2,1	13,9	
17		15,0	6,8	13,0	7,8	4,8	3,3	5,5	17,1	2,8	11,5	
18		26,6	6,2	14,5	6,7	5,0	3,1	4,8	17,1	4,8	11,3	
19		17,2	6,2	12,0	7,0	5,3	4,7	4,5	16,4	5,2	9,6	
20		13,4	5,6	14,3	6,0	5,6	3,6	4,8	15,2	3,6	8,7	
21		15,2	5,5	16,4	5,5	5,0	3,5	4,1	14,5	4,5	8,2	
22		14,8	5,1	13,6	5,0	4,2	3,9	3,4	67,9	6,6	7,4	
23		27,1	5,1	13,0	5,1	3,7	3,1	4,1	29,2	4,9	7,4	
24		12,8	5,1	15,5	5,0	3,9	3,6	3,4	20,4	4,3	6,4	
25		20,1	5,9	14,4	4,8	4,0	5,6	3,3	20,9	5,3	5,4	
26		20,7	5,6	25,5	4,2	3,7	7,0	3,1	20,1	4,4	4,9	
27		19,1	6,9	26,1	3,2	3,7	8,8	3,2	20,1	3,4	4,8	
28		18,1	7,8	30,0	3,8	3,4	8,4	3,1	28,8	3,2	4,4	
29		17,1	21,0	32,4	3,6	3,6	7,5	3,0	24,0	3,8	4	
30		15,5	12,3	30,8	3,2	3,6	5,0	3,4	21,2	4,2	3,8	
1		D I C I E M B R E	15,7	17,6	24,9	3,1	7,1	6,5	3,3	15,9	4,4	4,2
2			15,0	34,2	40,7	3,1	6,1	6,0	3,6	18,3	4,8	3,9
3	12,2		15,7	30,4	2,9	6,7	5,5	3,2	16,4	4,3	4,5	
4	12,4		17,4	21,5	2,6	5,6	5,7	3,2	14,8	2,8	4,8	
5	11,6		9,5	19,6	2,1	4,8	5,1	2,8	15,0	3,2	6	
6	10,4		9,1	17,6	2,3	5,4	5,7	3,0	14,5	1,5	4,9	
7	10,2		9,8	21,5	3,1	5,3	11,7	3,1	12,0	1,3	5,1	
8	9,5		9,1	27,0	2,8	6,7	8,6	2,9	10,6	1,5	4,3	
9	9,6		8,8	22,3	3,0	6,1	7,7	2,8	11,4	1,3	4,3	
10	13,0		7,4	25,5	2,5	5,5	8,3	2,9	11,6	1,4	4,2	
11	10,4		7,1	20,4	3,1	4,7	9,2	4,1	10,6	1,3	3,6	
12	8,9		6,9	15,9	3,3	4,2	9,6	6,1	8,9	1,4	3,7	
13	8,4		6,9	14,1	3,8	4,5	7,0	14,5	8,1	3,6	3,6	
14	10,6		7,3	18,3	7,4	4,1	4,7	15,0	8,1	6,5	4	
15	11,4		21,8	26,1	6,2	5,2	4,0	12,8	7,6	3,4	4,4	
16	8,9		19,9	18,6	6,5	6,1	4,1	11,6	6,8	3,2	3,9	

DIA	M E S	AÑO									
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
17		14,2	13,6	16,6	6,3	5,6	3,7	10,2	7,1	3,9	4,2
18		12,8	6,8	14,5	5,6	5,6	3,3	9,5	8,2	3,9	14,6
19		14,6	15,7	13,4	4,3	5,6	4,0	8,4	8,9	65,7	8,9
20		14,3	12,2	13,2	3,4	5,3	4,3	7,7	8,1	49,6	6,7
21		13,6	10,8	12,0	3,2	5,9	3,9	5,3	8,1	32,4	10,5
22		14,1	9,8	14,5	3,4	6,1	4,2	4,8	7,1	29,8	9,3
23		15,0	9,1	13,0	3,0	5,9	3,9	5,1	7,4	31,1	7,6
24		16,9	8,9	13,9	3,1	6,3	4,1	4,5	6,6	28,8	11,3
25		14,6	8,9	22,6	3,0	5,8	5,1	4,8	7,1	22,0	22
26		16,0	8,9	20,4	3,0	5,7	9,1	4,3	6,9	61,6	22
27		13,6	10,6	15,4	2,8	5,3	9,5	4,3	8,1	34,8	62,3
28		12,2	8,6	13,9	2,7	5,9	12,7	4,3	10,2	28,2	24,6
29		13,2	9,1	12,6	2,5	5,6	13,1	4,2	8,8	21,2	18,9
30		13,7	10,6	13,0	11,1	5,3	13,7	5,5	7,1	20,9	17
31		12,4	9,1	13,2	4,2	4,5	13,3	5,3	6,0	15,9	14,5

FUENTE: INAMHI, 2007