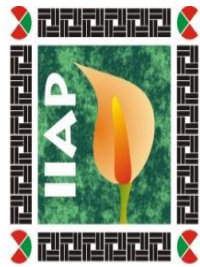
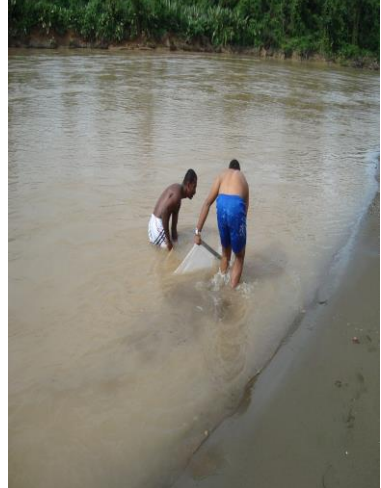




DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LOS MUNICIPIOS DE TADÓ, ISTMINA, CONDOTO (CHOCÓ), ISCUANDÉ Y EL CHARCO (NARIÑO)



Instituto de Investigaciones
Ambientales del Pacífico



CHOCÓ BIOGEOGRÁFICO 2010





INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO HÍDRICO EN LOS MUNICIPIOS DE TADÓ, ISTMINA, CONDOTO (CHOCÓ), ISCUANDÉ Y EL CHARCO (NARIÑO)

WILLIAN KLINGER BRAHAM

Director General

EQUIPO EJECUTOR

YENECITH TORRES ALLÍN. Coordinadora

JHORGER MORENO AGUALIMPIA. Contratista

JHOVANNY MOSQUERA PINO. Contratista

JEISSON PINEDA. Contratista

FANNY CAICEDO. Apoyo Comunidades de Nariño

CONSEJO COMUNITARIO DEL ALTO SAN JUAN

CONSEJO COMUNITARIO DE SAN PABLO ADENTRO

CONSEJO COMUNITARIO MAYOR DE CONDOTO Y EL RÍO IRÓ – COCOMACOIRO

CONSEJO COMUNITARIO PRODEFENSA RÍO TAPAJE

CONSEJO COMUNITARIO ALTO SEQUIHONDA

CONSEJO COMUNITARIO BAJO TAPAJE

CONSEJO COMUNITARIO CUENCA DEL RÍO ISCUANDÉ

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO
CHOCÓ BIOGEOGRÁFICO**

2010

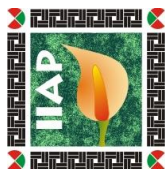
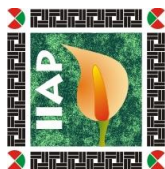


TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
0. INTRODUCCIÓN	7
1. ANTECEDENTES.....	9
2. TEORIAS Y CONCEPTOS	10
2.1 Calidad Ambiental	10
2.1.1 Calidad del Agua	10
2.1.2 Cantidad de Agua	13
2.2. Valoración de Ecosistemas	14
2.2.1 Valoración Ambiental	14
2.2.2 Valoración Socioeconómica	14
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
3.1 Pacífico Norte	16
3.1.1 Cuenca del Río San Juan	16
3.2 Pacífico Sur	21
3.2.1 Cuenca del río Tapaje.....	21
3.2.2 Cuenca del río Iscuandé	22
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO	28
4.1 Pacífico Norte.....	25
4.2 Pacífico Sur	28
5. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA	33
5.1 Trabajo de campo y laboratorio	33
5.1.1 Identificación de fuentes de contaminación del agua	33
5.1.2 Evaluación de la Calidad del agua y sus recursos asociados	33
5.1.3 Estimación del valor de importancia de los servicios ambientales.....	35
5.2 Análisis Estadísticos.....	36
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
6.1 Identificación de fuentes de contaminación del agua	38
6.1.1 Pacífico Norte.....	38
6.1.2 Pacífico Sur	39
6.2 Evaluación de la Calidad del agua y sus recursos asociados	41
6.2.1 Pacífico Norte.....	41
6.2.2 Pacífico Sur	50
6.3 Estimación del valor de importancia de los servicios ambientales	52
6.3.1 Pacífico Norte	52
6.3.2 Pacífico Sur	55
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
LITERATURA CITADA.....	59

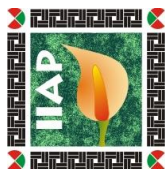


LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Quebrada Manungará	26
Figura 2. Quebrada San Pablo	27
Figura 3. Quebrada Apotó	28
Figura 4. Río Tapaje	29
Figura 5. Río Sequihonda	30
Figura 6. Río Taija, vegetación y apariencia	30
Figura 7. Río Pulbuzá	31
Figura 8. Río Iscuandé	31
Figura 9. Elaboración de mapas sociales y diligenciamiento de listas de chequeo en las comunidades de estudio	33
Figura 10. Colecta de Macroinvertebrados Acuáticos	33
Figura 11. Colecta de Peces dulceacuícolas en las cuencas de estudio	34
Figura 12. Censos de vegetación de ribera	34
Figura 13. Muestreos Físicoquímicos en las cuencas de estudio	35
Figura 14. Algunas actividades socioeconómicas desarrolladas en la cuenca del río San Juan.	38
Figura 15. Algunas actividades socioeconómicas desarrolladas en la cuenca del río Tapaje	40
Figura 16. Instalaciones de la Granja Asocasan en el corregimiento de Manungará, municipio de Tadó	53
Figura 17. Quebrada Manungará, municipio de Tadó	54
Figura 18. Ecosistemas de la quebrada San Pablo, municipio de Istmina	54
Figura 19. Ecosistemas de la quebrada Apotó y río Tajuato, municipio de Condoto	55
Figura 20. Ecosistemas del río Pulbuzá y pilotes de madera extraídos de sus bosques, municipio de El Charco	56
Figura 21. Playas del río Iscuandé, Municipio de Santa Bárbara de Iscuandé, temporada de invierno	56

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfica 1. Familias de Macroinvertebrados acuáticos capturados en las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y Tajuato	42
Gráfica 2. Índices ecológicos de familias de Macroinvertebrados acuáticos registrados en las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato	44
Gráfica 3. Índices ecológicos de las especies de peces colectadas en la quebrada Manungará, Municipio de Tadó	46
Gráfica 4. Comportamiento de las variables pH, Temperatura y Oxígeno disuelto en los municipios de El Charco e Iscuandé	52



LISTA DE TABLAS

	Pág.	
Tabla 1.	Valores permisibles de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas dulces, estuarinas y marinas y sus efectos en los organismos acuáticos	12
Tabla 2.	Ubicación y características físicas de Estaciones de Muestreo en los municipios de Tadó, Istmina y Condoto	28
Tabla 3.	Ubicación y Características físicas de Estaciones de Muestreo en los municipios de El Charco e Iscuandé	32
Tabla 4.	Criterios de estimación del valor de importancia de los servicios ambientales identificados en la zona de estudio.	35
Tabla 5.	Familias de macroinvertebrados capturadas en las estaciones de muestreo establecidas en la cuenca del río San Juan	41
Tabla 6.	Tabla de valores de macroinvertebrados acuáticos colectados en las quebradas San Pablo, Apotó y río Tajuato	42
Tabla 7.	Clases, valores y características para las aguas clasificadas mediante el índice BMWP adaptado para Colombia	43
Tabla 8.	Lista de especies ícticas encontradas en los ríos San Juan y Chato (municipio de Tadó)	44
Tabla 9.	Número de familias y de especies para cada uno de los órdenes de peces del río Chato	46
Tabla 10.	Lista de especies ícticas encontradas en las quebradas San Pablo, Apotó y río Tajuato	47
Tabla 11.	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos monitoreados en las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato (departamento del Chocó)	46
Tabla 12.	Presencia de especies de ribera en las estaciones establecidas en las orillas de las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato	48
Tabla 13.	Formas de vida, Origen fitogeográfico, Estado Fitosanitario y Posición sociológica de las especies de ribera de las quebradas manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato	49
Tabla 14.	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos monitoreados en la cuenca de los ríos Tapaje e Iscuandé (departamento de Nariño)	50

LISTA DE MAPAS

	Pág.	
Mapa 1.	Ubicación de los municipios de estudio en el Chocó Biogeográfico	17
Mapa 2.	Ubicación de las estaciones de muestreo en los Municipios de Tadó, Istmina y Condoto; departamento del Chocó	19
Mapa 3.	Ubicación de las estaciones de muestreo en los Municipios de El Charco e Iscuandé, departamento de Nariño	24



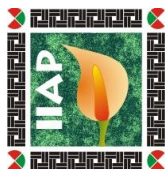
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



RESUMEN

Con el objeto de evaluar la *calidad ambiental del recurso hídrico en los Municipios* de Tadó, Istmina, Condoto, cuenca del río San Juan (Chocó), El Charco y Santa Bárbara de Iscuandé en las cuencas de los ríos Tapaje e Iscuandé respectivamente (Nariño); se llevaron a cabo muestreos de macroinvertebrados acuáticos, especies de ribera, peces y análisis de parámetros fisicoquímicos y organolépticos. Adicionalmente se levantaron encuestas, mapas de cartografía social con las comunidades aledañas a los diferentes puntos de muestreo, lo que permitió identificar actividades económicas desarrolladas, fuentes de contaminación del agua y servicios ambientales generados por el recurso hídrico en los diferentes municipios del área de influencia del proyecto. Los resultados demuestran que en las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato las principales fuentes de contaminación son: la minería en mayor proporción, la agricultura y las actividades domésticas, debido principalmente a los vertimientos de residuos sólidos y líquidos. En esta cuenca los efectos positivos o negativos de la minería se hacen evidentes en el aumento o disminución del número de especies florísticas de ribera, diversidad de peces y macroinvertebrados acuáticos; obteniéndose a su vez, con la aplicación del índice BMWP/Col, aguas de buena calidad para la quebrada Manungará y crítica para la San Pablo; en adición los parámetros fisicoquímicos y organolépticos de las quebradas Manungará, Apotó y río Tajuato se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa para el desarrollo de flora y fauna, deportes náuticos y piscicultura. En la cuenca del río Tapaje y sus ríos Sequihonda, Pulbuza, Taija y cuenca del río Iscuandé, las fuentes principales de contaminación corresponden a desechos orgánicos resultantes de la agricultura y extracción de madera, derrames de petróleo por el desarrollo de la actividad fluvial y el desarrollo de actividades domésticas, lo cual podría estar alterando de manera significativa los coliformes totales, puesto que solo en la Boca de Iscuandé se encuentran dentro de los límites permisibles por la normativa colombiana. Dadas las condiciones salobres de estas dos cuencas y el invierno de la época de muestreo, no fue posible coleccionar macroinvertebrados acuáticos, tampoco se desarrollaron capturas de peces de agua dulce, puesto que por la cercanía al mar de las comunidades de estudio, juegan un papel poco significativo en la economía de las familias. Finalmente, un ejercicio de valoración considerando los resultados de la investigación, se desarrolló sobre la quebrada Manungará, los criterios de selección muestran potencial significativo en lo referente a actividades turísticas desde el punto de vista recreativo e investigativo.



0. INTRODUCCIÓN

En virtud de que el agua es un elemento esencial para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental en el que estos desarrollan diferentes actividades; es menester asegurar el suministro suficiente y calidad apropiados para cubrir las demandas de la generación actual y las venideras (Troyer y Brundtland, 1990), a la vez de preservar las funciones hidrológicas, biológicas, ecológicas y químicas de ecosistemas acuáticos, desarrollando actividades antrópicas de manera amigable con el ambiente (Abernethy, 2001).

La calidad natural del agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas presentes en ríos, lagos, humedales, subsuelos o el mar. Para determinarla, a nivel mundial y nacional se han establecido criterios de calidad que dependen de la utilización dada al recurso: consumo humano, preservación de flora y fauna, baño, pesca, navegación y agricultura.

basados en la utilización de parámetros físicos y bacteriológicos; en adición el uso de indicadores biológicos ha adquirido una creciente importancia en los estudios de los ecosistemas dulceacuícolas debido a que las variables fisicoquímicas sólo dan una idea puntual sobre la calidad del agua y no informan sobre las variaciones en el tiempo (Alba-Tercedor, 1996); es así como recientemente se ha introducido el BMWP/Col (Roldán, 2002) un indicador de calidad del agua para el desarrollo de fauna y flora que utiliza como base las familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en un cuerpo de agua.

Otros indicadores ampliamente estudiados, son los peces, organismos que responden de manera predecible a los cambios en algunos factores abióticos, tales como la calidad del hábitat y calidad del agua y sus cambios en presencia/ausencia. Por sus características como número, características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento, indican que algunas de las variables fisicoquímicas se encuentran fuera de sus límites de tolerancia y afectan sus ciclos de vida (Gutiérrez-Hernández, 2003); por lo cual su caracterización resulta muy importante puesto que éstas son reconocidas como una buena herramienta de ayuda para la toma de decisiones en materia ambiental (Angermeier y Schlosser 1995, Boulton 1999).

La vegetación de ribera aunque se estudia con menor presencia que las anteriores; es buena indicadora de alteración o conservación de hábitats; puesto que su composición, estructura y distribución reporta beneficios tanto al ecosistema terrestre como al acuático al que está ligada (Tims, 1994).

Tomando en cuenta que la región del Pacífico Colombiano es uno de los lugares del planeta donde más abunda el agua, debido a la posición geográfica en la zona de confluencia intertropical, al pie del Océano Pacífico, de la Serranía del Baudó y de la Cordillera Occidental (Lobo-Guerrero, 1993); que el desarrollo de gran parte de las actividades socioeconómicas dependen de la permanencia del recurso hídrico (pesca, ganadería, agricultura, minería de aluvión, turismo entre otros); y que estas actividades han



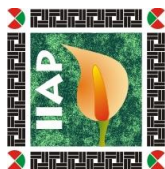
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



venido generando presión sobre los ecosistemas al afectar a sus componentes y procesos poniendo en peligro no solo el agotamiento del recurso para el consumo de las poblaciones humanas, si no la supervivencia de muchas especies de flora y fauna; se detectó la necesidad de diagnosticar, de manera integral, el grado de alteración que sufren estos ecosistemas acuáticos.

El estudio se desarrolló mediante la identificación de las fuentes de contaminación basadas en las actividades antrópicas desarrolladas en los municipios de Tadó, Istmina, Condoto (Chocó), El Charco e Iscuandé (Nariño); a su vez, con el objeto de conocer el estado de conservación o deterioro de estos ecosistemas, se desarrollaron muestreos de macroinvertebrados acuáticos, peces, especies de ribera, parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos; y finalmente, con la integración de estos componentes se generó información útil en la toma de decisiones para la planificación del recurso hídrico en las zonas de estudio.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje

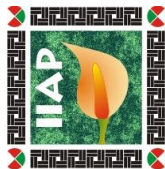


1. ANTECEDENTES

Los esfuerzos para el desarrollo de evaluaciones que permitan conocer el estado actual del recurso hídrico en la región Pacífica vienen siendo liderados por el IDEAM, entidad que genera información y conocimiento para asesorar la toma de decisiones sobre el uso sostenible del recurso hídrico, así como para hacer pronósticos y alertar sobre condiciones ambientales e hidrometeorológicas que puedan generar desastres en materia hidrológica. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras desde el 2000 a través de su proyecto Redcam monitorea la calidad de aguas marinas y costeras (2009), mide variables fisicoquímicas, hidrocarburos, plaguicidas, metales traza y microbiológicos.

Las Corporaciones Autónomas Regionales de los departamentos Chocó y Nariño (CODECHOCÓ y CORPONARIÑO respectivamente), desarrollan en cada una de las cuencas de su jurisdicción, monitoreos sobre la calidad del agua basándose en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La Universidad Tecnológica del Chocó, ha venido desarrollando estudios dispersos en la cuenca del San Juan con la utilización de indicadores biológicos, en este sentido se reportan trabajos desarrollados por Navas (2002), Medina (2004), Lozano y Salas (2005), los cuales permiten tener un conocimiento preliminar de la composición, estructura y hábitat de la fauna de macroinvertebrados acuáticos, aportando información valiosa al conocimiento de la dinámica de estos ecosistemas.

Sin embargo, aunque la gestión del agua en la región Pacífica Colombiana ha evolucionado, aún existe una gran preocupación por la presión que se ejerce sobre el recurso hídrico, sobre la falta de conocimiento específico de los organismos acuáticos que habitan en los mismos y sus relaciones integrales con el ambiente.



2. TEORIAS Y CONCEPTOS

2.1 Calidad Ambiental

La calidad ambiental de un ecosistema es el conjunto de propiedades inherentes del mismo que nos permite compararlo con otros, en función de su estado de conservación. Esta calidad se puede apreciar desde distintas perspectivas relacionadas. Desde un punto de vista económico o productivo puede estar referido a la calidad y cantidad de recursos para el hombre que genera el ecosistema (Ortega, 2001). Desde la perspectiva ecológica la calidad vendría dada por el mantenimiento del estado de sus procesos y funciones o, en definitiva por su integridad. Karr (1996), define la integridad ecológica como la capacidad de un ecosistema para adsorber el estrés generado por las perturbaciones de origen natural y humano. Montes (1997) asocia la integridad ecológica al conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que caracterizan la organización, funcionamiento y dinámica de un ecosistema.

2.1.1 Calidad del Agua

El término *calidad del agua* es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

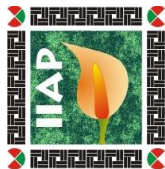
A continuación se tratan en detalle las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua:

Características fisicoquímicas

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etc.), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. El IDEAM (2007) considera relevantes las siguientes:

- **Oxígeno disuelto (OD)**

Es uno de los gases más importantes en la dinámica de los ecosistemas acuáticos, define la existencia y abundancia de organismos de acuerdo a su tolerancia y rangos de adaptación. Equivale a la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin la intervención de los organismos vivos. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte a la vida vegetal y animal (Stevens Institute of Technology, 2008). Niveles bajos o ausencia de oxígeno en el agua, puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa. La cantidad de oxígeno presente en el agua depende de la velocidad y turbulencia de la misma, de la aireación de las plantas verdes presentes, de la temperatura y de la hora del día (mañana o tarde) y de la cantidad de sustancias vertidas al cauce (Castro de Esparza, 1987).



- Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Por lo tanto altera el hábitat natural del agua. Los cambios bruscos en la temperatura suelen ser causados por vertidos industriales, agrícolas o urbanos. Una elevada temperatura agrava los problemas de falta de oxigenación (Stevens Institute of Technology, 2008).

- pH

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9 (Castro, 1987). Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales (Stevens Institute of Technology, 2008).

- Conductividad Eléctrica

Es un indicador del contenido de sales y minerales disueltos en el agua tales como los cationes sodio calcio, magnesio, potasio y los aniones carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros principalmente. La unidad de medida utilizada comúnmente es el Siemens/cm (S/cm), en millonésimas (10^{-6}) de unidades, es decir microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$), o en milésimas (10^{-3}) es decir miliSiemens/cm (mS/cm) (Castro, 1987).

- Sólidos totales

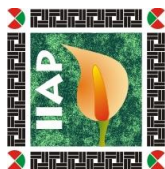
Se originan principalmente por los procesos erosivos y extractivos, los cuales afectan el proceso de fotosíntesis debido a que intervienen en la captación de radiación solar de las plantas acuáticas. Los sólidos disueltos más los sólidos en suspensión contribuyen a la concentración total de sólidos (Castro, 1987).

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Es una medida de oxígeno que usan los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en el agua. Si hay una gran cantidad de desechos orgánicos en el suministro de agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponer este desecho. En este caso, la demanda de oxígeno será alta (debido a todas las bacterias) así que el nivel de la DBO₅ será también alto. Conforme el desecho es consumido o dispersado en el agua, los niveles de la DBO₅ empezarán a bajar (Stevens Institute of Technology, 2008).

- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Equivale a la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en un agua sin la intervención de los organismos vivos. La eliminación de la materia orgánica se lleva a cabo mediante la coagulación-floculación, la sedimentación y la filtración. Sin embargo, cuando la fuente de agua cruda



tiene una carga orgánica y bacteriana muy grande caso en el que la DBO₅ puede alcanzar valores muy altos, será necesaria una precloración, que debe constituirse en un proceso adecuadamente controlado. Lo deseable es que las fuentes de agua cruda no presenten una carga orgánica elevada (Castro, 1987).

Los valores permisibles de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas dulces, estuarinas y marinas admisibles para la preservación de flora y fauna se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores permisibles de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas dulces, estuarinas y marinas y sus efectos en los organismos acuáticos

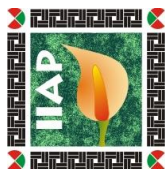
PARÁMETRO	UND. MEDIDA	AGUA CÁLIDA DULCE	AGUA ESTUARINA Y MARINA	EFFECTOS
pH	Und.	4.5 - 9.0	6.5 – 8.5	En un vertido con pH ácidos se disuelven los metales pesados, y con pH alcalino se precipitan
Conductividad	μS/cm a 25°C	20-100	50-1000	La conductividad y la dureza reflejan, a su vez, el grado de mineralización de las aguas y su productividad potencial
Temperatura	°C	18-30	18-30	El aumento de la temperatura del agua altera la velocidad de los procesos biogeoquímicos y reduce la concentración de OD en el agua.
Oxígeno disuelto	Mg/L	4	4	El aumento de la temperatura del agua altera la velocidad de los procesos biogeoquímicos y reduce la concentración de OD en el agua.
Sólidos Disueltos Totales	Mg/L	0-500	0-500	La concentración elevada de estos puede interferir en los procesos de fabricación y producir reacciones fisiológicas adversas en humanos
Coliformes Fecales	NMP	2000 microorganismos/100		Indica presencia de bacterias posiblemente nocivas
Coliformes Totales	NMP	20000 microorganismos/100		

Fuente: Decreto 1594 de 1984, Roldán, 1992

Características Biológicas

Se incluyen principalmente organismos bioindicadores de la calidad del agua. Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva (Bartram y Ballance, 1996). Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad (Vázquez, *et al.*, 2006)

El concepto de organismo indicador se refiere a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia (normalmente es la sensibilidad) a varios parámetros. Usualmente los biólogos emplean bioindicadores de contaminación debido a su especificidad y fácil monitoreo (Alba-Tercedor, 1996). Entre ellos se citan:



- Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados comprenden a los animales que en sus últimos estadios larvarios alcanzan un tamaño igual o mayor a 1mm. Pertenecen a los siguientes taxa: Insecta, mollusca, oligochaeta, hirudinae y crustácea principalmente. Algunas desarrollan toda su vida en el medio acuático (oligochaeta y mollusca), otros, por el contrario, tienen una fase de su ciclo aéreo. Cualquier tipo de sustrato puede constituirse en hábitat adecuado para estos organismos incluyendo grava, piedra, arena, fango, detritus, plantas vasculares, algas filamentosas, troncos, etc. A consecuencia de su enorme diversidad es probable que algunos de ellos respondan a cualquier tipo de contaminación (Roldán, 1998).

- Peces

Los peces han sido utilizados como indicadores de la calidad del agua en diversos países por tener características como: ser organismos fáciles de capturar e identificar, disposición de una amplia información de vida de las especies, comprender una amplia variedad de especies que representan diferentes niveles tróficos, incluyendo especies que consumen alimentos tanto de origen acuático como terrestre, ser los organismos mejor conocidos de hábitats acuáticos y estar presentes en los pequeños cuerpos de agua y aun en aquellos ecosistemas con ciertos niveles de contaminación (Huidobro, 2000).

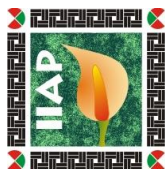
- Vegetación de Ribera

La ribera, definida como la faja lateral de los cauces públicos situada entre el nivel de aguas bajas y el de crecidas ordinarias (Ley de Aguas de España, 1985), tiene un papel fundamental dentro de los sistemas naturales, reportando beneficios tanto al ecosistema terrestre como al acuático a los que está ligada. Entre estos beneficios cabe citar: mejora de la calidad de las aguas que circulan por el cauce al actuar de filtro verde, regulación de la temperatura del agua (Ttms, 1994), estabilización de las márgenes (González y García, 1993), creación de hábitats faunísticos para numerosas especies tanto terrestres como acuáticas aportando refugio y alimento a las mismas (Stocek, 1994; Hooper, 1994), así como la creación de zonas con un gran interés recreativo y paisajístico (Fitton, 1994).

Los ecosistemas de ribera son sistemas frágiles y altamente sensibles a las alteraciones. La composición florística, estructura y distribución de la vegetación de ribera vienen condicionadas, además de las características propias del lugar en cuanto a tipo de suelo, temperatura y precipitación, por el régimen hidrológico del río (frecuencia y magnitud de crecidas, procesos de erosión y sedimentación, oscilación de la capa freática, etc.). Cualquier modificación, de tipo natural o artificial, en alguno de estos factores tiene una respuesta rápida en las características de la vegetación de ribera. No obstante, al cesar la alteración y volver a las condiciones iniciales, el ecosistema normalmente también se recobra de una forma rápida debido a que son unos sistemas muy dinámicos (Alcázar y Ferrán, 1998).

2.1.2 Cantidad de Agua

En este sentido se consideran dos conceptos básicos (Cruz y Rivera, 2002):



-Oferta hídrica: Se refiere a la cantidad de agua disponible para ser suministrada, ya sea por precipitación, escorrentía superficial o subterránea ó por recarga.

-Demanda hídrica: Se refiere a la cantidad de agua que se necesita para suplir las necesidades de los pobladores, tomando en cuenta los distintos usos.

2.2. Valoración de Ecosistemas

Las técnicas de valoración actualmente utilizadas buscan estimar la totalidad o parte de estos valores como resultado de los procesos sociales, económicos y culturales del uso y aprovechamiento de ciertos elementos de la biodiversidad. Cada técnica de valoración tiene sus límites y alcances en su aplicación de acuerdo con el nivel de biodiversidad analizado (IAVH-DNP, 1998).

2.2.1 Valoración Ambiental

La valoración ambiental de ecosistemas constituye una herramienta enormemente útil de cara a su gestión, ya que así pueden definirse las directrices y prioridades de actuación para la protección de los mismos y la optimización de los usos que pueden albergar de acuerdo a sus características ecológicas (Roblas y García-Avilés, 1999).

2.2.2 Valoración Socioeconómica

Valorar socioeconómicamente los bienes y servicios ambientales significa obtener una medición monetaria de los cambios en el bienestar, que una persona o grupo de personas, experimenta a causa de una mejora o daño de esos servicios ambientales. Asociar una determinada cifra monetaria al valor económico de un servicio ambiental no pretende representar un precio, sino un indicador monetario del valor que tiene para un individuo o conjunto de individuos el servicio en cuestión (Romero, 1997). La valoración socioeconómica es un mecanismo que busca conocer la importancia que le otorgan los individuos y la comunidad al recurso hídrico en general con base en los usos que le dan y la importancia que esta recibe en función de los beneficios generados por estos usos. La valoración económica requiere un esfuerzo por entender los lazos culturales y sociales de la comunidad hacia el recurso hídrico. Para identificar el valor, se debe partir de las visiones que las comunidades locales tengan sobre estos.

Para decidir cómo usar un recurso ambiental determinado, se debe analizar detenidamente todos los valores susceptibles de ganarse o perderse destinando el recurso a los distintos usos que admita, para lo cual es necesario entender los valores de uso y valores no de uso, siendo estos últimos los valores actuales y venideros (potenciales) relacionados con un recurso ambiental que descansan únicamente en su existencia continua y nada tienen que ver con su utilización (Barbier *et al.*, 2002). Pearce y Turner (1990) definen al valor de uso y de no uso de la siguiente forma:

Valor de uso. El valor de uso se divide en directo e indirecto

a. El valor de uso directo: son los que pueden ser utilizados o consumidos directamente como la biomasa, la pesca, o el uso de un ecosistema con fines recreativos.

b. El valor de uso indirecto: son los valores funcionales, como las funciones ecológicas, tales como el control de inundaciones, reciclaje de nutrientes, protección de fuentes de agua, etc.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

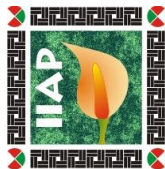
Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



El valor de no uso. Este valor se divide en valor de existencia y en valor de herencia.

a. Valor de existencia o intrínseco: es el valor del derecho propio de existir basado en convicciones morales, como por ejemplo el valor de que no se pierda una especie en extinción.

b. Valor de herencia o legado: los cuales arrancan de la práctica de ciertas personas de asignar un alto valor a la conservación de los recursos para que sean utilizados por las generaciones venideras (Barbier *et al.*, 2002).



3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca del San Juan, municipios de Tadó, Istmina y Condoto; cuenca del río Tapaje, municipio de El Charco y cuenca del río Iscuandé, municipio de Santa Bárbara de Iscuandé (Mapa 1).

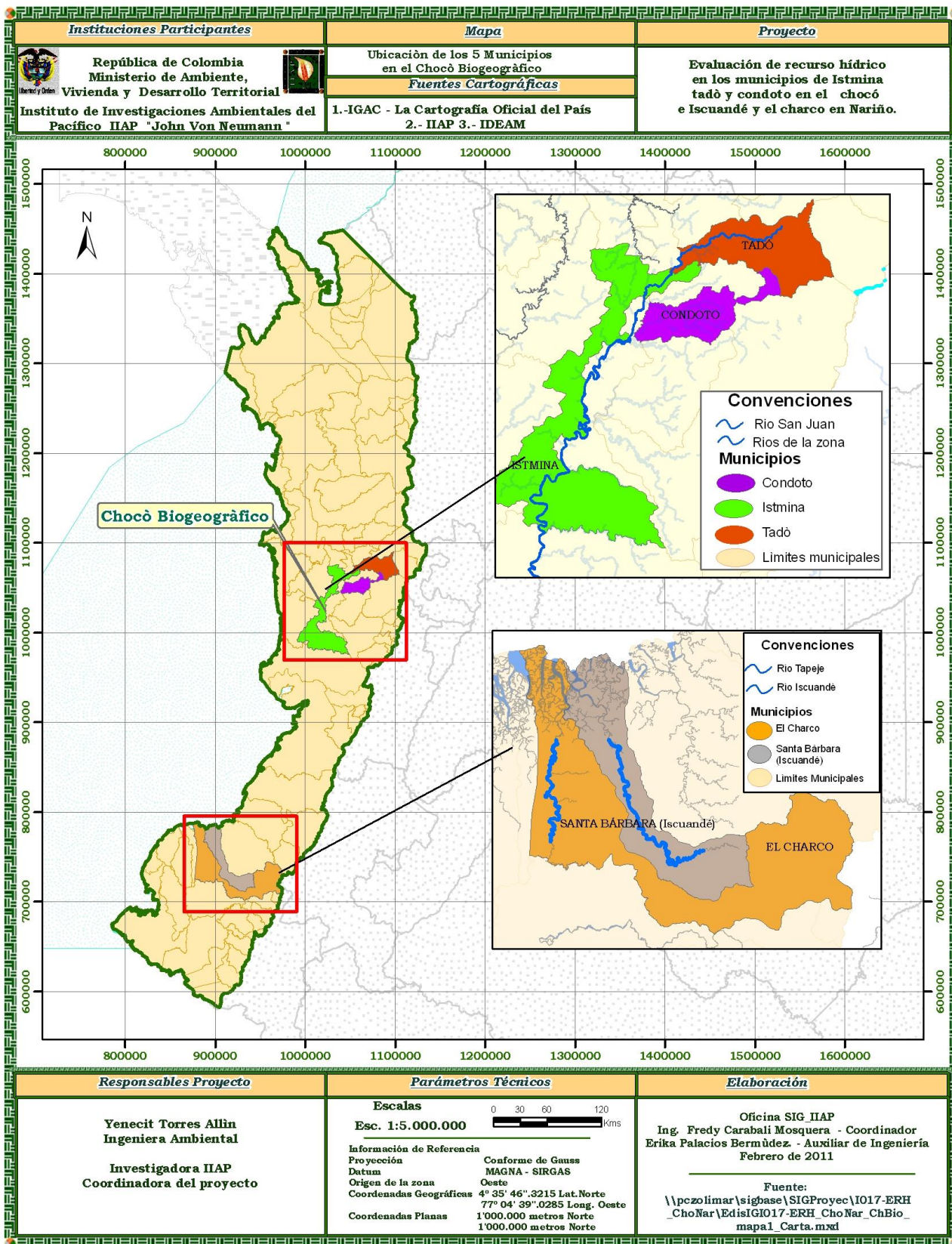
3.1 Pacífico Norte

3.1.1 Cuenca del Río San Juan

El río San Juan nace en el cerro Caramanta, cordillera occidental sobre una cota de 3.900 m.s.n.m. en las coordenadas 05° 25' de latitud Norte y 75° 57' de longitud Oeste en el departamento de Risaralda y desemboca en el océano Pacífico por medio de un gran delta conformado por cinco bocas denominadas: Togoromá, Charambirá, Cacaotal, Chavica y San Juan. Debido a los numerosos afluentes que recibe y a las abundantes lluvias presentes en su recorrido, es el tributario del océano pacífico más caudaloso en Suramérica. Presenta una longitud de 410Km, a lo largo de su curso recibe más de 130 cuencas entre las más importantes tenemos: Tadocito, Mungarrá, Iró, Condoto, Cajón, Sipí, Cucurupí, Copomá, Tamaná, Munguío y Calima (IGAC, 1997). Su trayectoria recorre el municipio de Pueblo Rico en Risaralda y los municipios de Tadó, Unión Panamericana, Istmina, Medio San Juan, Iró, Condoto, Novita, Sipí y Litoral del San Juan.

Municipio de Tadó: El municipio de Tadó limita por el norte con el Municipio de Lloró, por el sur con los Municipios de Istmina y Condoto, por el oriente con el Municipio de Pueblo Rico (Departamento de Risaralda) y por el occidente con los Municipios de Atrato y Unión Panamericana (Codechocó, 1997a). El municipio posee un clima tropical; temperatura promedio anual de 28° C, y una precipitación promedio anual entre los 6800 y 7600 mm con un comportamiento bimodal donde las épocas de mayores precipitaciones se presentan durante los meses de Abril- Junio y Septiembre – Noviembre, registrándose estas hacia la parte media del río San Juan y las menores precipitaciones hacia la parte oriental del municipio. La humedad relativa oscila entre el 70 – 85%; el brillo solar oscila en un promedio de 3.4 horas /día (EOT Municipio de Tadó, 1998).

Municipio de Istmina: El municipio de Istmina se encuentra en un 87% sobre la cuenca media del río San Juan, el restante 13% sobre la cuenca del río Atrato, está localizada en la margen derecha e izquierda del río San Juan, a los 5° 9' 32" de latitud Norte y 76° 41' 30" de latitud Oeste. Posee una altura de 65m.s.n.m, temperatura media de 25.9°C; precipitación media anual de 6.089 mm aproximadamente; dista de la capital departamental de Quibdó, 75 Km. El área del territorio municipal, es de 2.480 km². El municipio limita por el Norte con Cantón de San Pablo, Unión Panamericana y Tadó; por el Sur con el Litoral del San Juan; por el Oriente con Río Iró, Medio San Juan y Sipí; por el Occidente con Medio y Bajo Baudó (Codechocó, 1997b).



Mapa 1. Ubicación de los municipios de estudio en el Chocó Biogeográfico



Municipio de Condoto: Las coordenadas astronómicas del municipio indican que se sitúa a los 5° 06' 01" de latitud norte y 76°32' 44" de longitud occidental en relación con el meridiano de Greenwich, a 70 m.s.n.m; dista de Quibdó capital del departamento del Chocó a 83 Km; de acuerdo con datos suministrados por el INCORA, el municipio posee una extensión superficial de 890 km², ocupando el 5.04% de la territorialidad del Chocó. El municipio limita por el norte con el Municipio de Río Iró, por el este con el departamento de Risaralda (Municipio de Pueblo Rico), por el sur con San José del Palmar y Nóvita y por el oeste con los Municipios de Río Iró y Medio San Juan (EOT Condoto, 2005).

Geología¹: En general la cuenca del San Juan se sitúa sobre suelos entisoles e inceptisoles. Las rocas que la conforman son de los períodos Cretácico y Terciario:

Período Cretácico: Para la región del San Juan el período cretácico está representado por el grupo cañas gordas y el complejo Santa Cecilia la equis:

- **Grupo cañas Gordas**

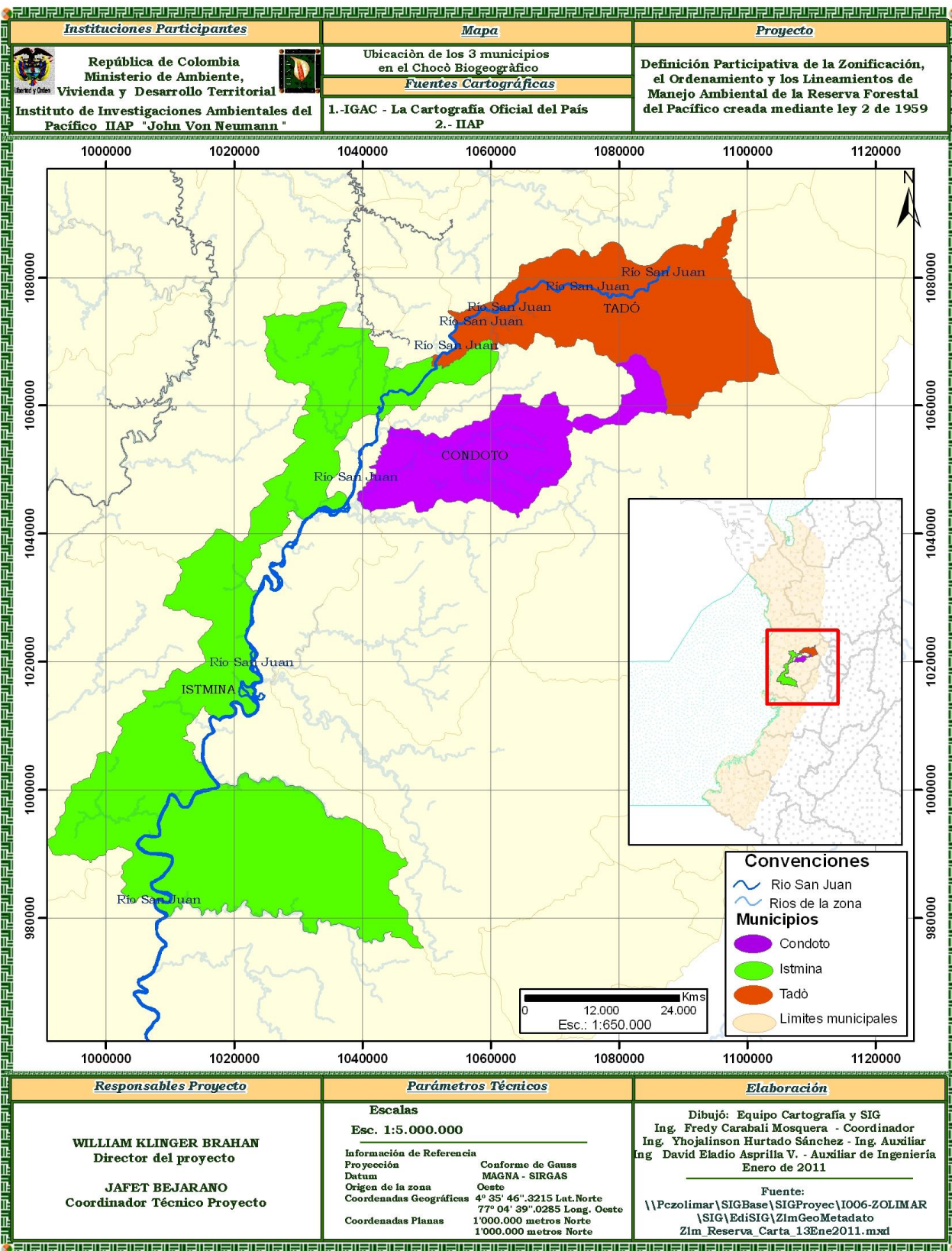
La conforman un nivel sedimentario denominado Formación Panderisco y un nivel volcánico denominado Formación Barroso. El primero está conformado por arcillolitas, limonitas y areniscas intercaladas localmente con capas de conglomerados compuestas de cantos de roca volcánica y chert. El segundo está formado por rocas volcánicas básicas; específicamente consta de basaltos, diabasas y localmente lavas almohadilladas con tobas, brechas y aglomerados.

- **Complejo Santa Cecilia la Equis**

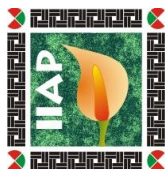
Comprende las formaciones Santa Cecilia y la Equis, que constituyen el núcleo de la cordillera occidental. El complejo se extiende de dos fajas con dirección aproximada Norte-Sur (N-S) rodeando el batolito de Mandé, cuyo contacto es considerado como intrusivo y/o fallado. Su contacto oriental con el grupo cañas gordas es fallado en la zona del río Verde. Está conformado por flujos de lava, basaltos, andesitas, dasitas, brechas, aglomerados con intercalaciones locales de lavas almohadilladas, limonitas, lodositas calcáreas, tobas y calizas.

Período Terciario: En esta cuenca el período terciario está representado por rocas intrusivas y volcánicas del complejo ultramáfico del Alto Condoto, El Batolito de Tatamá y Stock de Torr. Lo conforman las formaciones Clavo, Salaquí, Uva, Napipí, Sierra y Munguidó. La formación clavo está conformada por lodolitas de color negro, duras, intercaladas con limonitas calcáreas y capas de calizas, los contactos de la serranía del Baudó y la formación Uva son fallados. La formación Salaquí está conformada por calizas y chert blanco con interestratificaciones irregulares de chert negro y algunos sedimentos tobáceos y areniscas de grano negro a fino. La formación uva por su parte está compuesta por capas de calizas ricas en foraminíferos interestratificada con lodolitas gruesas y areniscas de grano medio a grueso con presencia de vidrio volcánico. La formación Napipí la componen principalmente lodolitas calcáreas grises con intercalaciones de calizas lenticulares.

¹ INGEOMINAS. 1988. Mapa Geológico de Colombia. Bogotá.



Mapa 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en los Municipios de Tadó, Istmina y Condoto; departamento del Chocó



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje

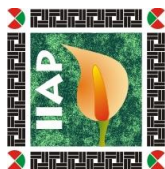


Morfología: La hoya hidrográfica del río San Juan se extiende por 180 Km con dirección SW-NE al occidente de la Cordillera Occidental con un ancho de unos 80 Km. Las máximas elevaciones se alcanzan sobre la cordillera en el Cerro Caramanta (3,900 m), Alto de Serna (3,650 m), Cerro Tamaná (4,200 m) y Cerro Tatamá (3,950 m). El propio Río San Juan corre entre una región de pantanos y suaves colinas por debajo de los 100 m de elevación y al oriente se eleva bruscamente la Cordillera Occidental, cortada por los profundos cañones de numerosos ríos grandes de fuerte pendiente: Iró, Condoto, Tamaná, Cajón, Sipí, Cucurupí, Capoma, Munguidó y Calima. Dentro de la cordillera sobresalen algunos cerros y serranías aisladas como el Cerro Iró (1,900 m), Cerro Tareno (1,800 m), Cerro Torra (2,770 m), Serranía de Los Paraguas (2,000 a 2,500 m), y el Cerro Calima (2,200 m). Aguas abajo del Río Calima, en la angostura de Malaguita, a unos 50 Km del mar, comienza el delta del Río San Juan abarcando una extensión de 700 Km². El delta tiene cinco bocas: Togoroma, Charambirá, Cacagual, Chavica y San Juan. Entre Cabo Corrientes y el delta del San Juan hay una ancha zona de playas y barras litorales.

Hidrogeología: Los aluviones recientes de la planicie de inundación del Río San Juan con gravas, arenas y limos, son acuíferos regionales de alta a moderada permeabilidad, con aguas de buena calidad química. El delta del río San Juan y los depósitos de playa en el litoral tienen acuíferos locales de extensión variable en depósitos de granulometría media a fina, con frecuencia en lentes discontinuos, de moderada a baja permeabilidad, con agua salada a salobre (INGEOMINAS, 1989). Puede contener delgados lentes de agua dulce sobre el agua salada.

Geomorfología: Para la cuenca del San Juan las unidades más importantes se encuentran en la montaña media, la cual se ubica en los pisos térmicos frío y medio. Esta montaña tiene unas características específicas como la presencia de bloques fallados con un notorio centro estructural del drenaje. El subsuelo básicamente formado por secuencias volcánicas y sedimentarias, se destaca por la existencia de alteritas, procesos generales de disección, aporte de sedimentos hacia los piedemontes, llanuras y valles, torrencialidad de los ríos que ocupan los cañones y pérdida de suelos por escurrimiento superficial. El subsuelo está formado básicamente por una secuencia sedimentaria y volcánica sedimentaria plegada y fallada en dirección sur.

Geología Económica: La región del San Juan por estar conformada litológicamente por rocas exclusivas de la corteza oceánica es rica en oro y Platino, minerales que se explotan desde antes de la llegada de los españoles a América tanto en yacimientos aluviales como en depósitos piroclásticos. Esta evolución geológica hace también posible la presencia de otros minerales metálicos como zinc, hierro, manganeso, cromo y carbón (con altos contenidos de azufre); y en menor proporción de minerales no metálicos como, cuarzo, coalín, caliza y sal, y arcillas y arenas como materiales de construcción. Por lo cual la actividad minera de oro y platino además de ser durante muchos años el primer renglón de la economía de esta región y el principal eje de la vida social y cultural ha sido definida en los procesos de ocupación del territorio (Asocasan, 1998).



Geografía Humana: Se destacan en la cuenca del San Juan dos grupos étnicos de amplia trayectoria en la región pacífica, los Afrodescendientes y los Embera. La persistencia de la minería tradicional en el San Juan, se encuentra ligada a dinámicas sociológicas de penetración y colonización, que por siglos han posibilitado la consolidación de pueblos mineros. El aprovechamiento de minerales como el oro y el platino, ha sido el sustento socioeconómico de un considerable número de Afrocolombianos e Indígenas en la región; estos, mantienen un equilibrio socio-productivo alrededor de la minería, la agricultura, el aprovechamiento forestal y la pesca; no obstante la presión que hoy desempeñan entables mineros mecanizados atentan contra el equilibrio socioeconómico y ambiental de la región (IIAP, 2005).

3.2 Pacífico Sur

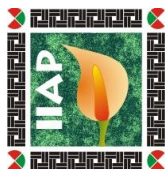
3.2.1 Cuenca del río Tapaje

El río Tapaje desemboca en el Océano Pacífico con una dirección casi N-S. Cruza la zona y forma valles relativamente amplios y sinuosos en los que se destacan terrazas aluviales de hasta 2 km de amplitud. Los ríos tributarios tienen direcciones predominantes perpendiculares y forman, en general, una red de drenaje muy densa como respuesta a las altas precipitaciones reinantes en el área y la baja permeabilidad del suelo. Cabe destacar la influencia de las mareas, que se prolongan hasta unos 15 km adentro del continente, donde, por la alternancia de las aguas dulces y salobres, se desarrolla una vegetación de manglar.

Municipio de El Charco: El municipio de El Charco se encuentra ubicado al Suroeste de Colombia, en la Costa Norte del Departamento de Nariño, con 02° 29'00" de latitud norte y 70° 01'49" de longitud oeste; la temperatura promedio es de 28 °C. Se encuentra a 5 m.s.n.m y dista 465 Km de la capital del departamento. Limita por el norte con el Océano Pacífico, el departamento del Cauca y Santa Bárbara, por el sur con El Rosario y Magüí, por el oriente con el Departamento del Cauca y Leiva, y por el occidente con La Tola. El área municipal es de 2.485 km². La precipitación media anual es de 3.761 mm. Su población es de 28.000 habitantes según censo DANE (2005) y el 95% de la población es negra, el 3% indígena Eperara Siapidara y el 2% mestizos. En el Charco se encuentran Organizados Cabildos y Resguardos indígenas, y consejos comunitarios tales como Prodefensa Rio Tapaje (con once consejos menores), Alto Sequihonda y Bajo Tapaje asentados en el área del Parque Nacional Natural Sanquianga (Alcaldía El Charco, 2009).

Regiones Fisiográficas: La historia geológica de la Costa Pacífica y más concretamente del municipio de El Charco se origina en las rocas sedimentarias. En cuanto al aspecto de la geomorfoestructura se presentan en esta zona:

- Costas bajas de acumulación moderada por la acción de las olas que forman bancos de arena y lodazales en el litoral invadida por manglares
- Llanuras costeras de sedimentos marinos y fluviodeltaicos en formas de terrazas bajas y conos aportados por cauces fluviales que provienen de la vertiente oeste de la cordillera occidental
- Colinas bajas de sedimentación terciaria constituida por sedimentos y fluviovolcánicos que bajan del macizo



De igual manera, en la llanura del Pacífico se identifican dos áreas:

- Andén fluvial o zona de mangle, tierras bajas anegadizas cruzadas por numerosos caños y esteros.
- Llanura selvática húmeda que va hasta las estribaciones de la cordillera occidental. Los suelos son formados por planicies fluviales del pie de monte y las formas litorales de origen marino.

Relieve: El paisaje del municipio es el resultado de procesos actuales de erosión y sedimentación como consecuencia de la variedad de rocas, climas y procesos geomorfológicos. Los depósitos aluviales tienen presencia de pequeñas terrazas aluviales escalonadas supeditadas a la presencia de niveles de base locales en el momento de la incisión.

Actividad Socio Económica: La explotación de madera es la actividad más importante que se realiza; se aprovechan tanto las zonas de manglar como otras especies maderables que se encuentran esparcidas a todo lo largo de la región que es eminentemente selvática. La pesca, segundo renglón comercial, se realiza de manera artesanal y fundamentalmente se utiliza para consumo local.

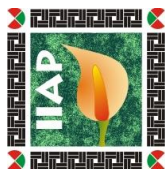
Su mayor actividad económica es la agricultura, seguida de la pesca, la madera y la minería. Los principales productos agrícolas son el plátano, la yuca, el coco, la caña, se encuentran algunos cultivos de piña. La pesca se desarrolla de manera artesanal y el mercado es el casco urbano y las comunidades ribereñas.

Población: La población que habita la zona está constituida en su mayoría por comunidades negras y en una proporción menor por indígenas de las comunidades Waunana y Embera. Los caseríos, localizados a orillas de los ríos principales, están poblados por comunidades negras, mientras que los indígenas se pueden considerar como grupos familiares aislados que tienen un hábito de vida seminómada.

3.2.2 Cuenca del río Iscuandé

Se ubica en la costa pacífica noroccidental de Colombia, Departamento de Nariño, en límites con el departamento del Cauca. Es una zona de islas que se han formado gracias a los sedimentos depositados aquí por el río Iscuandé. La zona alberga ambientes costeros como playas arenosas, planos lodosos y manglares. La mayoría de estos ambientes son importantes para aves acuáticas, especialmente para aves marinas y playeras que los utilizan como sitios de descanso o reproducción. El delta del río Iscuandé hace parte de la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Sanquianga, un área de 89.000 ha protegida por el gobierno Colombiano y que alberga los manglares mejor conservados de esta parte del Pacífico. El clima en toda la región es húmedo tropical, con precipitaciones que alcanzan los 7.000 mm al año (RHRAP, 2009).

Municipio de Iscuandé: El municipio de Santa Bárbara de Iscuandé limita al norte con el municipio de Guapi (Cauca), al sur y al oriente con el municipio de El Charco (Nariño) y por el occidente con el Océano Pacífico. Cuenta con un área total de 1232 km² y una temperatura media de 30 °C. Dista de la cabecera municipal de San Juan de Pasto 550 Km.



Relieve: Ambiental y topográficamente al municipio de Santa Bárbara de Iscuandé se le puede estudiar en tres zonas bien definidas, las cuales presentan una topografía variada con características especiales:

- **Zona Plana o de Mar:** Pertenece a la llanura del pacifico, sector medio que presenta topografía plana, cóncavo e inundable, la mayor parte de su extensión, con drenajes naturales, distinguiéndose la subregión denominada anden aluvial o zona mangle la cual se caracteriza por sus tierras bajas anegadizas cruzadas por esteros y caños, próxima al mar y va desde la desembocadura del rio Iscuandé hasta los límites con el municipio de Guapi en el departamento del Cauca.

- **Zona Media o Llanura selvática:** Esta zona es de vocación agrícola y forestal. La explotación de árboles se realiza en forma rudimentaria y esto ha ocasionado deterioro ambiental.

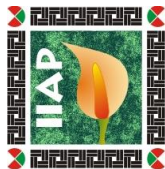
- **Zona Alta o Minera:** Presenta tipografía variada, incluye colinas, resto de antiguas terrazas, planicies, caños y abanicos.

El territorio en su gran mayoría es plano, aunque al oriente el relieve montañoso y ondulado de la cordillera occidental hace presencia, cuenta con una gran zona de esteros e islas cubiertas de mangle. Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos templado y frío. El municipio está regado por los ríos Iscuandé, Muchica, Sequihonda, Tapaje y Amarales, y algunas corrientes menores. Hacen parte del municipio los corregimientos de Arenal, Benjamín Herrera, Bolívar, Gaitán, Las Mercedes, Plinio Oliveros, San Francisco, Roberto Payán, San José, Uribe Uribe y Turbay y las inspecciones de policía de Río Tapaje, Pamabilero y Hormiguero.

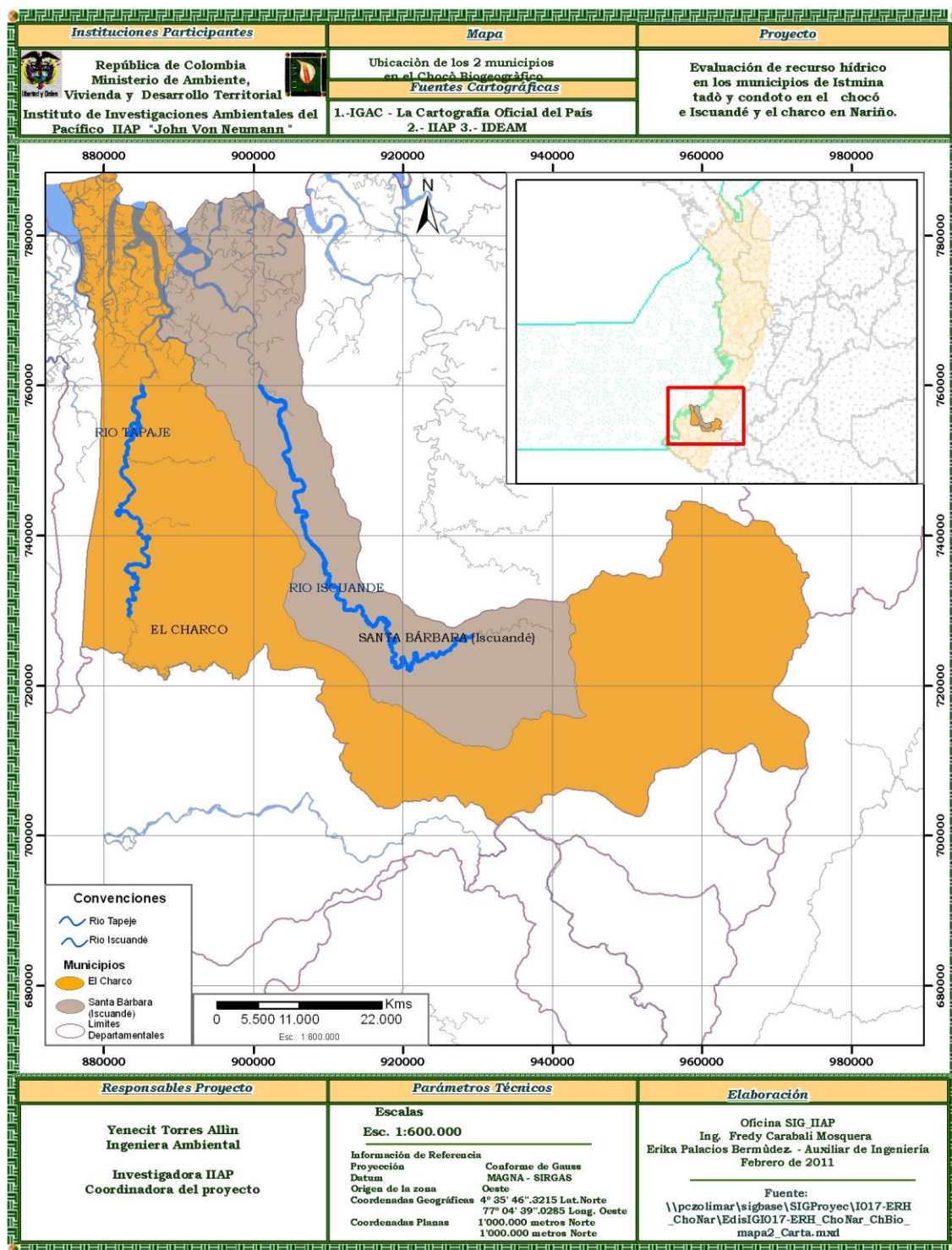
Fisiografía: El río Iscuandé tiene 40° en dirección N-W, mientras que el río Tapaje desemboca en el Océano Pacífico con una dirección casi N-S. Todos cruzan la zona y forman valles relativamente amplios y sinuosos en los que se destacan terrazas aluviales de hasta 2 km de amplitud. Los ríos tributarios tienen direcciones predominantes perpendiculares a los anteriores y forman, en general, una red de drenaje muy densa como respuesta a las altas precipitaciones reinantes en el área y la baja permeabilidad del suelo. Cabe destacar la influencia de las mareas, que se prolongan hasta unos 15 km adentro del continente, donde, por la alternancia de las aguas dulces y salobres, se desarrolla una vegetación de manglar.

Clima y vegetación: Los municipios de El Charco e Iscuandé se encuentran en la formación Bosque muy húmedo tropical (*bmh-T*), la cual tiene como límites climáticos una temperatura media superior a 21°C, un promedio anual de lluvias entre 4.000 y 8.000 mm; la estación pluviométrica de El Charco tiene un promedio multianual de 27°C y 3.680 mm (IGAC, 1986). La evapotranspiración es mucho menor que el agua caída como lluvia, y queda un gran sobrante de agua para el escurrimiento y la infiltración.

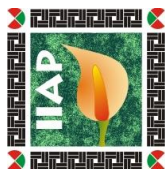
Actividad socio económica y población: La explotación de madera es la actividad más importante que se realiza en los municipios de El Charco e Iscuandé; se aprovechan tanto las zonas de manglar como otras especies maderables que se encuentran esparcidas en todo lo largo de la región que es eminentemente selvática. La pesca, segundo renglón comercial, se realiza de manera artesanal y fundamentalmente se utiliza para consumo local. La población que habita la zona está constituida en su mayoría por comunidades negras y en una proporción menor por indígenas de las comunidades



Waunana y Embera. Los caseríos, localizados a orillas de los ríos principales, están poblados por comunidades negras, mientras que los indígenas se pueden considerar como grupos familiares aislados que tienen un hábito de vida seminómada.



Mapa 3. Ubicación de las estaciones de muestreo en los Municipios de El Charco e Iscuandé, departamento de Nariño



4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Para la ubicación de las estaciones de muestreo, se tuvieron en cuenta aguas con diferentes tipos de intervención.

4.1 Pacífico Norte

Sistema Hídrico del río Chato

El sistema hídrico del río Chato se encuentra localizado en la cuenca alta del río San Juan, en el extremo suroriental del departamento del Chocó – Colombia. Su trayectoria recorre los corregimientos de Manungará y Santa Rita, cubriendo el área de influencia del Consejo Comunitario Mayor de Comunidades Negras de ASOCASAN. El corregimiento de Manungará se ubica en el extremo sur oriental del municipio de Tadó, limita al Norte con el corregimiento de El Tapón; por el Sur, con el corregimiento de Betania; por el Oriente, con el corregimiento de Alto Chato; y por el Occidente, con la Cabecera Municipal (Tabla 1).

Se escogieron tres estaciones de muestreo para el estudio de macroinvertebrados acuáticos y otras tres para el estudio de Peces, comprendidas por el río Chato (Manungará, Manungaracito y río Chato) y río San Juan (sector municipio de Tadó).

Quebrada Manungará: Es una quebrada medianamente navegable, en general se caracteriza por poseer sustrato rocoso y aguas rápidas. En años anteriores existió minería mecanizada en áreas cercanas a la desembocadura de la quebrada, dejando descubierto un buen porcentaje de suelos y grandes pozos de agua. Existe aprovechamiento minero, representado en dos minas artesanales activas. Se tomaron tres estaciones de muestreo, ubicadas entre 5° 14' 33" 6" de latitud norte (N), los 76° 30' 28" de longitud oeste (W) y los 5° 15' 07" de latitud norte (N), 76° 30' 55" de latitud oeste (Figura 1).

Estación I: Esta estación presenta sustrato pedregoso, con cascajo de aguas poco profundas y corrientes permanentes de aguas cristalinas, abundante vegetación ribereña, representada principalmente por guácimo, pichinde y platanillo. La estación de muestreo tiene un ancho aproximado de 10 mts, una profundidad variable entre 30 – 60 cm. Gracias a la vegetación de ribera existente en el lugar, no se presenta penetración directa sobre el cuerpo de agua.

Estación II: El sustrato es pedregoso, el agua presenta un grado de turbidez aparente por efecto de la actividad minera artesanal en la zona, la vegetación de ribera en esta estación está asociada básicamente con helechos, hormigo, pichindé, platanillo, rascadera, etc. Se evidencia una mayor penetración de los rayos solares.

Estación III (Desembocadura): La estación está localizada a 239 mts de la desembocadura al río Chato, presenta un sustrato pedregoso y arenoso más cerca a la desembocadura, pertenece a corrientes lólicas

de baja presión en la mayor parte del cauce, las aguas son poco profundas y cristalinas, la vegetación presente en la zona está representada por iracas, rascadera y helechos, en adición existe una zona de agroforestería.



Figura 1. Quebrada Manungará. A la izquierda estación III, a la derecha estación II

Quebrada San Pablo: Sus aguas drenan al río San Juan, con una longitud aproximada de 6 km, un área de 1.288.99 hectáreas y un caudal promedio de 0,18 m³/s. En su recorrido irriga las poblaciones de San Pablo Adentro en el municipio de Unión Panamericana y la Cabecera municipal del vecino municipio de Istmina, hasta desembocar en el río San Juan. Registra como afluentes a las quebradas Quebrada Hueso, Pantanal, Ventiado, Balsal y Corcovado o Citará, además de otras corrientes menores. Es una quebrada no navegable, afectada ampliamente por actividades mineras mecanizadas en años anteriores, lo que ha disminuido notablemente el curso. Se establecieron tres estaciones de estudio (Ver Figura 2).

Estación I: La estación cuenta con una vegetación riparia representada principalmente por aráceas, arecaceas, helechos, heliotropo, bombacácea, mimosácea. El sustrato es pedregoso las aguas son claras, profundidad variada que va desde 25cm hasta los 60cm, presenta corrientes continuas propias de los sistemas lóticos.

Estación II: El tipo de sustrato es pedregoso – arenoso, tiene un ancho aproximado de 51 metros, aguas poco profundas, corrientes permanentes pertenecientes a los sistemas lóticos, las aguas son generalmente claras aunque en uno de los muestreos se evidenció un grado de turbidez producto de la minería y extracción de material de playa. La vegetación aledaña está representada por helechos, heliotropo, dormilona, chundul en la margen izquierda y en la margen derecha se encuentran especies de helecho y hormigo blanco principalmente.

Estación III: El tipo de sustrato es pedregoso, tiene un ancho aproximado de 20 metros, aguas poco profundas, corrientes permanentes, las aguas son turbias producto de la minería y extracción de material de playa. La vegetación de ribera para esta estación está representada principalmente por

helechos, rascadera, platanillo, pichindé con una dominancia del 60% que abarca más de la mitad del área muestreada.



Figura 2. Quebrada San Pablo. A la izquierda estación II, a la derecha estación III

Quebradas Apotó y Tajuato

Estación I. Quebrada Apotó: El tipo de sustrato es pedregoso con tamaño entre 16 – 64 mm, tiene un ancho aproximado de 14 metros, se localiza a una distancia de 4.62 km de la desembocadura, sus aguas son claras, medianamente profundas con corrientes moderadas pertenecientes a los sistemas lóticos. La vegetación aledaña está representada por helechos, heliotropo, dormilona, chundul en la margen izquierda y en la margen derecha se encuentran especies de helecho y hormigo blanco principalmente (Figura 1).

Estación II. Quebrada Apotó: El tipo de sustrato es pedregoso, tiene un ancho aproximado de 15 metros, aguas de profundidad media, corrientes permanentes y rápidas.

Estación I. Río Tajuato: El tipo de sustrato es pedregoso, tiene un ancho aproximado de 18 metros, aguas poco profundas y cristalinas, corrientes permanentes pertenecientes a los sistemas lóticos. La vegetación en esta zona es bastante densa en las dos orillas, se evidencia un bosque sin intervención antrópica, la vegetación presente es de tipo herbácea y arbustiva, proporcionando sistemas hidrológicos estables que favorecen la temperatura del agua.

En la tabla No 1 se muestran los valores promedios de los caudales encontrados en las fuentes hídricas estudiadas, medidos en m^3/s y sus características físicas. En La quebrada San Pablo en la Estación I se hace evidente la disminución del caudal y del área transversal del cauce, los mayores caudales se presentaron en la Estación I y II de la microcuenca de Apotó. Esto se debe a que cerca de las estaciones I y II confluyen aguas de pequeños riachuelos.



Figura 3. Quebrada Apotó. A la izquierda estación II, a la derecha sustrato pedregoso de la quebrada Apotó

Tabla 2. Ubicación y características físicas de Estaciones de Muestreo en los municipios de Tadó, Istmina y Condoto.

ESTACIÓN	COORDENADAS		ALT (msnm)	Valores de la corriente			Micro Hábitats			Sustrato del lecho		
	N	W		Área transversal promedio (m ²)	Velocidad promedio de la corriente (m/s)	Caudal promedio m ³ /s	Troncos	Piedras	hojarasca	Arcilla	Piedra	Areno-arcilloso
Manungará												
1	5° 15' 12.4"	76° 31' 01.7"	105	11	8.39	3.421						
2	5° 14' 51.3"	76° 30' 45.4"	146	12	14.23	4.047						
3	5° 14' 42.4"	76° 30' 33.3"	141	18.5	16.3	4.539						
San Pablo												
1	5° 10' 51.7"	76° 41' 18.7"	66	7	32.17	0.26111						
2	5° 11' 34.4"	76° 40' 49.4"	89	20.8	10.9	9.15963						
3	5° 12' 40.6"	76° 39' 16.4"	112	20	7.02	17.094						
Apotó												
1	5° 12' 41.6"	76° 39' 16.2"		20.4	18.32	49.886						
2	5° 5' 43.2"	76° 32' 08.6"	102	26	12.55	33.147						
Tajuato												
1	5° 04' 15"	76° 34' 09"	98	18	8.72	24.770						

4.2 Pacífico Sur

Se establecieron nueve estaciones de muestreo, cinco distribuidas sobre el río Tapaje y sus tributarios Taja y Pulbusa, dos sobre el río Sequihonda, y dos en el río Iscuandé (Figura 4):

Río Tapaje

Estación 1: Ubicada a 10 metros antes de la cabecera municipal de El Charco, en el sector llamado Santa Rosa, aserrío Don Bena. Sustrato arcilloso y aguas turbias.

Estación 2: Ubicada 100 metros después de la cabecera municipal de El Charco. Cerca de la bocatoma Banguela. Sustrato arcilloso y aguas turbias. Presencia de buchón de agua en excelentes condiciones, mostrando indicios de contaminación orgánica.



Figura 4. Río Tapaje. A la izquierda Buchón de agua cerca de la Bocatoma en el río Tapaje, a la derecha Aserrío Don Bena a orillas del río Tapaje

Río Sequihonda

Ubicado en el consejo comunitario de alto Sequihonda, entre las comunidades de Sequihonda, Secadero, y San Pedro; sus principales quebradas son: El Canal, Paño Caliente, Comedero, Grande, Angostura, Media Angostura, Limoncillo, Natico, Misiones, Raifan, Pitalito, Corozo, La File, Herradura, La Mónica, Rancho Viejo, El Guacapa, Aguacate, Brazo Patiano, Guapil, Chapilero, La Laguna, San Antonio, Pisingal, Tangareal, Ceibo, Sande, Santa Rosa, El Tigre, El Cedro, Carlos. Sustrato arcilloso y aguas turbias (Figura 5).

Estación 1: Ubicada a 20 m antes de la desembocadura del río Sequihonda. Aguas lentas, profundas, de apariencia turbia y sustrato arcilloso.

Estación 2: Ubicada en el canal que une las aguas del río Tapaje con el Sequihonda. Aguas lentas, profundas, de apariencia muy oscura y sustrato arcilloso, en los alrededores se observa gran cantidad de especies de mangle.

Río Taija

Ubicado en el Consejo menor Unión Taijeña adscrito al Consejo mayor Prodefensa Río Tapaje; sus principales comunidades son: San Francisco y Guabillo. Las quebradas que entregan sus aguas a este río son: Mantecosa, Guabillo, Corozo, Monte Grande, Tulicera, El Centro, Cacao, Chachajo, Pacora, Matingalbe, Limón, Plandal, Cuadrado, Chachajito, Mata de Hoja, Chapilero, Caraño, Machetón, Papayo, Brazo, Islita, Taijita, La Naya, Cecilia, De Pedro, Hoyero, Los Hoyos, De Mercedes, Peña Lisa, Medio Palo, De Casimiro, La Chonta, entre otros. (Ver Figura 6).



Figura 5. Río Sequihonda. A la izquierda estación I del río sequihonda, a la derecha aguas del canal sequihonda-Tapaje

Estación 1: Localizada 20 m antes de la desembocadura del río Taija al Tapaje. Aguas de apariencia clara, en los alrededores se observan especies de flora que muestran acidificación del suelo.



Figura 6. Río Taija, vegetación y apariencia

Río Pulbuza

Sus principales comunidades son: Tribuna, California, Guazarija, Perolino, Triviño. Sus afluentes son las quebradas Brazo Seco, California, David, Guatte, El Chival, Juliana, Quebradita, La Chorrera, El Barranco, La Tunda, Melchor, Laura, Paita, Guazarija, Calixto, Eslabón de Agua, Eslabón de Tierra, entre otros (Ver Figura 7).

Estación 1: En la comunidad Tribuna, 20 m antes de la desembocadura del río Pulbuza al Tapaje. Sustrato arcilloso, se observan en las orillas plantaciones de plátano y ganado.

Estación 2: Ubicada en la comunidad de Guasarija, 10 m arriba de la desembocadura de la quebrada Guasarija al río Pulbuza.



Figura 7. Río Pulbuza. A la derecha comunidad La Tribuna, a la izquierda desembocadura de Pulbuza al Tapaje

Río Iscuandé

Estación 1: En la comunidad La Quinta, a 30m de la cabecera municipal de Santa Bárbara de Iscuandé a los $02^{\circ}20' 26,2''$ N y $77^{\circ} 56' 23,8''$ W a una altura de 17 msnm (Figura 8).

Estación 2: En la comunidad Rodea 20 m antes del brazo sequihondita (el cual une el río Iscuandé con el Sequihonda y el Tapaje) a los $02^{\circ}28' 49''$ N y $77^{\circ} 59' 57''$ W y a una altura de 22 msnm.



Figura 8. Río Iscuandé. A la derecha Playa la quinta, a la izquierda municipio de Santa Bárbara de Iscuandé

En la tabla No 2 se muestra la ubicación y algunas características físicas de las estaciones de muestreo ubicadas en los municipios de El Charco e Iscuandé.

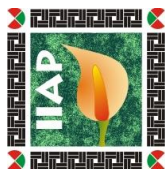


Tabla 3. Ubicación y Características físicas de Estaciones de Muestreo en los municipios de El Charco e Icuandé

ESTACIÓN	COMUNIDAD	COORDENADAS		ALTURA	Micro Hábitats			Sustrato del lecho		
		N	S		Troncos	Piedras	hojarasca	Arcilla	Piedra	Areno-arcilloso
ISCUANDÉ										
1	COMUNIDAD LA QUINTA	02° 20' 26,2''	77° 56' 23,8''	17						
2	RODEA	02° 28' 49''	77° 59' 57''	22						
3	LOS DOMINGOS	02° 30' 55,1''	78° 05' 08,4''	11						
TAPAJE										
1	SECADERO	02° 28' 21,2''	78° 03' 38,8''	20						
1	EL CHARCO	02° 28' 34,8''	78° 06' 49,5''	10						
2	DON BENA	02° 29' 07''	78° 07' 00''	11						
3	BOCATOMA	02° 23' 37,9''	78° 07' 03''	14						
PULBUZA										
1	TRIBUNA	02° 15' 44,4''	78° 06' 05,5''	17						
2	GUASARIJA	02° 14' 52,6''	78° 04' 37,5''	25						
TAIJA										
1	BOCA DE TAIJA	02° 20' 21''	78° 07' 52''	17						

5. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

5.1 Trabajo de campo y laboratorio

5.1.1 Identificación de fuentes de contaminación del agua

Esta información fue recopilada a través de reuniones desarrolladas con las comunidades de Manungará (Municipio de Tadó), San Pablo Adentro (Municipio de Unión Panamericana), Soledad-Tajuato (Municipio de Condoto) en el departamento del Chocó; y en el departamento de Nariño, municipios de El Charco (comunidades Banguela, Guabillo sobre el río Taija, Secadero sobre el río Sequihonda y Tribuna sobre el río Pulbuza) y Santa Bárbara de Iscuandé (comunidad la Quinta), donde se elaboraron mapas de cartografía social que permitieran obtener información sobre afluentes de las diferentes microcuencas de estudio y actividades socioeconómicas desarrolladas en el territorio; a su vez se diligenciaron listas de Chequeo que arrojaran información relacionada con ubicación de las actividades económicas, tipo de cultivos, tipo de especies criadas y/o cultivadas, ingresos mensuales por actividades desarrolladas, entre otras (Figura 9). Adicionalmente, se realizaron visitas de inspección para determinar puntos de descarga a diferentes afluentes.



Figura 9. Elaboración de mapas sociales y diligenciamiento de listas de chequeo en las comunidades de estudio

5.1.2 Evaluación de la Calidad del agua y sus recursos asociados

- Macroinvertebrados Acuáticos

Los muestreos de macroinvertebrados acuáticos - MIA se llevaron a cabo en las estaciones ubicadas en la cuenca del río San Juan (Manungará, San Pablo, Apotó y Tajuato) mediante el empleo de una red de pantalla con ojo de malla de 1 mm aplicada a un área de 1.2 m² y con frecuencia de tres arrastres por sitio (Figura 10). La recolección de ejemplares se complementó tomando piedras, hojas y demás sustratos con la mano, para separar de ellos los organismos que presentaran ganchos u otros órganos que les permitieran



Figura 10. Colecta de Macroinvertebrados Acuáticos

adherirse al sustrato. Las muestras colectadas se fijaron *in situ* en frascos de plástico de 30 mm con alcohol al 70%, para ser posteriormente transportadas al laboratorio de limnología de la Universidad Tecnológica del Chocó, donde se identificaron hasta familia.

- Peces

Se realizó un listado preliminar de peces presentes en los causes de estudio a través de encuestas desarrolladas a los habitantes en los departamentos del Chocó y Nariño. En el Municipio de Tadó (quebradas Manungará, río Chato, río San Juan) se llevó a cabo un estudio completo que comprendió cuatro muestreos desarrollados cada mes durante los meses de abril a julio con arrastres durante el día y la noche (Figura 11). En las quebradas San Pablo y Apotó y río Tajuato, se realizó un muestreo en el mes de mayo. En todos los casos solo se diferentes especies de peces. Los peces capturados fueron clasificados taxonómicamente *in situ* y devueltos al río; una muestra de cada especie ($n=5$), fue depositada en bolsas plásticas transparentes con formalina al 10%, con sus respectivos datos de campo, para luego ser trasladados al laboratorio de zoología de la Universidad Tecnológica del Chocó, en donde se confirmaron con la ayuda de claves taxonómicas, descripciones, fotografías y comparaciones con material presente en la colección.



Figura 11. Colecta de Peces dulceacuícolas en las cuencas de estudio

-Vegetación de Ribera

Se realizaron censos y colectas intensivas sobre la vegetación ribereña, en las estaciones de muestreo ubicadas en los departamentos de Chocó y Nariño. Las muestras se tomaron en parcelas homogéneas de 5m² (Figura 12). En cada parcela de muestreo se relacionaron las especies presentes teniendo en cuenta: nombre científico, familia, nombre común, hábitat (pantano, zona seca, agua libre) hábito (epífita, terrestre, arbusto, árbol), origen fitogeográfico (autóctona, alóctona), finalmente se estimó su abundancia mediante la cobertura de los individuos de cada una.



Figura 12. Censos de vegetación de ribera

-Parámetros Físicoquímicos

En las estaciones de muestreo ubicadas en los departamentos de El Chocó y Nariño, se tuvieron en cuenta siete variables consideradas relevantes como representativas del estado del recurso y de diferentes presiones u orígenes de contaminación (IDEAM, *et al.*, 2007) como son: porcentaje de saturación de oxígeno (OD) como indicador del estado ambiental, Coliformes fecales y totales como indicadores bacteriológicos, sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), conductividad eléctrica y pH. Las muestras de aguas fueron

tomadas teniendo en cuenta el protocolo para la toma de muestras de agua establecido por Ministerio de Salud de Colombia (Decreto 475 de 1998). Las variables Oxígeno disuelto, Conductividad, pH y Temperatura del agua se midieron *in situ* con una sonda multiparámetro, y las variables SST, Coliformes fecales y totales, DBO₅ y DQO de las estaciones ubicadas en la cuenca del San Juan fueron medidas en el laboratorio de calidad del agua de CODECHOCO y las de las estaciones ubicadas en las cuencas de los ríos Tapaje e Iscuandé en los laboratorios de aguas y residuos ambientales y microbiología industrial y ambiental de la Universidad del Valle (Figura 13).

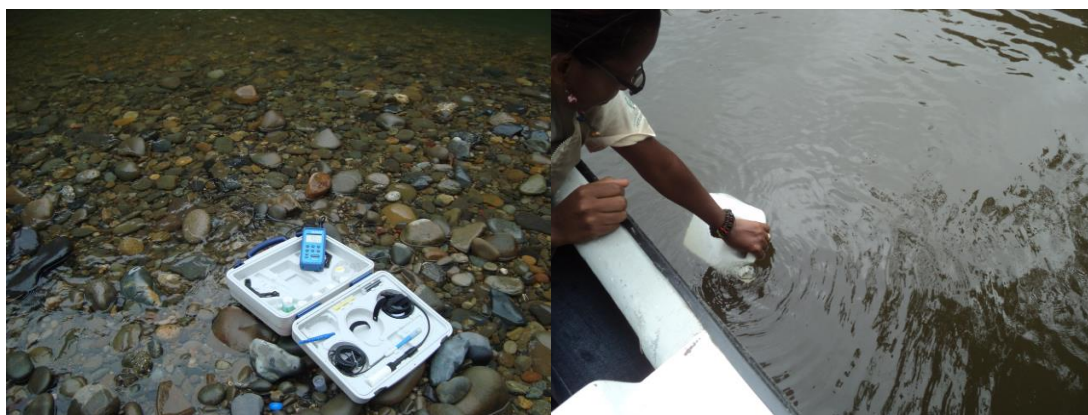


Figura 13. Muestreos Físicoquímicos en las cuencas de estudio. A la izquierda sonda multiparámetro y a la derecha toma de muestras a ser analizadas en laboratorios de calidad del agua

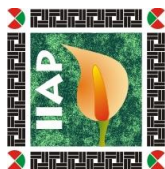
A demás, se realizaron mediciones de las variables hidráulicas (caudal, velocidad de la corriente, y área del sitio de muestreo), se observaron y describieron los diferentes hábitats (cascadas, rápidos, corrientes, remansos) y sustratos (arcillas, arena, grava, piedra, roca, entre otros).

5.1.3 Estimación del valor de importancia de los servicios ambientales

Considerando los resultados arrojados con los análisis de diversidad desarrollados sobre las diferentes especies de estudio, los resultados de los diferentes parámetros físicoquímicos medidos, la correlación entre índices ecológicos y parámetros físicoquímicos, el número de actividades socio-económicas desarrolladas en la zona y aspectos turísticos, se estimó el valor de importancia de los servicios ambientales que presta el recurso hídrico. Para la estimación se tuvieron en cuenta ocho criterios de selección: (Ver Tabla 3)

Tabla 4. Criterios de estimación del valor de importancia de los servicios ambientales identificados en la zona de estudio.

No.	Criterios de selección	Puntajes asignados	No.	Criterios de selección	Puntajes asignados
	Coloración asignada de acuerdo a criterios de calidad asignados por el BMWP/Col			No. De relaciones entre variables físicoquímicas e índices de diversidad de MIA	
1.	Azul	5	6.	≥ 20 relaciones	5
	Verde	4		Entre 19 y 15 relaciones	4
	Amarillo	3		Entre el 14 y 10 relaciones	3
	Naranja	2		Entre el 9 y 5 relaciones	2
	Rojo	1		Menos de 5 relaciones	1



Diversidad de Macroinvertebrados acuáticos		Número de actividades socioeconómicas desarrolladas en la zona	
2.	Valores entre 5 – 4	7.	≥ a siete actividades
	Valores entre 3.9 - 3.0		Entre seis y cinco actividades
	Valores entre 2.9 - 2.0		Entre cuatro y tres actividades
	Valores entre 1.9 – 1.0		Entre dos y una actividad
	Valores entre 0.9 – 0		Ninguna actividad
Diversidad de Peces		Calidad del agua para recreación	
3.	Valores entre 5 – 4	8.	Entre el 100 y 90%
	Valores entre 3.9 - 3.0		Entre el 89 y 70%
	Valores entre 2.9 - 2.0		Entre el 69 y 50%
	Valores entre 1.9 – 1.0		Entre el 49 y 30%
	Valores entre 0.9 – 0		≤ 29%
% de especies de ribera por cuenca con respecto a las totales del estudio		Condiciones de accesibilidad a sitios recreativos	
4.	Entre el 100% y el 90%	9.	Excelentes condiciones ²
	Entre el 89% y el 75%		Buenas condiciones ³
	Entre el 74% y el 60%		Regulares condiciones ⁴
	Entre el 59% y el 30%		Malas condiciones ⁵
	Menos del 30%		Críticas condiciones ⁶
% de parámetros dentro de los rangos normales según la normatividad Colombiana para el desarrollo de flora y fauna		Profundidad máxima del cuerpo de agua	
5.	Entre el 100 y 90%	10.	≥ dos metros
	Entre el 89 y 70%		Entre dos metros y un metro y medio
	Entre el 69 y 50%		Entre un metro y medio y un metro
	Entre el 49 y 30%		Entre un metro y 0.5 metros
	≤ 29%		< 0.5 metros

5.2 Análisis Estadísticos

- Macroinvertebrados Acuáticos

Se emplearon los índices de Diversidad de Margalef (H) y el de Shannon Weaver en cada estación, lo cual proporcionó información de la abundancia proporcional de cada familia dentro de un área de interés. Para evaluar la calidad de aguas muestreadas, con base a MIA, se aplicó el BMWP (Biological Monitoring Working Party System), utilizando la adaptación de este índice para Colombia (Roldán, 2003).

-Peces

Se registraron datos como el número de especies, número de individuos por especie y el número total de individuos, para calcular: Abundancia: $n_i/n \cdot 100$, captura por unidad de esfuerzo (CPUE): $e/c \cdot 100$, Riqueza de Margalef: $D = S - 1 / \ln N$, Dominancia de Simpson: $\lambda = \sum p_i^2$ y Diversidad de Shannon – Weaver: $H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$.

La constancia de ocurrencia se cuantificó mediante la ecuación de Dajoz (1972) en porcentaje: Las especies con una constancia mayor al 50% se consideraron como constantes, como accesorias aquellas cuya constancia fue menor que 50% pero mayor que 25%, y como accidentales las especies con una constancia menor al 25%. Se realizó un análisis de agrupamiento de promedios (CLUSTER) y un análisis de varianza (ANOVA), para determinar que existían divergencias de la ictiofauna entre las estaciones de muestreo, todo esto con los programas estadísticos Statgraphics 5.1 y SPSS 4.2

² Carreteras de acceso y caminos bien organizados y señalizados en el sitio existe donde pernoctar

³ Existe señalización, donde pernoctar, pero las carreteras y caminos de acceso no se encuentran en las mejores condiciones

⁴ Carreteras y caminos no se encuentran en las mejores condiciones, pero se venden productos y existen lugares donde pernoctar

⁵ Condiciones de acceso bastante difíciles, no están señalizados los caminos, ni se venden productos

⁶ Sitios de alto riesgo, pendientes elevadas, toca caminar mucho. Ideal para deportes de alto riesgo



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



-Parámetros Físicoquímicos

Se ordenaron los sitios de acuerdo al grado de contaminación del agua y se realizó un análisis de regresión múltiple entre las variables físicoquímicas y biológicas muestreadas, que permitieron conocer la relación entre variables. Los resultados obtenidos a través de los índices de diversidad de familias de macroinvertebrados de estudio se complementaron con los obtenidos en los análisis físicoquímicos y microbiológicos

A partir de los resultados generados con las caracterizaciones sobre los recursos naturales asociados al recurso hídrico y los resultados obtenidos con las encuestas, se asignaron valores a los datos estudiados los cuales finalmente se cruzaron y permitieron arrojar el valor socioeconómico y ambiental del recurso hídrico en los municipios de Tadó, Istmina, Condoto, El Charco e Iscuandé.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

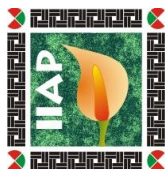
6.1 Identificación de fuentes de contaminación del agua

6.1.1 Pacífico Norte

Las poblaciones asentadas en riberas de Manungara (Tadó), San Pablo (Istmina) y Soledad (Condoto) tienen como actividad económica principal la minería y la agricultura (Anexos A y B. Las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico son: La minería, desechos sólidos, desechos fibrosos resultantes de la agricultura y excretas humanas provenientes de los drenajes sanitarios. El tipo de minería que se realiza principalmente en esta zona es la artesanal (holladero, arrimadero, agua corrida y zambullidero), lo que no genera mayores impactos en el aspecto físico del agua y su calidad (Figura 14). Sin embargo, en épocas anteriores se desarrolló minería con retroexcavadora en la quebrada San Pablo, dejando como resultados cambios en el lecho de la quebrada y sus riberas; situación parecida se presenta en la estación III de la quebrada Manungará, con la diferencia que la minería no se desarrolló sobre el lecho de la quebrada y los efectos nocivos fueron menos significativos. La agricultura se convierte en la segunda opción generadora de empleo y de ingresos económicos. Se cultivan principalmente musáceas, tubérculos y frutales, en los cuales no se utiliza ningún tipo de fertilizante.



Figura 14. Algunas actividades socioeconómicas desarrolladas en la cuenca del río San Juan. Arriba a la izquierda cultivos de plátano en las riberas de la quebrada Manungará, a la izquierda cultivos mixtos de piña, coco, plátano, borjój. Abajo a la izquierda explotación maderera en cercanías del río Tajuato y a la derecha minería artesanal en la quebrada San Pablo



Estos cultivos se encuentran principalmente en las zonas de ribera permitiendo a los pobladores combinar las actividades de pesca, agricultura y minería. El objetivo principal de la pesca es el autoconsumo, se registran especies tales como mojarra negra, veringo, barbudo, guacuco, rabicolorada, entre otros. En las orillas de la quebrada apotó, en la estación II se evidencian aproximadamente 2 ha de coca, sobre las cuales no existe la seguridad de utilización de agroquímicos; sin embargo, los pocos macroinvertebrados acuáticos colectados en este punto en el primer muestreo, presentaron coloración albina, lo cual no es usual en estos organismos.

6.1.2 Pacífico Sur

Municipio de El Charco: Las fuentes principales de contaminación son los desechos fibrosos resultantes de la agricultura y extracción de madera, derrames de petróleo por el desarrollo de las actividades fluviales y excretas provenientes de drenajes sanitarios y desarrollo de actividades ganaderas (figura 15). Los cultivos principales son las musáceas como plátano y banano, frutales como naranja, guayaba, limón, cacao y tuberculos como la papachina. Se explotan especies maderables como Caucho, Guabo, Chaquiro, Chanul, Palealte, Cuangare, Sajo, Tangare, Sande, Cedro, Garza, Balsa, Tachuelo, Balsanacho, Ceibo, Naguare- Carra Pachueli, Amarillo Tande, Guayacán, Puesande, Machare, Roble, Pulgachonta, Chachajo, Cebo, pacaro, palo mulato. Las especies de peces de agua salada más capturadas corresponden al pargo, conchimala, gualajo y las de agua dulce a sábalo, bocón, mojarra, achegua, conchimala y barbudo. Algunos habitantes principalmente del río Sequihonda se dedican a la captura y venta de camarones y Cangrejos. La ganadería se practica principalmente por las comunidades de Guasarija y Tribuna sobre el río Pulbuza, donde también se practica la extracción artesanal de material de playa, la piscicultura de cachama y tilapia, y la porcicultura con porquerizas que no sobrepasan los siete (7) individuos. Esta última actividad también se practica en la comunidad de Secadero, sobre el río Sequihonda.

Para el desarrollo de la agricultura, se utilizan químicos como triple -15 y algunos fertilizantes en las comunidades de Banguela, Secadero y Tribuna. Los habitantes por vivienda que dependen del desarrollo de las diferentes actividades realizadas por los entrevistados se encuentran entre tres y nueve. Las pocas extensiones de tierra cultivada en muy pocas ocasiones generan empleo a personas no pertenecientes al núcleo familiar. En general, las actividades desarrolladas generan menos de un salario mínimo como excedente.

- **Comunidad Banguela:** Todos los entrevistados se dedican a la agricultura, donde siembran principalmente plátano, banano, papachina, solo el 11% también practican la pesca con atarraya. Solo el 14.8% de los entrevistados utilizan químicos para la agricultura. El 46% sostienen con la actividad desarrollada entre 3 y 5 personas; otro 46% entre 6 y 8 personas y el 8% entre 9 y 11.

- **Comunidad Guabillo-Taija:** De los entrevistados el 78% se dedica netamente a la agricultura, el 11% se dedica a la porcicultura y el 11% restante a la pesca con aparejos de pesca como anzuelos y canastos. Entre las principales especies que pescan en el río Taija se encuentran el bocón, Sábalo,

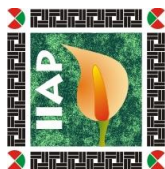
Nicuro y Barbudo. El 75% tienen a su cargo entre 3 y 5 personas, 13% entre 9 y 11 y 11% entre 6 y 8 personas. Ninguno utiliza químicos en sus cultivos.

- **Sequihonda:** El 97% de los encuestados se dedican a la agricultura, de estos, el 18% también se dedican a la pesca y otro 18% a la captura de camarón para la venta, solo un encuestado se dedica a la agricultura y a la porcicultura. Las especies de peces más capturadas son el pargo, conchimala, gualajo. El 18% de los encuestados utilizan químicos como fertilizantes y herbicidas para sus cultivos. El 48% de los encuestados sostienen con la actividad desarrollada entre 3 y 5 personas, el 38% entre 6 y 8 personas, el 7% entre 9 y 11 personas y el porcentaje restante más de 15 personas (Anexo C).

- **Tribuna-Pulbuza:** El 97% de los entrevistados practican la agricultura con cultivos como plátano y Papachina. De este porcentaje el 73% también se dedican a la pesca y el 13% a la minería artesanal de material de playa. Las especies de peces más capturadas son sábalo, bocón, mojarra, achegua, conchimala, barbudo. El 17.3% además de dedicarse a la agricultura se dedican a la piscicultura con especies como tilapia y cachama, uno de los entrevistados cuentan con un cultivo de más de 5.000 cachamas. 26% del total de los encuestados se dedican también a la ganadería con un número de reses que va de 3 a 6. El 67% de los encuestados sostienen con la actividad desarrollada de 3 a 5 personas, el 25% entre 6 y 8 personas y el porcentaje restante entre 9 y 11 personas (Anexo D).



Figura 15. Algunas actividades socioeconómicas desarrolladas en la cuenca del río Tapaje. Arriba a la izquierda ganadería, a la derecha estanque con cachamas y Tilapias; abajo a la izquierda cultivos mixtos, a la derecha pescado de mar



En general, en la cuenca del río Tapaje las fuentes de contaminación posibles son el glifosato utilizado en la fumigación aérea para los cultivos ilícitos; utilización de elementos menores para la irrigación de cultivos agrícolas tales como fertilizante, rociador, desarrollo, crecimiento, y elementos mayores como el triple 15, en adición la generación de gran cantidad de basuras biodegradables y la gasolina utilizada en motores, también genera contaminación. Se percibe en las comunidades, que la mayoría de los habitantes tienen cultivos de no más de una hectárea, con productos diversos, manteniendo de esta forma las prácticas tradicionales de producción.

Lo anterior se relaciona con las fuentes de contaminación identificadas por la REDCAM para el departamento de Nariño como son alcantarillado, minería, agricultura, ganadería, transformación de madera, extracción de material de playa, entre otros (Invemar, 2009).

6.2 Evaluación de la Calidad del agua y sus recursos asociados

6.2.1 Pacífico Norte

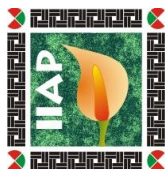
Macroinvertebrados Acuáticos

Se reportaron 321 macroinvertebrados acuáticos distribuidos en 8 órdenes y 16 familias. Las familias más representativas corresponden a Leptophlebiidae (50%), Baetidae (11%) y Perlidae (10%), como se muestra en la tabla 3.

Tabla 5. Familias de macroinvertebrados capturadas en las estaciones de muestreo establecidas en la cuenca del río San Juan

ORDEN	FAMILIA	QUEBRADA MANUNGARÁ			QUEBRADA SAN PABLO			QUEBRADA APOTÓ		RÍO TAJUATO
		EST I	EST II	EST III	EST I	EST II	EST III	EST I	EST II	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	13	49	3	24			29	11	33
	Baetidae		13	18	1					5
	Tricorythidae			1				1		
	Ethyoplociidae	1								
Odonata	Coenagrionidae	1	2					1	7	
	Libellulidae		1	1						
	Platystictidae		3							
Coleóptera	Psephenidae	2	2					2		
	Elmidae		3	7	2			2		4
	Hydropsychidae	1	5	1				1	3	
Trichoptera	Helicopsychidae	2								
	Hidrobiopsidae	3						1		
Neuróptera	Corydalidae	1	2	1				2		1
Plecóptera	Perlidae	5	8	10				5	2	4
Hemíptera	Naucoridae	6	3					10		
Díptera	Empididae							1		

A nivel de órdenes los más representativos fueron Ephemeroptera y Trichoptera con cuatro familias cada uno, (23%), seguido del orden Odonata con tres familias (18%). De las 17 familias encontradas a



Hydrobiopsidae	9	0	9	0
Naucoridae	7	0	7	0
Corydalidae	6	0	6	6
Empididae	0	0	4	0
Total	119	22	84	38

Tabla 7. Clases, valores y características para las aguas clasificadas mediante el índice BMWP adaptado para Colombia

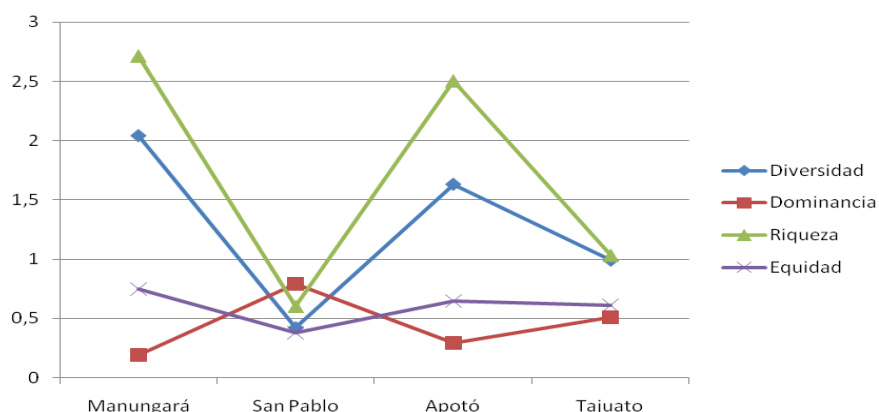
RÍOS	PUNTAJE	BMWP/COL	CLASE	CALIDAD	SIGNIFICADO	COLOR
MANUNGARÁ	119	>150, 101-120	I	Buena	Aguas muy limpias a limpias	Azul
APOTÓ	84	61-100	II	Aceptable	Aguas poco alteradas o ligeramente contaminadas	Verde
TAJUATO	38	36-60	III	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
SAN PABLO	22	19-35	IV	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja

La presencia de siete familias indicadoras de buena calidad de agua y siete de calidad media permitieron ubicar a Manungará en clase I, indicando aguas muy limpias; lo cual hace referencia a aguas en excelentes condiciones para el desarrollo de flora y fauna, y bajo ninguna condición se refiere a aguas que puedan ser usadas sin tratamiento para el consumo humano. La quebrada Apotó por su parte, reportó 11 familias de las 16 encontradas en las fuentes hídricas de estudio; de las cuales el 45% son muy buenos indicadores de calidad del agua, las restantes son indicadoras de aguas con algún grado de contaminación, razón por la cual este cuerpo de agua se encuentra en clase II, es decir, aguas con algún grado de contaminación, en adición, debido a la poca navegabilidad del cauce que dificultó la entrada a la parte alta de la misma, solo se establecieron dos estaciones de muestreo.

Situación muy parecida se presenta con el río Tajuato, donde se estableció solo una estación de muestreo, reportándose cinco familias, de las cuales solo dos hacen referencia a aguas limpias. Situación muy diferente a la de la quebrada San Pablo, donde aunque se establecieron tres estaciones de muestreo, se reportaron solo tres familias de macroinvertebrados, solo una de ellas indicadora de aguas de buena calidad, lo cual ubica esta quebrada en categoría crítica, refiriéndose a aguas fuertemente contaminadas, lo cual se debe a las actividades de minería mecanizada que han desarrollado a lo largo de la quebrada, afectando el lecho del río, disminuyendo su cantidad y calidad por el uso de químicos en el proceso de obtención del metal.

Los índices ecológicos por lo general presentaron valores heterogéneos entre las diferentes estaciones. Con relación a la diversidad de Shannon & Weaver (1949), se presentaron valores entre bajos y muy bajos, donde el máximo valor se calculó en la quebrada Manungará (2.04), mientras que el mínimo en la quebrada San Pablo (0.42). Con relación a la dominancia de Simpson presento valores que oscilan entre 0.79 en la quebrada San pablo y 0.19 en la quebrada Manungará. La riqueza de Margalef por su parte, presentó valores medios para las quebradas Manungará y Apotó (2.71 y 2.5 respectivamente) y bajos para el río Tajuato y quebrada San Pablo (1.03 y 0.6 respectivamente). La equidad más alta con un valor

de 0.75 se presentó en la quebrada Manungará, mientras que la mínima con 0.38 en la quebrada San Pablo (Gráfica 2).



Gráfica 2. Índices ecológicos de familias de Macroinvertebrados acuáticos registrados en las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato

La diversidad calculada en la quebrada Manungará podría deberse a que este medio ofrece una amplia variedad de Microhábitats disponibles para la colonización, que unido a las condiciones del medio definen la variedad de organismos que pueden crecer en el sitio.

Peces

- Municipio de Tadó

En el río Chato y río San Juan (municipio de Tadó), se capturaron 788 individuos agrupados en 5 órdenes, 14 familias, 25 géneros y 31 especies (Tabla 6). El orden con mayor riqueza fue Siluriformes con 14 especies correspondiente al 45,16%, seguido por Characiformes con 9 especies correspondiente al 29,03%, luego Perciformes con 5 especies correspondiente al 16,12%, Gymnotiformes con dos especies correspondiente al 6,45% y por ultimo Ciprynodontiformes con una especie correspondiente al 3,22% (Tabla 7), resultados que coinciden con los de Ortega-Lara *et al.*,(2006), quienes encontraron resultados similares para los mismos órdenes en el río Patía el cual pertenece a la misma vertiente.

Tabla 8. Lista de especies ícticas encontradas en los ríos San Juan y Chato (municipio de Tadó)

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax stilbe</i>	Lunareja
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Rabicolorada
		<i>Brycon henni</i>	Sabaleta
		<i>Creagrutus sp</i>	Sardina
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Quicharo
	Lebiasinidae	<i>Lebiasina sp</i>	Guabina
	Ctenolucidae	<i>Ctenolucius hujeta</i>	Aguja
	Crenunchidae	<i>Characidium fasciatum</i>	Rayado
	NN	NN	Sardina larga

Siluriformes	Pimelodidae	<i>Pimelodus chagresi</i>	Nicuro
		<i>Pimelodus clarias</i>	Charre
	Heptapteridae	<i>Rhamdian wagneri</i>	Barbudo
		<i>Rhamdian quelen</i>	Charre
	Pseudopimelodidae	<i>Pseudopimelodus</i> sp	Mambura
	NN	NN	Bragre pintado
	NN	NN	Baboso
	Loricariidae	<i>Chaetostoma</i> sp	Guacuco
		<i>Lasiancistrus caucanus</i>	Guacuco
		<i>Sturisoma panamensi</i>	Raspacanoa
		<i>Rineloricaria jubata</i>	Guacuco
		<i>Crossoloricaria variegata</i>	Lambearena
		<i>Hipostomus</i> sp	Corroncho
		NN	NN
NN		NN	
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia Umbrifera</i>	Mojarra negra
		<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla
		<i>Geophagus steindachner</i>	Mojarra
		<i>Geophagus pellegrini</i>	Mojarra copetona
		<i>Aequidens</i> sp	Cocó
Gymnotiformes	Sternopygidae	<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	Veringo
		<i>Eigenmannia humboldtii</i>	Veringo
Ciprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	Barrigón

Tabla 9. Número de familias y de especies para cada uno de los órdenes de peces del río Chato

ORDEN	No. FAMILIAS	%	No. ESPECIES	%
Siluriformes	5	38,46	14	45,16
Characiformes	5	38,46	9	29,03
Perciformes	1	7,69	5	16,12
Gymnotiformes	1	7,69	2	6,45
Cyprinodontiformes	1	7,69	1	3,22

En cuanto a la abundancia, la especie que estuvo mejor representada fue *Astyanax stilbe* con 162 individuos, seguida de *Caquetaia umbrifera* con 92 individuos y *Caquetaia kraussii* con 75 individuos. Los resultados poco homogéneos en cuanto a número de individuos por especie, permitieron calcular dominancia muy baja y diversidad media (gráfico 3).

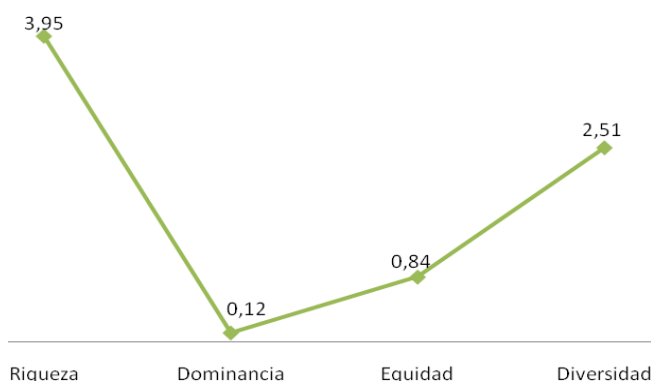


Gráfico 3. Índices ecológicos de las especies de peces colectadas en la quebrada Manungará, Municipio de Tadó

- Municipios de Istmina y Condoto (Quebradas San Pablo, Apotó y río Tajuato)

En las quebradas San Pablo, Apotó y río Tajuato, se colectaron en total 56 individuos, representados en seis (6) especies, dos órdenes y dos familias; de donde la especie más abundante fue *Astyanax stilbe*, con el 45% del total de los individuos capturados (Tabla 8).

Tabla 10. Lista de especies ícticas encontradas en las quebradas San Pablo, Apotó y río Tajuato

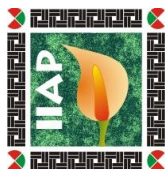
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	RIO/QUEBRADA		
				SAN PABLO	APOTÓ	TAJUATO
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax stilbe</i>	Lunareja	X	X	X
		<i>Astyanax fasciatus</i>	Rabicolorada			X
		<i>Brycon henni</i>	Sabaleta		X	
Perciformes	Cichlidae	<i>Caquetaia Umbrifera</i>	Mojarra negra	X	X	
		<i>Caquetaia kraussii</i>	Mojarra amarilla	X	X	X
		<i>Aequidens sp</i>	Cocó	X	X	

Parámetros Físicoquímicos

De acuerdo al decreto 1594/84 y a la normatividad del Instituto Catalán de Tecnología (2004), los parámetros físicoquímicos y organolépticos analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos para el desarrollo de flora y fauna, deportes náuticos y piscicultura (Tabla 9)

Tabla 11. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos monitoreados en las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato (departamento del Chocó)

PARÁMETROS	UNIDAD	MANUNGARÁ				SAN PABLO			APOTÓ		TAJUATO
		ST 1	ST 2	ST 3	CHATO	ST 1	ST 2	ST3	ST 1	ST 2	ST 1
	Unidades	6,32	6,54	6,13	7,23	6,61	5,81	6,31	6,45	6,50	6,35
	°C	25,30	24,60	25,00	26,56	26,30	28,51	26,10	25,21	24,82	26,41
	µs/mc	14	12	16	20	28	22	19	15	13	15
	mg/l	6	2	6	32	38	2	4	2	2	12



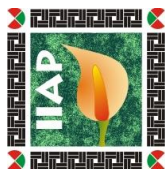
mg/l	7,20	6,89	7,51	6,45	7,16	7,30	6,27	7,21	6,58	7,25
UFC/100 mL	6.800	3.800	6.800	4.900	1.900	3.400	6.800	3.000	4.400	4.700
UFC/100 mL	1.200	1.900	2.700	1.000	700	1.600	1.300	1.400	1.600	1.800
mg O ₂ /l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
mg O ₂ /l	3,2	19,2	25,6	19,2	51,2	86,4	16,0	19,2	3,2	6,4

El pH se encuentra dentro de los rangos establecidos por la normatividad para preservación de flora y fauna y para riego, puesto que los valores admisibles se encuentran entre 4.5 y 9.0. El comportamiento de la conductividad fue bastante homogéneo entre las diferentes estaciones de muestreo, registrando los valores más altos en la estación I de la quebrada San Pablo (28 $\mu\text{s}/\text{cm}$), vale la pena recalcar que esta variable no se encuentra legislada en el decreto 1594/84 para destinación del recurso, solamente se tiene en cuenta en la clasificación de salinidad en aguas para riego, dependiendo del tipo de cultivo.

Los sólidos suspendidos totales no se encuentran referenciados en la normatividad colombiana, pero Ramírez y Viña (1998), consideran que aguas con valores mayores a 150mg/L, indican fuerte contaminación; por lo tanto los resultados del presente estudio se encuentran en rangos de muy buena calidad. Debido a que el contenido de DQO no se referencia en la legislación colombiana, el presente estudio se apoya en la Literatura Europea del Instituto Catalán (2004), lo cual nos permite dar cuenta de que las estaciones I y II de la quebrada Manungará, el río Chato, la estación III de la quebrada San Pablo, las dos estaciones de la quebrada Apotó y la del río Tajuato pueden ser utilizadas en todos los usos; la estación III de la quebrada Manungará para piscicultura y contacto primario (natación), la estación I de la quebrada San Pablo para navegación y la II para ningún uso, puesto que sobrepasa los 80mg/L. La DBO₅ por su parte, en todos los casos se encuentra dentro de los límites establecidos por el decreto colombiano.

Los coliformes fecales (*Escherichia coli*) en cuanto a uso recreativo con contacto primario (natación y buceo), presentan valores por encima de los estipulados para todas las estaciones, puesto que sobrepasan los 200 NMP/100mL; sin embargo, las aguas de la estación I de la quebrada San Pablo pueden ser utilizadas para recreación con contacto secundario (deportes náuticos y pesca), en las restantes sobrepasa los 1000 NMP/100mL estipulados por la normatividad. Para coliformes totales se presenta en el decreto 1594/84 un límite de 5000 para contacto secundario, lo cual muestra que el valor no es admisible para las estaciones I y III de la quebrada Manungará y la estación III de la quebrada San Pablo.

El presente estudio solo mide tres de los 23 parámetros que se deben tener en cuenta en los criterios de calidad para destinación del recurso para consumo humano y doméstico cuya potabilización solo requiere de tratamiento convencional según el decreto 1594/84 como son pH, Coliformes Fecales y Totales; en este caso todas las estaciones de muestreo se encuentran dentro de los valores admisibles, a excepción de la estación III de Manungará, donde los coliformes fecales sobrepasan los rangos establecidos por la normatividad.



Al realizar el análisis de correlación entre índices de diversidad y parámetros fisicoquímicos y organolépticos, se observan relaciones significativas con P valor de ≤ 0.05 y nivel de confianza del 95% a las variables Coliformes fecales y diversidad, Coliformes totales y sólidos suspendidos, conductividad y oxígeno disuelto, conductividad y pH, oxígeno y pH.

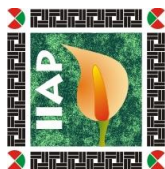
Vegetación de Ribera

Las cuencas hidrográficas cubiertas de bosques son sistemas hidrológicos excepcionalmente estables. A diferencia de otras formas de aprovechamiento de la tierra, los bosques riparios que gozan de buen estado de salud influyen considerablemente en el volumen de agua obtenida de las cuencas hidrográficas; descargan agua de buena calidad y mantienen la temperatura del agua ideal para el desarrollo de organismos acuáticos.

La vegetación de ribera en las estaciones de muestreo establecidas en la cuenca del San Juan está representada en las familias Bombacaceae, Melastomataceae, Palmae, Fabaceae, Apocynaceae, Boraginaceae, Myrtaceae, Pteridaceae, Flacourtiaceae, Cyclanthaceae, Heliconiaceae, Musaceae, Araceae, Cecropiaceae y Euphorbiaceae (Tabla 10).

Tabla 12. Presencia de especies de ribera en las estaciones establecidas en las orillas de las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	MANUNGARÁ			SAN PABLO			APOTÓ		TAJUATO
			EST 1.	EST 2.	EST 3	EST 1.	EST 2.	EST 3	EST 1.	EST 2.	EST 1.
Animé						X					
Balso	<i>Ochroma Piramidales</i>	BOMBACACEAE			X						
Casaco	<i>Cespedesia sp1</i>	MELASTOMATACEAE E				X			X		
Cedro Macho						X					
Chontaduro	<i>Bactris gasipaes H.B.K.</i>	PALMAE			X				X		X
Chundul								X			
Dormilona	<i>Mimosa affinis</i>	FABACEAE						X			
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	APOCYNACEAS		X							
Guamo	<i>Inga sp</i>	FABACEAE			X					X	
Guanábano						X					
Guácimo	<i>Cordia olliadora</i>	BORAGINACEAE			X				X		X
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE	X								
Jigua Negro						X					
Hoja de Corazón						X					
Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	PTERIDÁCEAS	X	X	X	X	X	X	x	x	
Heliotropo					X			X			
Hormigo Blanco	<i>Lunania parviflora Spr. Et Benth</i>	FLACOURTIACEAE	X	X	X	X	X	X		X	
Huevo de Toro						X					
Iraca	<i>Carludovica palmata Ruiz & Pav</i>	CYCLANTHACEAE	X						X	X	X
Pichindé			X	X	X	X	x		X	X	X
Platanillo	<i>Heliconia samperiana</i>	HELICONIACEAE		X	X		X		X	X	X
Rascadera	<i>Xanthosoma saggitifolium</i>	ARACEAE	X	X	X		X				
Siempre Viva						X					



Yarumo	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq	CECROPIACEAE	X			X	X
--------	-------------------------------------	--------------	---	--	--	---	---

La vegetación de ribera de las cuencas y microcuencas de los ríos Manungará, San Pablo, Apotó y Tajuato es notablemente diversa en cada estación de muestreo, variando aparentemente en relación estrecha con los diferentes ecosistemas acuáticos (Tabla 11).

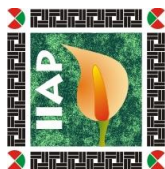
Tabla 13. Formas de vida, Origen fitogeográfico, Estado Fitosanitario y Posición sociológica de las especies de ribera de las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	FORMA DE VIDA			ORIGEN FITOGEOGRÁFICO		POSICIÓN SOCIOLÓGICA		
			AR	HB	P	AL	AU	C	D	S
Anime										
Balso	<i>Ochroma Piramidales</i>	BOMBACACEAE	X							X
Casaco	<i>Cespedesia sp1</i>	MELASTOMATACEAE	X							X
Cedro Macho										
Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.	PALMAE			X					X
Chundul				X						X
Dormilona	<i>Mimosa affinis</i>	FABACEAE		X						X
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	APOCYNACEAS		X						X
Guamo	<i>Inga sp</i>	FABACEAE	X							X
Guanábano										
Guasimo	<i>Cordia olliadora</i>	BORAGINACEAE	X							X
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE	X							X
Jigua Negro										
Hoja de Corazón										
Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	PTERIDÁCEAS		X					X	
Heliotropo				X						X
Hormigo Blanco	<i>Lunania parviflora</i> Spr. Et Benth	FLACOURTIACEAE		X						X
Huevo de Toro										
Iraca	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav	CYCLANTHACEAE		X					X	
Pichindé			X						X	
Platanillo	<i>Heliconia samperiana</i>	HELICONIACEAE		X					X	
Rascadera	<i>Xanthosoma saggitifolium</i>	ARACEAE		X					X	
Siempre Viva										
Yarumo	<i>Cecropia schreberiana</i> Miq	CECROPIACEAE	X							X

Formas de vida = A: Árbol, AR: Arbusto, HB: Herbácea, P: Palma ; Origen fitogeográfico = AL: Alóctono, A: Autóctono; Posición sociológica = C: Codominante, D: Dominante, S: Suprimido

De esta manera el análisis de la composición florística y los estudios de abundancia y frecuencia evidencian que la especie más abundante por su hábito de crecimiento es el Helecho, la cual es una especie heliófila y bioindicadora de suelos ácidos.

De las 24 especies florísticas encontradas en las riberas de las quebradas estudiadas, el cuerpo de agua que mayor cantidad presenta es Manungará, con catorce (14) especies y el que menos el río Tajuato, lo



cual se explica por el establecimiento de solo una estación de muestreo. La cantidad de especies de la quebrada Manungará es consecuencia del aporte de materia orgánica por la acción del caudal del río, en donde se depositan nutrientes que facilitan el desarrollo de especies vegetales en zonas aluviales. Individuos de hábitat de zonas aluviales como Pichindé, Iraca y Platanillo son muestra de la poca alteración de las condiciones de vida de la vegetación ripícola por actividades de explotación artesanal de metales preciosos en las estaciones 3 y 2 de la quebrada Manungará.

En las estaciones de muestreo establecidas en las riberas de la quebrada San Pablo es evidente el depósito de materiales suspendidos en las partes vegetativas de las especies, resultado este del aprovechamiento de metales preciosos de manera artesanal (Agua corrida).

6.2.2 Pacífico Sur

Parámetros Fisicoquímicos

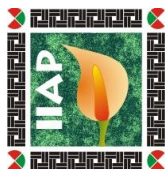
El análisis se desarrolla teniendo en cuenta condiciones admisibles para preservación de flora y fauna, deportes náuticos y pesca, mas no para consumo humano; en este sentido, las variables analizadas en la mayoría de los casos no sobrepasan los criterios establecidos por el decreto 1594/84 y por la normatividad del Instituto Catalán de Tecnología (Tabla 12).

Tabla 14. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos monitoreados en la cuenca de los ríos Tapaje e Iscuandé (departamento de Nariño)

PARAMETROS	UNIDADES DE MEDIDA	RÍO TAPAJE		RÍO SEQUIHONDA		RÍO PULBUZA		RÍO ISCUANDÉ		RÍO TAIJA
		SANTA ROSA	ACUEDUCTO O BANGUELA	SEQUIHONDA	CANAL SEQH-TAPJ	BOCA DE PULBUZA	GUASARIJA	LA QUINTA	BOCA DE ISCUANDÉ	BOCA DE TAIJA
PH	Unidades	6,2	5,79	6,17	6,16	5,38	5,53	7	6,39	6,01
T°	°C	25,6	25,4	25,9	24,8	25,2	28,3	24,5	24,9	25,3
CONDUCTIVIDAD	µs/mc	395	10	901	1246	7	8	15	27	25,3
SST	mg/l	63	24	18	58	41	10	17,1	23,3	39
O ₂	mg/l	5,26	5,55	4,72	4,82	5,62	4,92	8,02	6,02	7,48
COLIFORMES FECALES	UFC/100 mL	920	2900	1200	780	2100	320	1100	88	1300
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	1900	13000	18000	12000	6700	8400	14000	1100	14000
DBO ₅	mg O ₂ /l	2,49	0,2	2,19	1,99	2,09	2,09	0,2	2,09	1,99
DQO	mg O ₂ /l	27,9	8,57	25,4	22	13,9	10,6	20,3	3,36	10,1

El pH se encuentra dentro de los rangos normales, alrededor del punto neutro, propio de este tipo de ecosistemas; sin embargo, las estaciones Santa Rosa, Sequihonda, canal de Sequihonda, La Quinta, Boca de Iscuandé y Boca de Taija, contienen pH en rangos buenos, mientras que las restantes, se encuentran en rangos aceptables; sin embargo, en todos los casos los valores son admisibles para uso recreativo con contacto primario (natación y buceo), con contacto secundario (piscicultura y deportes náuticos) y para el desarrollo de flora y fauna; puesto que están en el rango entre 5 y 9 unidades (Gráfica 3).

Los valores de temperatura encontrados resultan ser óptimos para ecosistemas acuáticos como los estudiados; mientras que el oxígeno disuelto se encuentra en condiciones aceptables para todas las



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



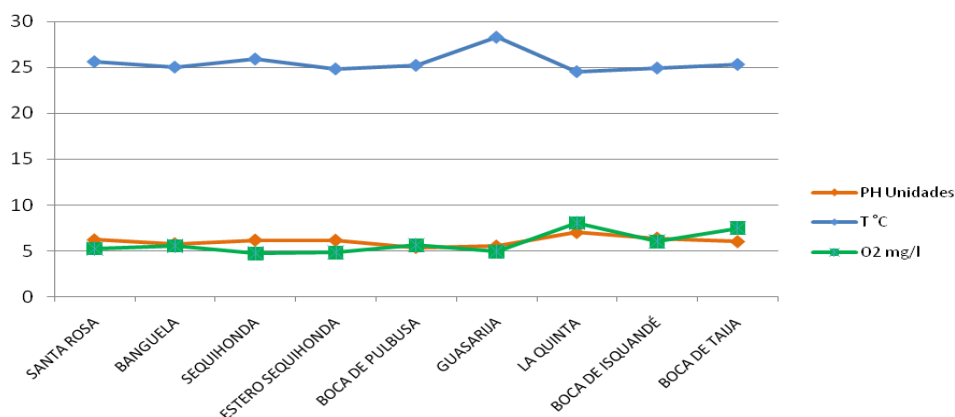
estaciones exceptuando la quinta y boca del río Taija; no obstante en todos los casos son admisibles para uso recreativo con contacto primario (natación y buceo), con contacto secundario (piscicultura y deportes náuticos) y para el desarrollo de flora y fauna; puesto que presentan porcentajes de saturación por encima del 70%.

La conductividad por su parte, es elevada para las estaciones con influencia de agua marina, como son el río Sequihonda y Santa Rosa en el río Tapaje; lo cual es normal, debido a que la conductividad depende de la cantidad de sales presentes en el medio. Vale la pena recalcar que esta variable no se encuentra legislada en el decreto 1594/84 para destinación del recurso, solamente se tiene en cuenta en la clasificación de salinidad en aguas para riego, dependiendo del tipo de cultivo

Los sólidos suspendidos totales no se encuentran referenciados en la normatividad colombiana, pero Ramírez y Viña (1998), consideran que aguas con valores mayores a 150mg/L, indican fuerte contaminación, lo que indica que todas las estaciones de muestreo se encuentran dentro de los límites permisibles.

Los Coliformes fecales, están dentro de los rangos establecidos para contacto primario en la estación boca de Iscuandé; para contacto secundario con valores que no sobrepasan los 1000UFC/100 mL en las estaciones Santa Rosa, Canal de Sequihonda y Guasarija. Los valores de coliformes totales sobrepasan lo establecido por la normatividad colombiana para todos los usos en todas las estaciones a excepción de la boca de Iscuandé cuyas aguas pueden ser utilizadas sin problemas para piscicultura y deportes náuticos.

Puesto que el contenido de DQO, no se referencia en la legislación colombiana, el presente estudio se apoya en la Literatura Europea del Instituto Catalán (2004), lo cual nos permite dar cuenta de que este parámetro se encuentra dentro de los rangos establecidos para todos los usos en las estaciones Banguela, boca de Pulbuza, Gusarija, Boca de Iscuandé y Taija; mientras que en las estaciones restantes es posible utilizarlas para contacto primario y secundario. La DBO_5 , por su parte, en todos los casos se encuentra dentro de los límites establecidos por el decreto colombiano.



Gráfica 4. Comportamiento de las variables pH, Temperatura y Oxígeno disuelto en los municipios de El Charco e Iscuandé

El presente estudio solo mide tres de los 23 parámetros que se deben tener en cuenta en los criterios de calidad para destinación del recurso para consumo humano y doméstico cuya potabilización solo requiere de tratamiento convencional según el decreto 1594/84 como son: pH, Coliformes Fecales y Totales; en este caso todas las estaciones de muestreo se encuentran dentro de los valores admisibles, a excepción de Banguela y Boca de Pulbusa, cuyos Coliformes fecales sobrepasan los rangos establecidos por la normatividad.

El análisis de correlación realizado con todas las variables muestra relaciones significativas con p valor por debajo de 0,05 y nivel de confianza del 95% para las variables Coliformes Temperatura y DQO, Oxígeno disuelto y Sólidos suspendidos totales y pH.

Finalmente, cabe recalcar que el hecho de que el agua en las estaciones muestreadas se encuentre dentro de los rangos admisibles por la normatividad, no se refiere a aguas que pueden utilizarse para “consumo humano”, puesto que este concepto se sale de los objetivos del presente estudio. En este caso, los ecosistemas muestreados son aptos para soportar una vida normal de organismos acuáticos.

6.3 Estimación del valor de importancia de los servicios ambientales

6.3.1 Pacífico Norte

Los ecosistemas acuáticos muestreados en el Pacífico Norte ofrecen variedad de condiciones para el turismo ecológico y el desarrollo de actividades investigativas y socioeconómicas.

En el municipio de Tadó es importante resaltar la existencia de instalaciones apropiadas para el desarrollo de actividades ecoturísticas, específicamente en el corregimiento de Manungará, a solo 15 minutos por vía carretable, se encuentra la granja de ASOCASAN, un sitio que cuenta con habitaciones múltiples, kioscos para el desarrollo de reuniones, cocina en estilo buffet, estanques para la cría de peces y para la pesca deportiva, variedad de cultivos que sintetizan el potencial agrícola del corregimiento, cría de pollos, pavos, cerdos, conejos como insumo para la alimentación de los turistas y

venta de productos para el autosostenimiento de la granja (Figura 16). En los alrededores cercanos se encuentran minas artesanales certificadas por el programa Oro Verde que muestran el trabajo comunitario y la manera de desarrollar actividades amigables con el medio ambiente; hermosos ríos y quebradas como es el caso de el Chato, un río de aguas cristalinas, de mediana corriente y con una profundidad media que proporciona condiciones ideales para el nado y para la pesca de especies nativas, puesto que los resultados de este proyecto muestran variedad de peces representados en un total de 31 especies.



Figura 16. Instalaciones de la Granja ASOCASAN en el corregimiento de Manungará, municipio de Tadó

Para llegar a la quebrada Manungará, es necesario atravesar el río Chato y caminar aproximadamente quince minutos, en adición sus aguas son poco profundas, por lo que aunque son cristalinas y relativamente limpias no proporciona condiciones ideales para la natación; sin embargo en esta quebrada se desarrollan gran parte de las actividades socioeconómicas del corregimiento y por la diversidad de macroinvertebrados acuáticos, especies de flora ribereña y forestal y poca intervención antrópica en algunos puntos, es ideal para el desarrollo de actividades investigativas; por lo cual podrían buscarse estrategias que posibiliten el mejoramiento de las condiciones de acceso y permitan el desarrollo de turismo para investigadores y aventureros (Figura 17).

Al valorar el ecosistema acuático de la quebrada Manungará considerando un valor mínimo de uno (1) y máximo de cinco (5), se obtuvo un puntaje total de 3.4, la única valoración con puntaje cinco (5) se obtuvo para el criterio “Coloración asignada de acuerdo a criterios de calidad asignados por el *BMWPCol*”, mientras que el criterio de selección “*No. De relaciones entre variables fisicoquímicas e índices de diversidad de MIA*” obtuvo puntuación de dos (2); los criterios de selección restantes obtuvieron puntuaciones entre cuatro (4) y tres (3).



Figura 17. Quebrada Manungará, municipio de Tadó

Con relación al municipio de Istmina, se observan ecosistemas altamente intervenidos, principalmente por el desarrollo de actividades mineras. Este municipio se constituye en el segundo centro de mayor poblamiento humano del departamento del Chocó y su planificación urbana es bastante incipiente. La quebrada San Pablo no presenta condiciones para el turismo ecológico, la actividad económica más desarrollada ha sido la minería mecanizada; la quebrada en ningún punto presenta condiciones para la natación. Las actividades agrícolas son por lo general incipientes, aunque se observan algunos estanques para la cría de cachamas y tilapias. La alta intervención de la zona, tampoco hace a este ecosistema un sitio atractivo para el desarrollo de actividades investigativas en cuanto a biodiversidad; por lo cual se hace urgente la intervención de diferentes entidades para el control de actividades mineras y recuperación de sitios altamente intervenidos (Figura 18).



Figura 18. Ecosistemas de la quebrada San Pablo, municipio de Istmina. Minería con motobomba y áreas fuertemente afectadas por el desarrollo de esta actividad

El municipio de Condoto presenta condiciones similares a las de Istmina, con ecosistemas altamente intervenidos por el desarrollo de minería con retroexcavadora. Sin embargo, es posible encontrar ecosistemas muy poco intervenidos como es el caso de la quebrada Apotó y río Tajuato, ambas presentan aguas cristalinas, sustrato pedregoso, profundidades aptas para la natación, diversidad de especies de macroinvertebrados y de flora ribereña que llama la atención para el desarrollo de turismo científico; sin embargo el acceso a estos dos ecosistemas es complicado, puesto que después de llegar al

casco urbano del municipio de Condoto, es necesario tomar transporte acuático y realizar un recorrido de aproximadamente una hora por el río Condoto para llegar finalmente a la quebrada Apotó y río Tajuato (Figura 19), en adición no cuenta con sitios para la venta de productos ni para pernoctar; es más, la presencia de viviendas es prácticamente nula; razón por la cual no ofrece facilidades económicas, ni de tiempo, ni de seguridad para los visitantes.



Figura 19. Ecosistemas de la quebrada Apotó y río Tajuato, municipio de Condoto

6.3.2 Pacífico Sur

Los ríos que atraviesan el municipio de El Charco presentan profundidades y longitudes considerables lo que amerita muchos cuidados al momento de llevar a cabo actividades turísticas; el sustrato es areno arcilloso, por lo cual la turbiedad de los ríos es considerable, siendo mayor para el sequihonda; las comunidades próximas a los ríos Pulbusa, Sequihonda, Taija no cuentan con sitios apropiados donde los visitantes puedan pernoctar, lo que dificulta aún más el desarrollo de actividades turísticas. Por encontrarse en una zona cercana al mar, la importancia que le dan los habitantes a los peces de agua dulce es poca, dado a alta la diversidad y cantidad de especies ícticas que se pueden encontrar en el océano y en los estuarios. El servicio socioeconómico más importante que prestan estos ecosistemas dulceacuícolas es el fluvial, puesto que el Charco es el principal punto de enlace entre los departamentos de Nariño y Cauca; en adición, las actividades de extracción forestal juegan un papel muy importante en la economía de las familias.

El río Iscuandé en su parte media presenta condiciones aptas para la natación, a diferencia de los ríos ubicados en el municipio de El Charco, este cuenta con sustrato pedregoso-arenoso, aguas cristalinas en época de verano, profundidades apropiadas (Figura 21). Sin embargo, no se observan instalaciones adecuadas para que el sitio pueda ser ampliamente visitado por turistas, en adición el acceso es también un poco complicado, y la adquisición de combustible un poco costoso. Al igual que en el Charco las actividades de extracción forestal juegan un papel muy importante en la economía de las familias, y por encontrarse en una zona cercana al mar, la importancia que le dan los habitantes a los peces de agua

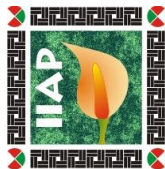
dulce es poca, dado a alta la diversidad y cantidad de especies ícticas que se pueden encontrar en el océano y en los estuarios.



Figura 20. Ecosistemas del río Pulbusa y pilotes de madera extraídos de sus bosques, municipio de El Charco

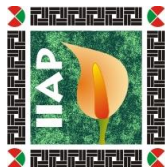


Figura 21. Playas del río Iscuandé, Municipio de Santa Bárbara de Iscuandé, temporada de invierno



CONCLUSIONES

- En las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y río Tajuato las principales fuentes de contaminación son: la minería, desechos sólidos, desechos fibrosos resultantes de la agricultura y excretas humanas provenientes de los drenajes sanitarios. En la cuenca del río Tapaje y sus ríos Sequihonda, Pulbuza, Taija y cuenca del río Iscuandé, las fuentes de contaminación principales son: desechos fibrosos resultantes de la agricultura y extracción de madera, derrames de petróleo por el desarrollo de la actividad fluvial y el desarrollo de actividades domésticas.
- Los resultados del BMWP, muestran que la quebrada Manungará presenta calidad de aguas buena, Apotó aceptable, río Tajuato dudosa y la quebrada San Pablo crítica. Lo anterior atribuido a la cantidad de macroinvertebrados colectados en la quebrada Manungará y a la captura de las familias Platastictidae, Euthyplociidae y Helicopsychidae indicadores de buena calidad, colectadas solo en esta quebrada, a los efectos de la actividad minera desarrollada en la quebrada Apotó y al establecimiento de solo una estación de muestreo en la quebrada Tajuato, lo cual redujo sustancialmente la cantidad de insectos acuáticos colectados.
- En las estaciones establecidas en la cuenca del San Juan, los parámetros fisicoquímicos y organolépticos analizados en su mayoría, se encuentran dentro de los límites establecidos para el desarrollo de flora y fauna, deportes náuticos y piscicultura. La quebrada San Pablo presenta problemas de calidad en sus estaciones II y III, puesto que la primera sobrepasa los límites admisibles de DQO y la segunda sobrepasa los límites admisibles de Coliformes Totales; tramos de la quebrada que se encuentran deteriorados por el desarrollo de actividades mineras mecanizadas. Los parámetros fisicoquímicos y organolépticos analizados en las cuencas de los ríos Tapaje e Iscuandé teniendo en cuenta condiciones admisibles para preservación de flora y fauna, deportes náuticos y piscicultura, se encuentran dentro de los rangos establecidos en la mayoría de los casos; sin embargo, es necesario prestar atención a los coliformes fecales en las estaciones Banguela, Sequihonda, Boca de Pulbuza, La quinta y boca de Taija que sobrepasan los 1000 UFC/100 mL y a los Coliformes Totales en todas las estaciones de muestreo.
- De las 24 especies florísticas encontradas en las riberas de las quebradas Manungará, San Pablo, Apotó y Tajuato, el cuerpo de agua que mayor cantidad presenta es Manungará, con catorce especies y el que menos el río Tajuato, lo cual se explica por el establecimiento de solo una estación de muestreo. Individuos de hábitat de zonas aluviales como Pichindé, Iraca y Platanillo son muestra de la poca alteración de las condiciones de vida de la vegetación ripícola por actividades de explotación artesanal de metales preciosos en las estaciones en la quebrada Manungará.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

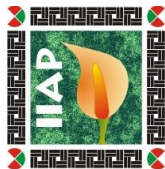
Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



RECOMENDACIONES

Llevar a cabo análisis de contenidos estomacales con el objeto de conocer las relaciones ecológicas de diferentes especies de peces con el medio donde se desarrollan.

Se hace necesario vincular de manera directa a la comunidad infantil y juvenil en el desarrollo de las diferentes actividades en campo, lo cual permitirá desde las aulas de clases conocer la importancia del recurso hídrico y la manera de evaluar su calidad de manera fácil y rápida.



LITERATURA CITADA

Abernethy, VD. Carrying capacity: the tradition and policy implications of limits. En *Ethic.~ in Science and Environmental Politics (ESEP)*. Inter-Research, USA. (2001) pp. 9-18.

Alba-Tercedor, J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA) Almería, vol. II: 203-213 (1996).

Alcaldía del municipio del Charco. Descripción de El Charco. 2009. En: <http://elcharco-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m-t2--&m=f>

Alcaldía del municipio de Condoto. Esquema de Ordenamiento Territorial. 2005

Alcaldía del municipio de Tadó. Esquema de Ordenamiento Territorial. 1998

Álvarez, L. F. Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Instituto Alexander von Humboldt. 2006

Asociación Campesina del Alto San Juan (ASOCASAN) y Consejo Comunitario de Santa Cecilia. Titulación Colectiva de Tierras de las comunidades negras del Alto San Juan. Playa de Oro, Chocó. 1998. 39p.

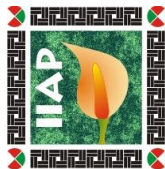
Barbier, E., Acreman, M., Duncan, K. Valoración económica de los humedales: Guía para decisores y planificadores. Consultado 9- 2002. Disponible en http://www.ramsar.org/lib_val_s_2.htm.

Bartram, J., Ballance, R. Water Quality Monitoring: A practical Guide to the Design of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. Chapman Hill. Londres. 1996. 383p.

Castro de esparza, M. Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua. Lima, CEPIS, 1987.

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - CODECHOCÓ. Plan de Gestión Ambiental Urbano: Municipio de Tadó. 1997a

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - CODECHOCÓ. Plan de Gestión Ambiental Urbano: Municipio de Istmina. 1997b.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - CODECHOCÓ. Plan de Gestión Ambiental Urbano: Municipio de Condoto. 1997c.

Cruz, J. y Rivera, s. Valoración Económica del Recurso hídrico para determinar el pago por servicios ambientales en la cuenca del río Calán, Siguateque, Honduras. 2002

Dajoz, Z. Ecología General. Vozese e EDUSP, Sao Paulo. 1972

Decreto 1594 de 1984. Usos del agua y Residuos Líquidos. Diario Oficial 36700 de julio 26 de 1984

Decreto 475 de 1998. Calidad de Agua potable. Diario Oficial 46623 de mayo 9 de 2007. 1998

Departamento Nacional De Estadística- DANE. Estadísticas de la población Colombiana. 2005. **En:** http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=category§ionid=44&id=189&Itemid=392

Fitton, M. The role of the riparian zone as it relates to recreational activities. In: Proceedings of the Symposium on Riparian Zone Management, January 17-19, 1994. Fredericton, N.B. J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n°9: 37-44.

Goldberg, J. Valoración Económica de las cuencas hidrográficas: una herramienta para el mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos. Organización de los estados Americanos, Guatemala, México. 2007

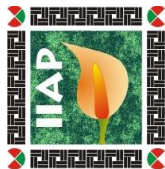
González del Tánago, M., García de Jalón, D. Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I. Montes, UPM, Madrid. 1995

Gutierrez-Hernandez, A. Análisis limnológico e ictiofaunístico del embalse Zimapán Querétaro-Hidalgo. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Querétaro. 2003. 139 p.

Hooper, B. Riparian zone considerations for management of fish, fish habitat, and sport fishing in New Brunswick. In: Proceedings of the Symposium on Riparian Zone Management, January 17-19, 1994. Fredericton, N.B. J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n°9: 23-32.

Huidobro, C. Peces. p. 195-263. En: Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores). De la Lanza, E. G., Hernández, P. S. y Carbajal, P. J. L. (Eds). Plaza y Valdés. México. 2000. 633 pp.

ICT Instituto Catalán de Tecnología, - Medio Ambiente Industrial – Publicación de Normativa. Cap. 2 Mayo de 2004.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



IDEAM, CORMAGDALENA y ONF Andina. Nueva medición de la calidad del agua en los ríos Magdalena y Cauca. 2007

Instituto Alexander Von Humboldt – IAVH., Departamento Nacional de Planeación -DNP. "Valoración y diseño de políticas económicas para la gestión de la biodiversidad a nivel local". Informe final. 1998

Instituto Colombiano De Geología y Minería – INGEOMINAS. Mapa Geológico de Colombia; Escala 1:1.500.000, Bogotá D.E. 1988.

Instituto Colombiano De Geología y Minería – INGEOMINAS. Mapa Hidrogeológico de Colombia; Escala 1:2.500.000, Bogotá D.E. 1989

Instituto Colombiano De Geología y Minería - INGEOMINAS. Mapa geológico generalizado del departamento del Chocó. Bogotá. 1994

Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Diccionario geográfico de Colombia. Subdirección de Investigación y Divulgación Geográfica, División de Difusión y Enseñanza Geográfica. 1986. 1812 pp.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Atlas de Colombia. Santafé de Bogotá, D.C. Disponible en CD ROM. 1997

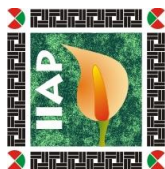
Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico - IIAP. Diagnóstico de la calidad del Aire y el agua en centros de mayor poblamiento humano de la región del Chocó Biogeográfico Colombiano. Quibdó – Chocó. 2007

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de Vigilancia para la protección y Conservación de las aguas marinas y costeras de Colombia –REDCAM. 2009

Karr, J. Ecological Integrity and ecological health are not the same. En, Schulze, P. C (ed): Engineering within ecological constraints. National Academy Press. Washington. 1996. pp 97-109.

Ley de Aguas. 2 de agosto de 2001. Vigente hasta el 25 de julio de 2001.

Lobo-Guerrero, A. Hidrología e Hidrogeología de la Región Pacífica Colombiana. Publicado en Leyva, P. (ed) (1993) Colombia – Pacífico, Tomo I, Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”, FEN Colombia, Bogotá, pp 122-134.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



Lozano, E., Salas, Y. Evaluación del impacto de la explotación minera sobre la calidad del agua en el río Opogodó. Trabajo de grado (Biólogas). Universidad Tecnológica del Chocó. Facultad de Ciencias Básicas. 2006. 53p.

Medina, F. Evaluación fisicoquímica, microbiológica y Biológica de zonas de explotación minera artesanal de la parte media del río Condoto. Trabajo de grado (Ingeniera Ambiental). Universidad Tecnológica del Chocó. Facultad de Ingeniería. 2005. 87p.

Montes, C. La gestión de los humedales Españoles protegidos: conservación vs confusión. El campo, monográfico el agua: 101-128 (1997).

Navas, M. Estudio de la comunidad béntica en zonas de explotación auríferas artesanal del río San Juan (Chocó-Colombia). 2002

Ortega, M., Martínez, F., Padilla, F. Aspectos metodológicos para evaluar la calidad ambiental de los humedales. Universidad de Almería. España. 2000

Oyaga, R. Índice Biológico Biológico Monitoring Party para los cuerpos de agua del departamento del atlántico. Corporación Universitaria de la Costa. 2005

Pearce, D., Turner, R. Economic of natural resources and the environment. Baltimore, Great Britain, The Johns Hopkins University Press. 1990. 378 p.

Pielou, E. Ecological diversity. Wiley New York. 1966. 165 pp.

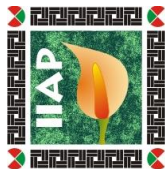
Ramírez, A; Viña, G. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. P 70 – 72. 1998

Red hemisférica de reservas para aves playeras - RHRPAP. Delta del río Iscuandé. 2009.
<http://www.whsrn.org/es/perfil-de-sitio/delta-del-rio-iscuande>

Roblas, N; García-Avilés, J. Valoración ambiental de los ecosistemas leníticos del Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama. (Madrid, España). Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid. España. Limnetica 17: 37-44 (1999).

Roldan, G. Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín. 1992. 529 p.

Roldan, G. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN Colombia, Colciencias. Universidad de Antioquia. Medellín. 1998. 217 p.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



Roldan, G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/. Universidad de Antioquia. Medellín. 2003. 165 p.

Romero, C. Economía de los recursos ambientales y naturales. 2ª Ed. Alianza Economía. 1997. Madrid.

Shannon, C., Weaver, W. The Mathematical theory of communication, The University of Illinois press. Urbana . 1949. 19-27pp.

Simpson, E. H. Mesurment of diversity. Nature. 163 (4148):688. 1945

Stevens Institute of Tecnology. The Center for innovation ingenieering and science Education. Libreta de Campo para las pruebas de las muestras de agua. 2008.

<http://www.k12science.org/curriculum/dipproj2/es/fieldbook/dbo.shtml>

Stocek, R. The importance of riparian zones as wildlife habitat. In: Pioceedings of the Syinposium on Riparian Zone Munagement, Januury 17-19, 1994. Fredericton, N.B. J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n"9: 33-36

Troyer, W; Bmndtland GH. Preserving Oiri. Worldc A Con.srirnerS Guide to the Bitrndtland Report. Firefly Books. Westport, CT, EEUU. (1990). 131 pp.

Ttms, J. The role of the riparian zone as it affects water quality. In: Proceedings of the Symposiunz on Riparian Zone Munagement, January 17-1 9, 1994. Fredericton, N.B. J. Singleton, J. B. Higgs, J. Campbell, A. Eddy, and T. Murray (eds). Can. For. Ser., R&D Report n"9: 9-22.

Universidad De Antioquia, Universidad Nacional De Colombia Caracterización cualitativa y cuantitativa de la calidad y cantidad del recurso hídrico superficial en la cuenca del río San Juan. 2002. 72p.

Vázquez, G., Castro, G., Gonzalez, I., Pérez, R., Castro, B. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua, Depto. El Hombre y su Ambiente. ContactoS 60 41-48 (2006). UAM-X. gavaz@correo.xoc.uam.mx



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



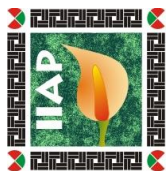


INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

Calidad Ambiental San Juan y Tapaje

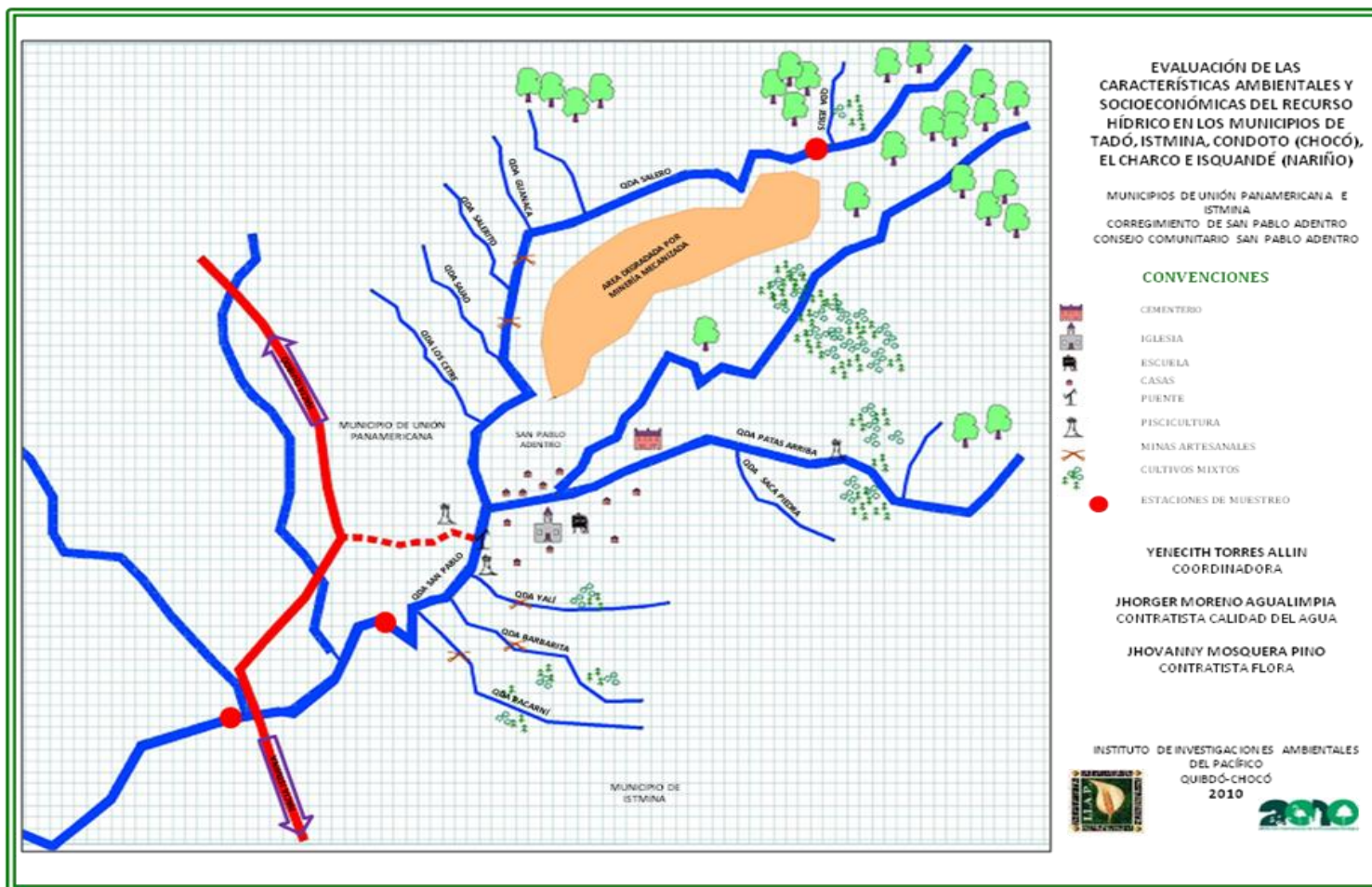


ANEXOS

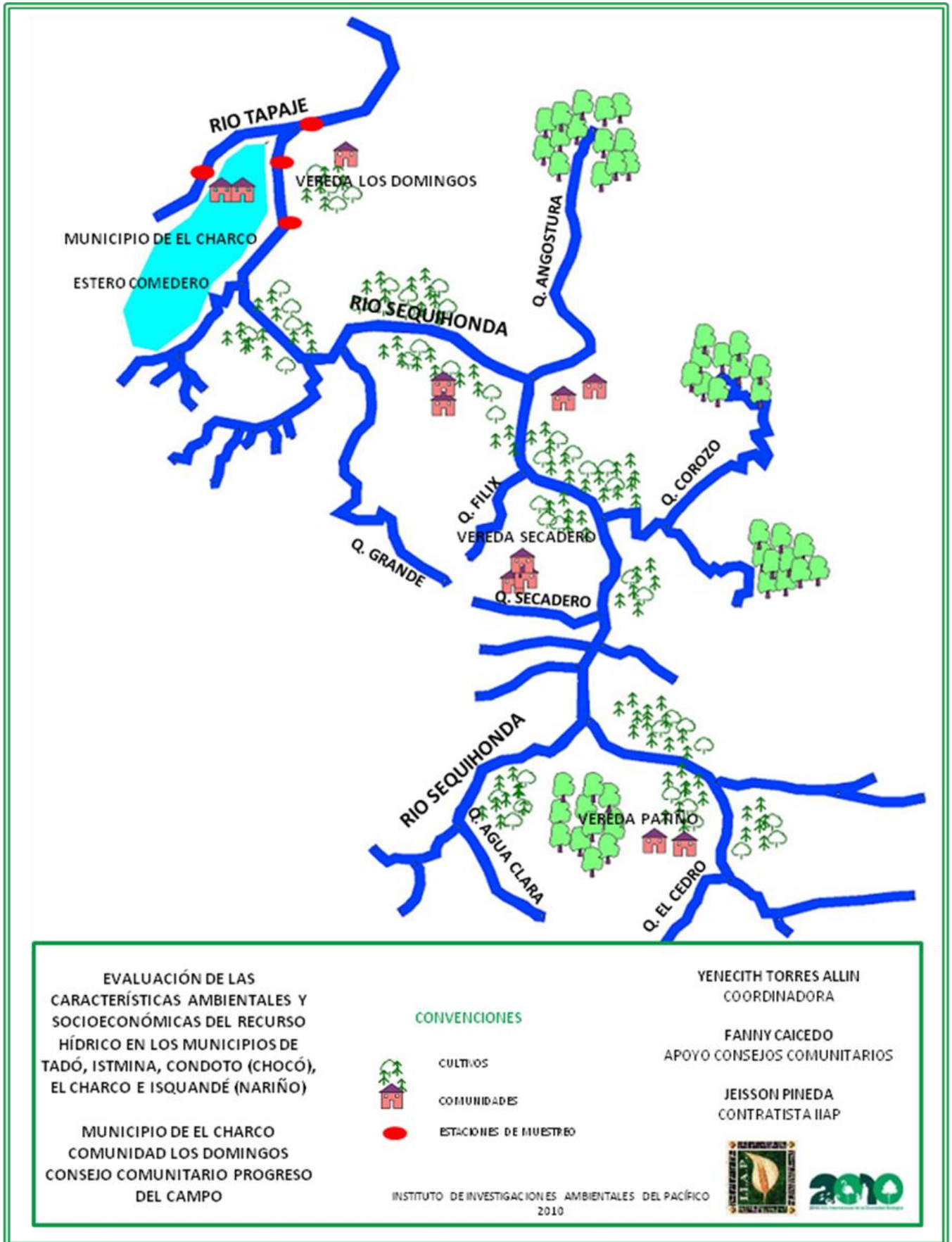


INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AMBIENTALES DEL PACÍFICO
Nit 818.000.156-8

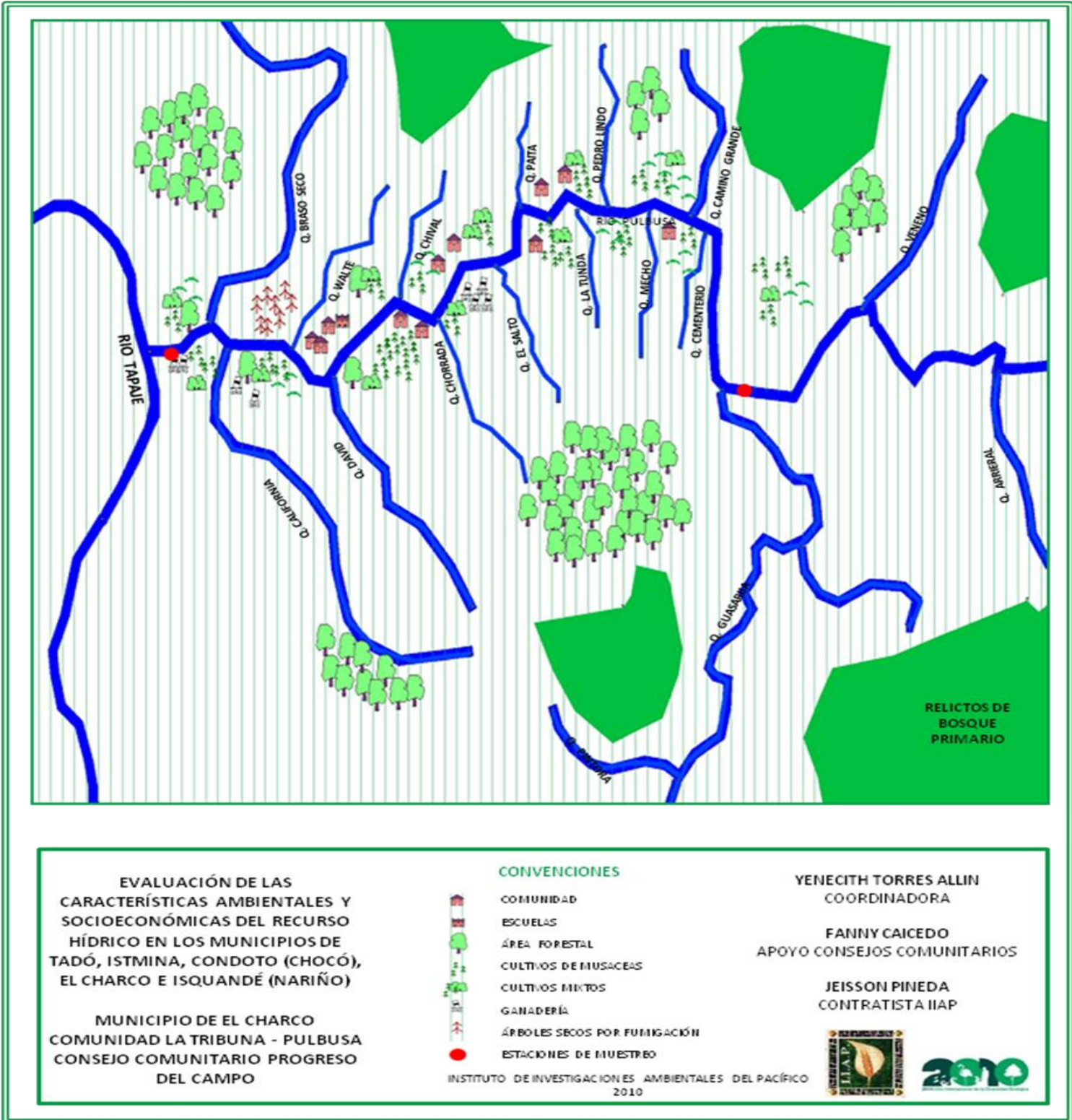
Calidad Ambiental San Juan y Tapaje



Anexo B. Mapa social del corregimiento de San Pablo Adentro (actividades socioeconómicas y estaciones de muestreo)



Anexo C. Mapa social del Municipio de El Charco, Comunidad Los Domingos (actividades socioeconómicas y estaciones e muestreo)



Anexo D. Mapa social del Municipio de El Charco, comunidad La Tribuna, río Pulbusa (actividades socioeconómicas y estaciones de muestreo)