

# CALIDAD DEL AGUA DE LAS MICRO-CUENCAS DE MEMBRILLO DEL EMBALSE SIXTO DURÁN BALLÉN

Verónica Dayana Espinel Pino, Erika Inés Espinel Pino

Laboratorios del área agroindustrial, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí  
Manuel Félix López Campus Politécnico El Limón, km 2.7 vía Calceta – Morro

Contacto: verie27@hotmail.com

## RESUMEN

El objetivo consistió en determinar la calidad del agua de la microcuenca de Membrillo en función de su uso, para lo cual se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos. Las muestras se tomaron en las comunidades de: Camachal, Chapulí 1, Chapulí 2, Las Lisas, Dos Bocas y Membrillo (Estero Mulato y Las Minas) en parte alta, media y baja. Entre los físicos estuvieron: pH, conductividad, temperatura, color, turbidez, sólidos totales y sólidos suspendidos; los químicos: dureza total, cloruro, alcalinidad, nitrito, fosfato y DBO<sub>5</sub>; y los microbiológicos: coliformes totales y fecales. En cada una de ellas se subdividió. Para establecer el grado de contaminación, se utilizó la metodología ICA (Índice de Calidad del Agua). El grado de contaminación no presenta una influencia marcada de ningún sitio en particular, ni tampoco en función de sus partes dentro de cada lugar; sin embargo, si hubo una marcada diferencia en la contaminación del agua al analizarla según su uso, ya que como abastecimiento público se requiere una mayor necesidad de tratamiento a diferencia del uso industrial y agrícola que no requiere tratamiento para su utilización. En las condiciones actuales los habitantes de los sitios en estudio no deben consumir el agua sin un tratamiento previo.

**Palabras clave:** contaminación del agua, ICA, uso del agua, abastecimiento público

## ABSTRACT

The objective was to determine the water quality of the water-basin at Membrillo in terms of use, for which physical, chemical and microbiological analysis were applied. Samples were taken in the communities of: Camachal, Chapuli 1, Chapuli 2, Las Lisas, Dos Bocas and Membrillo (Estero Mulato and Las Minas) in upper, middle and low area. Among physical parameters were: pH, conductivity, temperature, color, turbidity, total solids and suspended solids; in chemicals: total hardness, chloride, alkalinity, nitrite, phosphate and DBO<sub>5</sub>, and Microbiological: total coli forms and fecal presence. Each subdivided. To establish the degree of contamination, the methodology used was WQI (Water Quality Index). The degree of contamination does not present a marked influence at any particular site, nor in terms of their parts within each place, however there was a marked difference in water contamination when tested according to the use, because as public supply requires greater treatment as opposed to industrial and agricultural uses where no treatment is require. Under present conditions the inhabitants of the study sites should not drink the water without prior treatment.

**Keywords:** water pollution, WQI, water use, public water supply.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua en el mundo está cada vez más amenazada por el aumento de la población humana, la expansión de las actividades industrial y agrícola, y el peligro que el cambio climático altere el ciclo hidrológico mundial. Existe necesidad urgente de que la comunidad mundial (sector público y privado) se una para asumir el reto de proteger y mejorar la calidad del agua de los ríos, lagos, acuíferos y del agua corriente (ONU, 2009).

La utilización del agua en las zonas rurales se realiza directamente de la fuente sin ninguna verificación de su grado de contaminación y el uso de la misma no está condicionado al abastecimiento público o agrícola. Por otro lado es necesario conocer el estado actual del agua para establecer un tratamiento en función de su utilización (Miyi, 2009).

El equilibrio ecológico regional está íntimamente ligado a la estabilidad de las cuencas. El deterioro de las cuencas hidrográficas se ha convertido en uno de los problemas ambientales, sociales y económicos más importantes del mundo (Cordero, 2003).

Diversos estudios realizados en los últimos años han revelado que existen a lo menos 30 índices de calidad formulados de acuerdo a sus propios objetivos. Con esta introducción se resalta el hecho que existen innumerables ICA incluso de acuerdo al uso pretendido del recurso hídrico y que, la asignación de un número determinado para señalar un índice de calidad, es una tarea sumamente compleja (Samboni, 2007).

La calidad del agua, entendida entonces como la medición de sus características físicas, químicas y biológicas, en relación con estándares, implica variables diferentes e incluso factores complejos para describir su estado en términos cuantitativos. Un cuerpo de agua puede llegar a ser caracterizado a través de los siguientes componentes principales: hidrología física, química, biológica y la valoración adecuada necesaria para verificar su adaptabilidad a

un uso determinado, se basa en la evaluación apropiada de estos componentes frente a niveles de calidad deseables. Un ICA consiste, básicamente, en una expresión simple que resulta de combinar un conjunto de parámetros valorados, la cual sirve como una expresión de la calidad del agua, con el propósito de hacer que la información sea de fácil interpretación tanto para aquellos relacionados con las ciencias básicas e ingenierías, como para otros usuarios que en general requieran conocer (Fernández, 2005).

Con estos antecedentes se planteó evaluar la calidad del agua de la microcuenca de Membrillo según ICA, para determinar el grado de contaminación y su utilización según su uso doméstico y agrícola en las comunidades del sector.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las microcuenca de Membrillo, parroquia del cantón Bolívar, esta microcuenca tiene una extensión de 18 mil hectáreas y la conforman 14 comunidades: Los Mulatos, Mata de Cacao, El Guayacán, Derretido, El Marañón, Mata de Plátano, Camote, El Ají, El Algodón, Truche, Mata de Plátano de Loza, La Contra y la Tablada de Dos Bocas. Siendo los sitios de Camachal, Chapulí 1, Chapulí 2, Las Lisas, Dos Bocas y Membrillo (Estero Mulato y La Mina), escogidos por FAO para la primera etapa del proyecto “Gestión Integral para el Manejo Sostenible de la Microcuenca Membrillo”.

**Muestreo.-** El muestreo se hizo según las normativas NTE INEN 2 226:2000, con dos réplicas en cada zona de muestreo (Alta, Media, Baja) respectivamente, para garantizar resultados representativos. Las muestras se las realizó por duplicado en los sitios: Camachal, Chapulí 1, Chapulí 2.

**Variables a medir.-** Se tomaron como indicadores físicos, químicos y microbiológicos siguiendo la metodología ICA (2005). Los distintos análisis con su respectivo método se describen en el Cuadro 1.

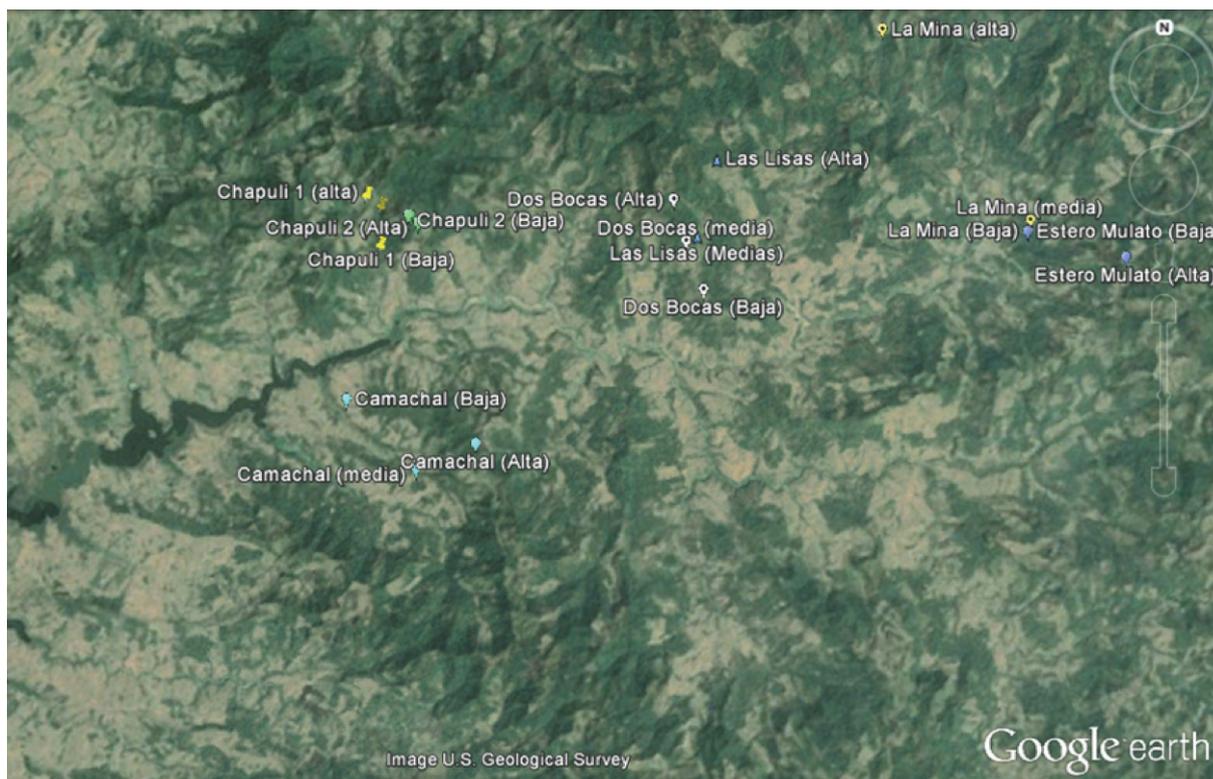


Foto 1. Microcuenca de Membrillo con puntos de muestreo.

Cuadro 1. Detalle de los análisis realizados con su respectivo método

Análisis	Indicador	Equipo	Método de ensayo
Físicos	pH	Potenciómetro	SM 2005 4500 H+ B
	Temperatura	Potenciómetro	SM 2005 2550 B
	Color	NOVA 60	SM 2005 4500-CI-B
	Turbidez	NOVA 60	SM 2005
	Solidos Totales	Balanza analítica	SM1 2005 2540B
	Solidos suspendidos	Balanza analítica	SM 2540C
	Conductividad eléctrica	Conductímetro	SM 2510B
	Oxígeno disuelto	Oxímetro	SM 2510B
Químicos	DBO5	Caja termostática	SM 5210B
	Cloruros	NOVA 60	SM 4500CI-B
	Alcalinidad Total		SM 2320 B
	Dureza Total	NOVA 60	SM 2340C
	Nitrito	NOVA 60	SM 4500-NO3
	Sulfatos	NOVA 60	SM Método Rápido HACH 680
	Fosfatos	NOVA 60	SM 4500 P-C
	Hierro	NOVA 60	SM 3111-B
	Manganeso	NOVA 60	SM 3111-B
	DQO	NOVA 60	Método rápido MERCK 132
Microbiológicos	Coliformes Fecales		Número más probable (NMP)
	Coliformes Totales		Número más probable (NMP)

### Cálculo del índice de la calidad de agua

Para el cálculo del índice de calidad de agua, se requiere la normalización de los datos, donde cada parámetro es transformado entre 0 -100%, el 100% indica alta calidad. Luego se asignó un determinado peso a cada uno de los factores que refleja la importancia de cada parámetro como indicador de calidad de agua. La manera más práctica de estimar la calidad del agua es con la utilización de índices de las medidas de ciertos parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Se procede a determinar el valor porcentual asignado a cada parámetro de acuerdo a la metodología indicada y a los valores obtenidos del muestreo. Seguidamente se multiplican

los valores porcentuales (Ci) y los pesos de importancia (Pi) para obtener la expresión “Ci \*Pi”, para cada uno de los parámetros. Se realiza una suma lineal ponderada de todas las expresiones “Ci \*Pi”, la misma que se multiplica por una constante K y se la divide para la sumatoria de los Pi, obteniéndose finalmente el índice de calidad ambiental.

Para aguas claras sin aparente contaminación (1) para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural (0.75) para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor (0.5), y para aguas negras que presenten fermentaciones y olores (0.25). Una vez calculado los valores se clasifica en función de la escala del ICA (2005) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Escala de clasificación del Índice de Calidad de agua en función del uso

ICA	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola
100	NO CONTAMINADO	NO REQUIERE PURIFICACIÓN	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUÁTICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACIÓN
95					
90					
85	ACEPTABLE	LIGERA PURIFICACIÓN	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	ACEPTABLE EXCEPTO PARA ESPECIES SENSIBLES	LIGERA PURIFICACIÓN PARA ALGUNOS PROCESOS
80					
75					
70	POCO CONTAMINADO	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO	DUDOSO PARA ESPECIES SENSIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL
65					
60					
55	CONTAMINADO	DUDOSO	SIN CONTACTO CON EL AGUA	SOLO ORGANISMOS RESISTENTES	TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA
50					
45					
40	ALTAMENTE CONTAMINADO	NO ACEPTABLE	SEÑAL DE CONTAMINACIÓN	NO ACEPTABLE	USO RESTRINGIDO
35					
30					
25	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
20					
15					
10	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
5					
0					

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la microcuenca de Membrillo se determinaron 21

puntos de muestreos que se presentan en el Cuadro. Los puntos de muestreos están georreferenciados en los lugares donde los pobladores tienen el abastecimiento del agua en sus tres partes (altas, medias y bajas).

**Cuadro 3.** Coordenadas de los sitios de muestreo

LUGAR	COORDENADAS UTM 17M	
	X	Y
Chapulí 1 parte baja	610921	9906207
Chapulí 1 parte media	610930	9906726
Chapulí 1 parte alta	610737	9906866
Chapulí 2 parte baja	611338	9906553
Chapulí 2 parte media	611369	9906550
Chapulí 2 parte alta	611471	9906453
Camachal parte baja	610505	9904074
Camachal parte media	611480	9903143
Camachal parte alta	612291	9903501
Estero Mulato parte baja	619787	9906453
Estero Mulato parte media	619821	9906606
Estero Mulato parte alta	621058	9906102
La Mina parte baja	619795	9906465
La Mina parte media	619821	9906606
La Mina parte alta	617707	9909095
Dos Boca parte baja	615359	9905608
Dos Boca parte media	615108	9906251
Dos Boca parte alta	614919	9906789
Las Lisas parte baja	615374	9905383
Las Lisas parte media	615261	9906327
Las Lisas parte alta	615501	9907346

## Clasificación del ICA según su uso agrícola y doméstico.

### Parte alta

En esta parte se tiene como criterio general de aceptable en Chapulí 1 y Chapulí 2, de ellos el primero se tiene el más alto índice con 73.77%. Es posible que se deba a la poca actividad agrícola y pecuaria en la zona de captación de agua, los demás sitios se encuentran en una condición de poco contaminada (Mendoza, 1989).

Respecto al abastecimiento público, a pesar de tener un criterio general de aceptable y poco contaminada se requiere una mayor necesidad de tratamiento para su consumo. El hecho de que los moradores consuman el agua sin previo tratamiento, sin provocar problemas de salud pudiera deberse a la formación de anticuerpos contra patógenos presentes en el agua sin embargo, no significa que no se debe tomar las medidas necesarias para cumplir con los parámetros establecidos por las normas referentes a aguas para consumo.

En el ámbito industrial y agrícola, teniendo en cuenta que la mayor parte del agua es para esta última actividad no representa mayores riesgo en su utilización puesto que no requiere tratamiento para su uso, a no ser que se formen microempresas alimenticias o afines que en este caso se requiere una ligera purificación.

### Parte media

A diferencia de la parte alta, en esta solo se mantuvo un mismo criterio general de aceptable, en Estero Mulato, en este punto de muestreo al parecer influye la existencia de un sistema convencional para tratamiento de aguas que consiste de un reservorio sedimentador, que además posee un sistema de aireación. Sin embargo, esta acción no es suficiente para considerar el agua apta para consumo humano ya que se requiere de mayor necesidad de tratamiento. En los demás sitios, el criterio general, y de mayor necesidad de tratamiento para el abastecimiento público y es de buenas condiciones sin tratamiento para la agricultura y la industria normal.

### Parte baja

En la parte baja hay mayor diferencia, con respecto a la media y alta en cada uno de los sitios. Se identifica que en Chapuli 1 es aceptable igual que en la parte alta, pero diferente que la de parte media. Esta variación puede deberse a la influencia antropogénicas y de cada área de estudio. Se aprecia en el Gráfico 1 los valores de ICA no mantienen una clara tendencia de aumento o disminución; se podría pensar que el agua baja arrastrando más contaminantes y las cuencas hidrográficas constituyen un sistema interdependiente donde lo que se hace mal o bien en la parte superior influye forzosamente en la parte inferior de la misma (UNESCO, 2009).

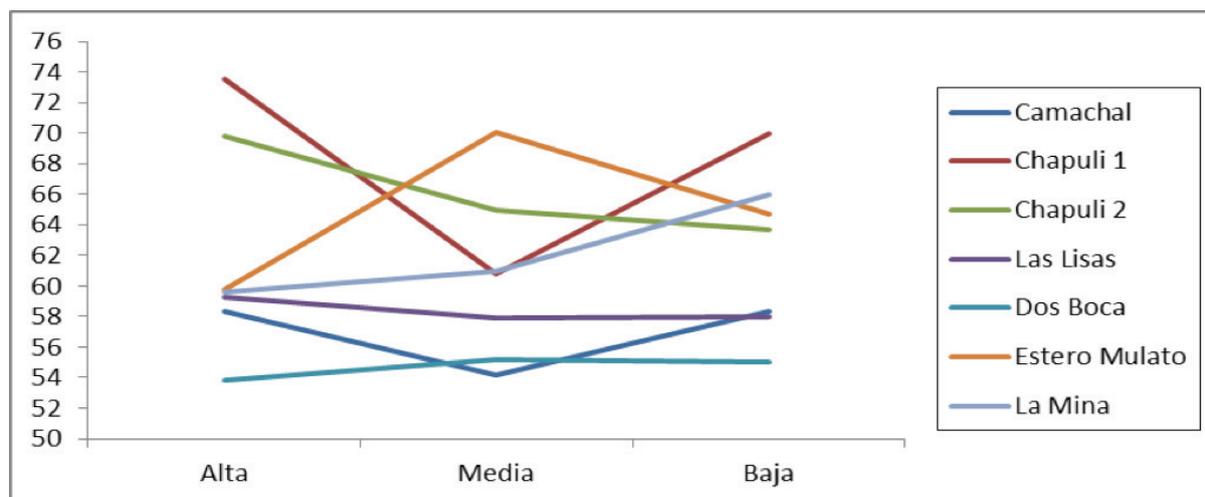


Gráfico 1. Valores ICA de los diferentes sitios en su parte alta, media y baja

**Cuadro 4.** Índice de la calidad del agua en la parte alta de los lugares en estudio

Parametro	Camachal			Chapuli 1			Chapuli 2			Las Lisas			Dos Bocas			Estero Mulato			La Mina		
	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi
pH	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0
Conductividad	2	64	128,0	2	63	126,0	2	64	128,0	2	81	162,0	2	53	106,0	2	72	144,0	2	54	108,0
Turbidez	0,5	76	38,0	0,5	85	42,5	0,5	75	37,5	0,5	85	42,5	0,5	75	37,5	0,5	89	44,5	0,5	79	39,5
Sólidos Disueltos SD	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0
Sólidos suspendidos	1	100	100,0	1	86	86,0	1	75	75,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0
Color real	1	56	56,0	1	65	65,0	1	55	55,0	1	55	55,0	1	54	54,0	1	59	59,0	1	54	54,0
Cloruro	0,5	66	33,0	0,5	66	33,0	0,5	68	34,0	0,5	62	31,0	0,5	61	30,5	0,5	64	32,0	0,5	64	32,0
Alcalinidad total	1	40	40,0	1	39	39,0	1	38	38,0	1	44	44,0	1	39	39,0	1	42	42,0	1	47	47,0
Dureza total	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0
Nitrato	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	65	130,0	2	100	200,0	2	100	200,0
DBO5	5	47	235,0	2	16	32,0	5	47	235,0	5	47	235,0	5	47	235,0	5	57	285,0	5	57	285,0
Fosfato	2	20	40,0	5	47	235,0	2	18	36,0	2	17	34,0	2	21	42,0	2	21	42,0	2	20	40,0
Coliformes totales	3	56	168,0	3	100	300,0	3	76	228,0	3	52	156	3	52	156,0	3	51	153,0	3	56	168,0
Coliformes fecales	4	37	148,0	4	100	400,0	4	100	400,0	4	37	148	4	36	144,0	4	30	120,0	4	36	144,0
TOTAL	24,5		1430,0	24,5		1802,5	24,5		1710,5	24,5		1451,5	24,5		1318,0	24,5		1466	24,5		1462
ICA	58,367			73,57			69,82			59,24			53,80			59,82			59,65		
Criterio general	PC			A			A			PC			PC			PC			PC		
Abastecimiento público	MNT			MNT			MNT			MNT			MNT			MNT			MNT		
Industrial y agrícola	ST			LP			LP			ST			ST			ST			ST		

PC= Poco Contaminadas, A=Aceptables, MNT= Mayor Necesidad de Tratamiento, ST= Sin Tratamiento para la industria normal, LP= Ligera Purificación para algunos procesos.

Cuadro 5. Índice de la calidad del agua en la parte media de los lugares en estudio

Parametro	Camachal			Chapulí 1			Chapulí 2			Las Lisas			Dos Bocas			Estero Mulato			La Mina			
	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	
pH	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	
Conductividad	2	55	110,0	2	63	126,0	2	64	128,0	2	80	160,0	2	53	106,0	2	85	170,0	2	77	154,0	
Turbidez	0,5	81	40,5	0,5	69	34,5	0,5	80	40,0	0,5	79	39,5	0,5	76	38,0	0,5	79	39,5	0,5	79	39,5	
Sólidos Disueltos SD	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	
Sólidos suspendidos	1	82	82,0	1	62	62,0	1	99	99,0	1	86	86,0	1	92	92,0	1	100	100,0	1	100	100,0	
Color real	1	60	60,0	1	54	54,0	1	50	50,0	1	53	53,0	1	56	56,0	1	56	56,0	1	54	54,0	
Cloruro	0,5	62	31,0	0,5	64	32,0	0,5	64	32,0	0,5	62	31,0	0,5	61	30,5	0,5	64	32,0	0,5	64	32,0	
Alcalinidad total	1	40	40,0	1	38	38,0	1	38	38,0	1	44	44,0	1	39	39,0	1	42	42,0	1	47	47,0	
Dureza total	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	
Nitrato	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	
DBO5	5	36	180,0	5	75	375,0	5	47	235,0	5	47	235,0	5	41	205,0	5	57	285,0	5	57	285,0	
Fosfato	2	20	40,0	2	16	32,0	2	17	34,0	2	13	26,0	2	21	42,0	2	21	42,0	2	21	42,0	
Coliformes totales	3	52	156,0	3	51	153,0	3	77	231,0	3	51	153,0	3	52	156,0	3	62	186,0	3	52	156,0	
Coliformes fecales	4	36	144,0	4	35	140,0	4	65	260,0	4	37	148,0	4	36	144,0	4	80	320,0	4	35	140,0	
TOTAL	24,5		1328	24,5		1490,5	24,5		1591,0	24,5		1419,5	24,5		1352,5	24,5		1716,5	24,5		1494	
ICA		54,18			60,84			64,94		57,94		60,14		70,06		60,96						
Criterio general		PC			PC			PC		PC		PC		A							PC	
Abastecimiento público		MNT			MNT			MNT		MNT		MNT		MNT							MNT	
Industrial y agrícola		ST			ST			ST		ST		ST		LP							ST	

PC= Poco Contaminadas, A=Aceptables, MNT= Mayor Necesidad de Tratamiento, ST= Sin Tratamiento para la industria normal, LP= Ligera Purificación para algunos procesos.

**Cuadro 6.** Índice de la calidad del agua en la parte baja de los lugares en estudio

Parametro	Camachal			Chapulí 1			Chapulí 2			Las Lisas			Dos Bocas			Estero Mulato			La Mina		
	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi	pi	ci	ci*pi
pH	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0	1	100	100,0
Conductividad	2	58	116,0	2	63	126,0	2	64	128,0	2	79	158,0	2	53	106,0	2	77	154,0	2	88	176,0
Turbidez	0,5	81	40,5	0,5	80	40,0	0,5	57	28,5	0,5	73	36,5	0,5	76	38,0	0,5	76	38,0	0,5	76	38,0
Sólidos Disueltos SD	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0	0,5	100	50,0
Sólidos suspendidos	1	100	100,0	1	114	114,0	1	100	100,0	1	85	85,0	1	90	90,0	1	100	100,0	1	100	100,0
Color real	1	61	61,0	1	62	62,0	1	42	42,0	1	51	51,0	1	59	59,0	1	54	54,0	1	54	54,0
Cloruro	0,5	62	31,0	0,5	62	31,0	0,5	64	32,0	0,5	62	31,0	0,5	61	30,5	0,5	68	34,0	0,5	68	34,0
Alcalinidad total	1	40	40,0	1	35	35,0	1	38	38,0	1	44	44,0	1	39	39,0	1	44	44,0	1	44	44,0
Dureza total	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0	1	94	94,0
Nitrato	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0	2	100	200,0
DBO5	5	36	180,0	5	57	285,0	5	44	220,0	5	47	235,0	5	41	205,0	5	75	375,0	5	75	375,0
Fosfato	2	21	42,0	2	16	32,0	2	14	28,0	2	20	40,0	2	20	40,0	2	21	42,0	2	21	42,0
Coliformes totales	3	56	168,0	3	45	135,0	3	76	228,0	3	51	153,0	3	51	153,0	3	52	156,0	3	54	162,0
Coliformes fecales	4	37	148,0	4	100	400,0	4	68	272,0	4	36	144,0	4	36	144,0	4	36	144,0	4	37	148,0
TOTAL	17,5		1430,0	24,5		1704,0	24,5		1560,5	24,5	942	1421,50	24,5		1348,5	24,5		1585	24,5		1617,0
ICA	58,367			70,00			63,69			58,02			55,04			64,69			66,00		
Criterio general	PC			A			PC			PC			PC			PC			PC		
Abastecimiento público	MNT			MNT			MNT			MNT			MNT			MNT			MNT		
Industrial y agrícola	ST			LP			ST			ST			ST			ST			ST		

PC= Poco Contaminadas, A=Aceptables, MNT= Mayor Necesidad de Tratamiento, ST= Sin Tratamiento para la industria normal, LP= Ligera Purificación para algunos procesos.

### CONCLUSIONES

Las aguas para consumo humano de esta microcuenca requieren de mayor necesidad de tratamiento y no para la actividad agropecuaria no requiere tratamiento. El grado de contaminación de las aguas no patron dominante por el sitio de muestreo y sus subdivisiones (alta, media y baja) sin embargo, las aguas de la comunidad de Chapuli 1 son las de mejores condiciones presenta. Existe la posibilidad que el grado de contaminación de deba por las actividades antropogénicas que presentan cada una de los lugares en estudio.

### LITERATURA CITADA

Fernández, N. 2005. Índice de calidad de Agua y de contaminación (ICA) INEN (Instituto Ecuatoriano de Normali-

zacion) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 226:2000

Mendoza, A. 1989. Análisis de la problemática de la calidad del agua y formulación de recomendaciones para su manejo en cuencas alta de Río Chirique viejo, Panamá. Tesis M.sc. Turrialba, CR, CATIE. 242

Miyi. 2009. Contaminación del agua. Argentina.

ONU (Organización de Naciones Unidas). 2009. Día Mundial del Agua. México D.F. 17, 18.

Standard Methods 2005. Examination of water and wastewater, 21sted. APHA, AWWA. Washington D.C. 47

UNESCO (Organización de las Naciones Unoidad para la Eduicación la Ciencia y la Cultura). 2009. Día Mundial del Agua: los recursos hídricos transfronterizos”, 2009.