

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

**Trabajo de Fin de Carrera Previo a la Obtención del
Título de Ingeniero Ambiental**

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL
RIO SANTA CLARA EN EL SECTOR DEL BARRIO
SELVA ALEGRE-CANTÓN RUMIÑAHUI**

Autor:

Roberto Xavier Guzmán Salazar

Director:

Ing. Alonso Moreta

Quito – Ecuador

2011

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se realiza un análisis físico-químico de las aguas del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre, cantón Rumiñahui con el fin de establecer un diagnóstico de la calidad del agua del mismo, debido a la ausencia de estudios en dicho cuerpo de agua se plantea realizar el presente estudio.

Con los datos obtenidos del río se procede a identificar las principales afecciones que este presenta, realizando un inventario de descargas y afecciones al mismo. El trabajo se dividió en pruebas “in situ” y pruebas de laboratorio que fueron desarrolladas en los laboratorios de la OSP (OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS) de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, durante dos jornadas de muestreo, durante la temporada de lluvias y la de sequía, la cual se vio más afectada por cortes en el suministro de agua lo que incidió en los resultados obtenidos del laboratorio.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico de la calidad del agua del río Santa Clara en el barrio Selva Alegre-Cantón Rumiñahui.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recolectar muestras de agua del río Santa Clara y realizar su caracterización, con el fin de determinar la situación físico-química actual del río.

Realizar un inventario de las descargas producidas en el río.

Mediante consulta bibliográfica identificar los posibles tratamientos que pueden aplicarse para el río Santa Clara.

Recomendar posibles acciones para el cuidado del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre.

2. ZONA DE ESTUDIO

El barrio de Selva Alegre se encuentra ubicado en el Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha a 10 minutos del centro de Sangolquí. En la actualidad, el barrio de Selva Alegre posee una población de 4000 habitantes de los cuales se cree que un 20% de la población son migrantes de otras zonas del país (Molina, 2011).

3. METODOLOGIA

3.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la trayectoria del río Santa Clara se seleccionaron 3 puntos de muestreo, denominados como Punto 1, 2 y 3 respectivamente, los mismos que se determinaron por su facilidad de acceso, fácil muestreo, además de estar ubicados en zonas de importancia para el estudio ya que se encuentran situados en las cercanías del barrio Selva Alegre.

Tabla 1: Ubicación y altura de los puntos de muestreo.

	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Altura	2616 m	2543 m	2522 m
Coordenadas	S: 00° 21' 34.0''	S: 00° 20' 53.8''	S: 00° 20' 26.3''
	O: 078° 24' 59.4''	O: 078° 25' 37.0''	O: 078° 25' 56.4''

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

3.2. RECOLECCION DE MUESTRAS

Para la recolección de muestras se empleo un recipiente plástico, con el cual se obtuvo el agua del río, la cual fue almacenada en recipientes plásticos de 1 L de capacidad previamente etiquetados, a los que se los forro con papel aluminio para evitar el ingreso de luz solar y que de esta manera se pueda alterar su contenido.

3.3. MEDICION DE PARÁMETROS “IN SITU”

Mediante la utilización de un potenciómetro/conductivímetro, se mide en cada muestra recolectada los siguientes parámetros:

- Temperatura (°C)
- pH
- Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Sólidos Disueltos Totales, TDS (mg/L)

3.4. ANALISIS DE LAS MUESTRAS

El análisis de las muestras recolectadas se lo realizó en las instalaciones de la OPS (Oferta de Productos y Servicios) de la Universidad Central del Ecuador. Cabe mencionar que la recolección de muestras de agua del río Santa Clara se la realizó durante la temporada seca y la lluviosa, para una mejor comprensión del comportamiento del río.

Tabla 2: Parámetros analizados en los laboratorios de la OSP.

MUESTRAS		
PARAMETROS	UNIDADES	METODO
Aceites Y Grasas	mg/l	MAM-40 / APHA5520 B
DBO ₅	mgO ₂ /l	MAM-38 / APHA5210 B
DQO	mgO ₂ /l	MAM-23 / COLORIMETRO MERCK
Sólidos Disueltos	mg/l	MAM-30 / APHA2340 C
Coliformes fecales	NMP/100ml	SM 9221-C
Detergentes	Mg/l	MAM-47 / COLORIMETRO HACH

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

- **Determinación de DQO mediante Método 5220 B. Método de Reflujo Abierto**

Para la realización de este método se siguieron los siguientes pasos.

1. Se colocó en un balón de vidrio de 500 ml de capacidad: 75 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) + 1 g de sulfato de plata (Ag_2SO_4) + 1 dado magnético, y se lo agitó durante 2 horas en una plancha magnética.
2. Aparte se mezclaron en un matraz: 25 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) + 0.8 g de sulfato de mercurio (Hg_2SO_4).
3. Se colocaron los diferentes componentes en un balón de vidrio en el siguiente orden para evitar reacciones no deseadas:
 - 50 ml de muestra de agua + núcleos de ebullición.
 - Se añadieron 75 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) con el sulfato de plata (Ag_2SO_4) previamente agitados. Durante este paso se recomienda ir enfriando el balón de vidrio debido a que se produce un gran incremento de temperatura. Luego se añadieron los 25 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) con el sulfato de mercurio (Hg_2SO_4).
 - Una vez mezclados los componentes se armó una torre de destilación en conjunto con la mezcla preparada, y se la dejó durante 2 horas a 250 °C.
 - Transcurridas las 2 horas se dejó enfriar y se le añadió 150 ml de agua destilada, se debe tener cuidado ya que la mezcla empieza a calentarse. Se deja enfriar nuevamente y se colocaron 5 gotas de Ferroina.
4. Para la titulación se preparó una pipeta de 25 ml de capacidad con SAF (Sulfato de amonio ferroso). Se armó la pipeta con un soporte universal y la mezcla realizada, y se fue colocando el SAF hasta que cambió de color verde azulado a marrón oscuro. A la primera señal de cambio de color se anotó la cantidad de SAF utilizada. SAF 0.25 M (Sulfato de Amonio Ferroso)

$$DQO \text{ muestra} = \frac{(\text{ml gastados en blanco} - \text{ml gastados en muestra}) * 8000 * N}{\text{Volumen de muestra (ml.)}}$$

- **Determinación de Aceites y Grasas mediante Método de Partición-Gravimetría**

Se recoge una muestra de 1 L y se maca el nivel de la muestra en la botella para determinar después el volumen de la muestra. Acidifíquese hasta pH 2 o inferior; en general 5 ml de HCl es suficiente. Pásese a un embudo de separación. Aclárese con cuidado la botella de muestra con 30 ml de triclorotrifluoroetano y añádase los lavados del disolvente al embudo de separación. Es preferible agitar vigorosamente durante 2 minutos. Déjense que se separen las capas. Dréñese la capa de disolvente a través del embudo que contenga papel filtro humedecido con el disolvente en un matraz de destilación limpio y tarado. Si no es posible obtener una capa clara de disolvente, añádase 1 g de Na_2SO_4 si es necesario. Háganse dos extracciones mas con 30 ml de disolvente cada vez pero aclárese primero el envase de la muestra con cada fracción del disolvente. Combínense los extractos en el matraz de destilación tarado y lávese el papel filtro con otros 10 a 20 ml del disolvente. Destílese el disolvente del matraz de destilación en un baño de agua a 70 °C. Colóquese el matraz en un baño de agua a 70 °C durante 15 minutos y extráigase aire a su través aplicando el vacío durante el minuto final. Enfríese en un desecador durante 30 minutos y pésese.

$$\text{Mg de aceite y grasa/L} = \frac{(\text{peso del matraz con aceites y grasas} - \text{peso del matraz vacío}) * 1000}{\text{ml de muestra}}$$

ml de muestra

- **Determinación de la DBO₅**

El método consiste en llenar con muestra de agua, hasta rebosar, un frasco hermético del tamaño especificado, e incubarlo a la temperatura establecida de 20 °C ± 1 °C, durante 5 días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación, y el ROB se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final. Debido a que el OD se determina inmediatamente después de hacer la dilución, toda la captación de oxígeno, incluida la que ocurre durante los 15 primeros minutos, se incluye en la determinación del ROB.

- **Método titulométrico EDTA 2340C.**

Seleccíonese un volumen de muestra que requiera menos de 15 ml de reactivo EDTA y realícese la titulación en 5 minutos, medidos a partir del momento de la adición del tampón. Dilúyanse 25 ml de muestra hasta alrededor de 50 ml de agua destilada en una batea de porcelana u otro recipiente adecuado. Añádase entre 1 y 2 ml de solución tampón. Por lo general 1 ml será suficiente para dar un pH de 10 a 10.1. La ausencia de un cambio de color de punto final neto en la titulación suele significar la necesidad de añadir un inhibidor en ese punto o que el indicador se ha deteriorado.

Añádase 1 o 2 gotas de solución indicadora o una cantidad adecuada del reactivo en polvo seco. Poco a poco, añádase titulante EDTA estándar, removiendo continuamente, hasta que desaparezcan las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul. Se recomienda utilizar luz natural o una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia tienden a producir un matiz rojizo en el azul de punto final. Si se dispone de muestra suficiente y no hay interferencias, puede lograrse una mayor exactitud incrementando el tamaño de la muestra.

$$\text{Dureza (EDTA) como mg de CaCO}_3 = \frac{A * B * 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde:

A = ml de titulación para la muestra

B = mg CaCO₃ equivalente a 1 ml de titulante EDTA

- **Procedimiento de NMP para coliformes fecales 9221 C.**

La prueba para coliformes fecales permite diferenciar entre los coliformes de origen fecal (intestino de los animales de sangre caliente) y los procedentes de otras fuentes. Utilícese medio EC o, para una prueba más rápida sobre la calidad de las aguas de mariscos y aguas residuales tratadas, medio A-1 en una prueba directa.

Medio EC:

- Triptosa o tripticasa = 20 g

- Lactosa = 5 g
- Mezcla de sales biliares o sales biliares n°3 = 1.5 g
- Fosfato de hidrogeno dipotasico (K_2HPO_4) = 4 g
- Fosfato de dihidrogeno potásico (KH_2PO_4) = 1.5 g
- Cloruro de sodio (NaCl) = 5 g
- Agua destilada = 1 L

Añádanse los ingredientes deshidratados al agua, mézclense cuidadosamente y caliéntense para disolverlos. El pH debe ser de 6.9 ± 0.2 después de la esterilización. Antes de esterilizar, colóquese la mezcla en los tubos de fermentación, cada uno con un vial invertido, y con una cantidad de medio suficiente para que cubra, al menos parcialmente, al vial después de la esterilización. Ciérranse los tubos con tapones de metal o de plástico resistente al calor.

Estúdiense todos los tubos de fermentación presuntivos que hayan mostrado alguna cantidad de gas o un fuerte crecimiento durante las 48 horas de incubación en la prueba de confirmación.

Agítense suavemente o gírense los tubos de fermentación que muestran gas o un fuerte crecimiento. Con un asa estéril de metal de 3 mm de diámetro o un aplicador de madera estéril, pásese el cultivo de cada tubo de fermentación al medio EC. Incúbense los tubos con medio EC inoculados en un baño de agua a 44.5 ± 0.2 °C durante 24 ± 2 horas. Deposítense todos los tubos con EC en un baño de agua antes de que transcurran 30 minutos de la inoculación y manténgase a una profundidad suficiente como para que el agua del baño este a un nivel superior al que tiene el medio en los tubos.

Se considera como reacción positiva la aparición de gas en un medio EC a las 24 horas o menos de incubación. La falta de gas (a veces se produce crecimiento) constituye un resultado negativo, que indica que el origen de los microorganismos no es el aparato digestivo de los animales de sangre caliente. El NMP en los tubos con medio EC positivos se calcula en la forma descrita en la sección 9221D.

- **Determinación de Turbidez**

Se determinó la turbidez de cada una de las muestras de agua de los diferentes puntos, mediante el uso de un Microprocessor Turbidity Meter (HANNA instruments. celda). Los resultados de las muestras analizadas fueron determinados en unidades FTU.

Posteriormente se efectuó una prueba de jarras en la que se utilizó un FP4 Portable Jar Test (VELP SCIENTIFICA), con 4 ml de coagulante a 200 ppm de concentración con el cual se trabajó en intervalos de 1 min. a 200 rpm de velocidad, 5 min. a 4 rpm y 4 min. en reposo. Para finalizar se analizo nuevamente la turbidez de cada una de las muestras que fueron tratadas en el Jar Test.

4. RESULTADOS

Tabla 3: Parámetros “in situ”

Parámetro	Unidades	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
pH	-	6,7	6,8	6,8
Conductividad	uS/cm	136	137	112
Temperatura	°C	12,8	13,1	14,6
Oxígeno Disuelto	mg / L	13,1	14	16,4

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Tabla 4: Resultados de los análisis comparados con los límites máximos permisibles del Tulas, Libro VI, Anexo 1.

TULAS, Libro VI, Anexo 1				RESULTADOS DE LABORATORIO				
Tabla	Parámetro	Limite max permisible	Unidades	Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Cumple
6	Aceites y Grasas	0,3	mg / L	Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NO
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L	Sólidos Disueltos	90	92	96	SI
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NA
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DQO	22	21	20	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
			Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	NA	
8	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NO
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L	Sólidos Disueltos	90	92	96	SI
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
				Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NA
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
			DQO	22	21	20	NA	
9	Aceites y Grasas	0,3	mg / L	Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NO
	Coliformes Fecales	200	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	4.6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NO
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI

	Tensoactivos	0,5	mg / L					
				Sólidos Disueltos	90	92	96	NA
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				DQO	22	21	20	NA
10	Aceites y Grasas	0,3	mg / L	Aceites y Grasas	<0,8	<0,8	<0,8	NO
	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	4,6X10 ⁴	3,5X10 ⁴	2,4X10 ⁴	NO
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < al 80	%	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
	Tensoactivos	0,5	mg / L					
					Sólidos Disueltos	90	92	96
				Turbidez	6,7	182	22,9	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				DQO	22	21	20	NA

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo I.

Donde:

- **Tabla N° 6** “Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola”
- **Tabla N° 8** “Criterios de calidad para aguas de uso pecuario”
- **Tabla N° 9** “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos”
- **Tabla N° 10** “Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos mediante contacto secundario”.

Tabla 5:

TULAS, Libro VI, Anexo 1				RESULTADOS DE LABORATORIO				
Tabla	Parámetro	Limite max permisible	Unidades	Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Cumple
6	Aceites y Grasas	0,3	mg / L					
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L					
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
				Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA

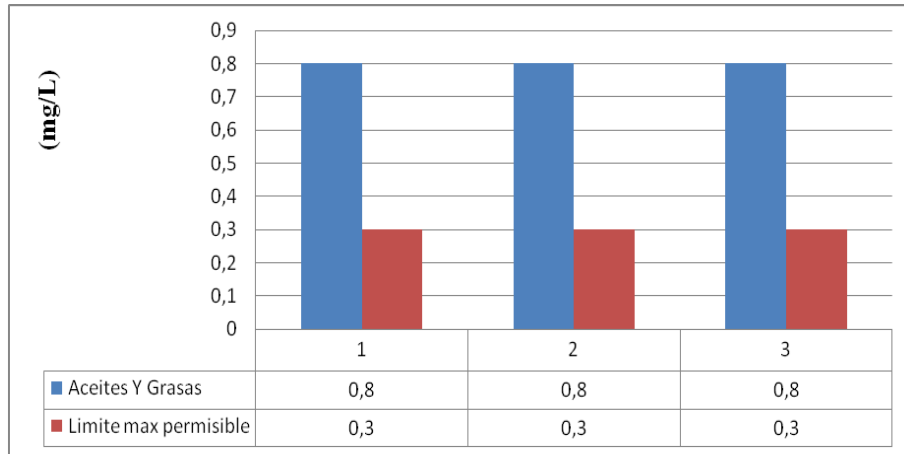
				Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	NA
8	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NO
	Sólidos Disueltos	3000	mg / L					
	pH	6,0 - 9,0	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
				Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA
9	Aceites y Grasas	0,3	mg / L					
	Coliformes Fecales	200	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NO
	Tensoactivos	0,5	mg / L	Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	SI
	Oxígeno disuelto	No < 6	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA
10	Aceites y Grasas	0,3	mg / L					
	Coliformes Fecales	1000	NMP / 100 ml	Coliformes fecales	7,9X10 ³	3,3X10 ³	2,4X10 ⁴	NO
	Tensoactivos	0,5	mg / L	Detergentes	<0,013	<0,013	<0,013	SI
	pH	6,5 - 8,5	-	pH	6,7	6,8	6,78	SI
	Oxígeno disuelto	No < al 80	mg / L	Oxígeno Disuelto	13,1	14	16,4	SI
				DBO	<5	<5	<5	NA
				DQO	13	8	8	NA
				Conductividad	136,2	137,6	112,9	NA
				Temperatura	12,8	13,1	14,6	NA

Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo I.

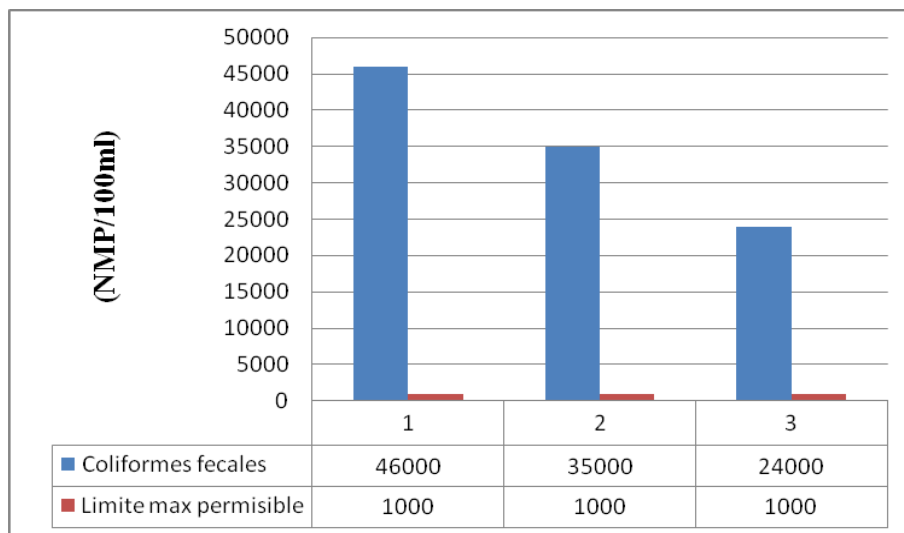
En los siguientes gráficos se observan los parámetros que sobrepasaron los límites máximos permisibles.

Tabla 5: Aceites y grasas comparados con el límite máximo permisible de las tablas N° 6,9 y 10 del TULAS Libro VI, Anexo 1.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

Tabla 6: Coliformes fecales comparados con el límite máximo permisible de la tabla N° 10 del TULAS Libro VI, Anexo 1.



Elaborado por: Roberto Guzmán, 2011.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos del cálculo de caudal y la posterior determinación de los valores de diseño hidráulico se determinó que no es económicamente viable la construcción de una planta de tratamiento para las aguas del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre debido a que el construir una planta ajustada a las características hidráulicas que posee el río representaría una gran inversión económica, al igual que todos los procesos correspondientes al encauce del río. Además no se tendrían mayores apreciaciones del tratamiento del río ya que aguas más abajo existen nuevos focos de infección que anularían los tratamientos realizados. Por estas razones se optó por realizar el diagnóstico de la calidad del agua del río Santa Clara, con el objetivo de desarrollar recomendaciones para un mejor cuidado del mismo.
- La mayor fuente de contaminación en el río Santa Clara son las aguas negras y grises provenientes de las viviendas y sus actividades, que se encuentran en las cercanías del río, las cuales además de la generación de microorganismos patógenos, alteración a la calidad del paisaje y alteración del cuerpo de agua generan malos olores y vectores, los mismos que ya presentan inconformidad en los habitantes del barrio.
- De todos los parámetros analizados en los diferentes puntos de muestreo solamente coliformes fecales fueron los que sobrepasaron la norma en los 3 puntos de muestreo, en comparación con lo establecido en el Libro VI, Anexo 1, Tabla N° 8 “Criterios de calidad de agua para uso pecuario”, donde el límite máximo permisible es menor a 1000 NMP/100ml; Tabla N° 9 “Criterios de calidad de aguas destinadas para fines recreativos”, donde el límite máximo permisible es de 200 NMP/100ml y Tabla N° 10 “Criterios de calidad de aguas destinadas para fines recreativos mediante contacto secundario” cuyo límite máximo permisible es de 4000 NMP / 100 ml. Con una diferencia entre los resultados de los análisis realizados en época de lluvia y época seca, que fueron determinados por el consumo de agua y la presencia de lluvia en el sector, lo que hizo que estos varíen entre sí.
- Debido al gran caudal del río Santa Clara y a la presencia de obstáculos naturales, este posee gran capacidad de autodepuración; lo cual se ve reflejado en la baja presencia de DBO y DQO obtenidos en los resultados de los análisis. Lo que significa que los microorganismos presentes en el río puedan degradar la materia orgánica permitiendo que se mantengan niveles bajos de dichos parámetros, los cuales no sobrepasan los límites permisibles establecidos por la ley.
- Existe muy poco conocimiento por parte de los habitantes del barrio Selva Alegre acerca de acciones que se pueden implementar para el cuidado del río, además de buenas prácticas ambientales en todo sentido.
- La lluvia se presenta como un factor fundamental en el comportamiento de las características físico-químicas del río, ya que como se demostró en el presente estudio, la presencia o ausencia de lluvia puede alterar el resultado de los contaminantes, haciendo que estos puedan o no sobrepasar los límites máximos permisibles.
- Para cualquier tratamiento o futuro estudio se debe considerar el elevado consumo de agua que posee la población del barrio Selva Alegre, pese a que su población no es muy grande posee un consumo de agua potable promedio de 18680583,33 l/mes lo que significa que se tiene un consumo de 33358.18 l/mes/vivienda lo que representa claramente un consumo excesivo del recurso y gran falta de conciencia sobre su cuidado y preservación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Una vez analizados los resultados obtenidos de la caracterización físico-química y microbiológica, se pueden recomendar el establecimiento de un sistema de tratamiento de aguas, que posea los siguientes tratamientos para el caso particular del río Santa Clara en el caso de que existieran los recursos económicos para su fabricación:

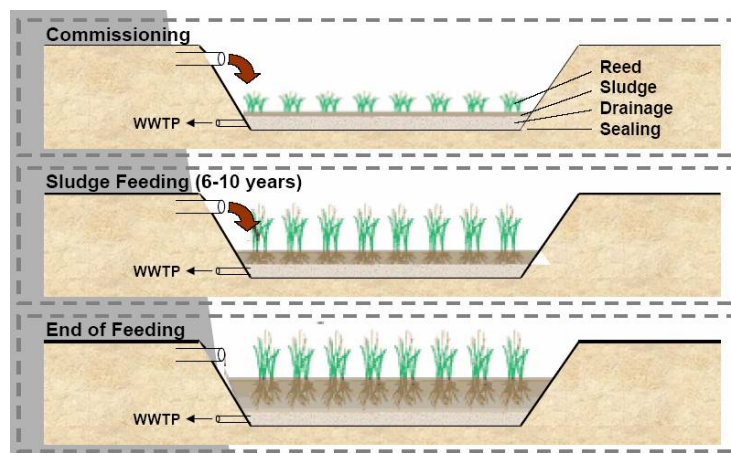
Tratamiento Preliminar

Implementación de rejillas de barras de diferentes diámetros con el fin de separar materiales de varios tamaños, enfocándose a la recolección de residuos sólidos arrojados al río que pudieran representar inconvenientes en el funcionamiento de la planta de tratamiento.

Tratamiento Primario

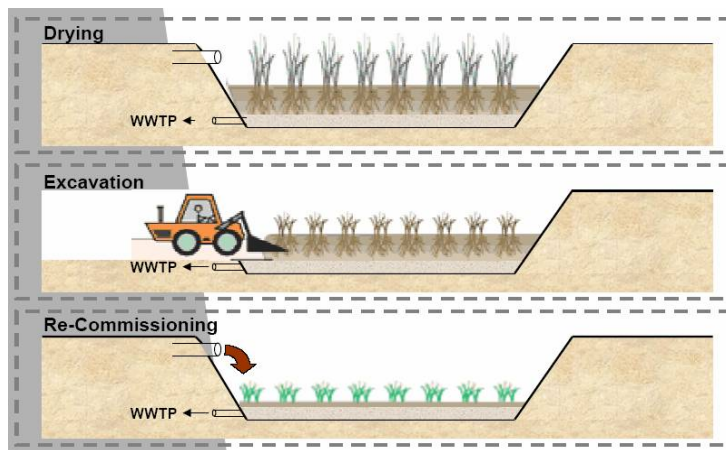
Construcción de sistemas de lechos filtrantes, con el fin de poder aprovechar el agua del río y poder utilizarla con aplicaciones recreacionales. El método consistiría en establecer sistemas de lecho filtrante en varios puntos de la ribera con el fin de poder utilizar las aguas del río en los diferentes puntos, al mismo tiempo en que el agua es tratada. El sistema de lecho filtrante consiste en un sistema capaz de captar agua mediante la utilización de un filtro que se construye en el lecho de una corriente. Es un sistema que permite obtener agua de calidad apta para el consumo humano y se encuentra constituido básicamente por una presa o un dique, muros laterales con aletas de entrada y salida, material filtrante, tubería perforada de drenaje, decantador de flujo ascendente, válvulas, desarenador, vertedero y plantas autóctonas que serán las encargadas de la purificación y limpieza del agua a tratar como se muestra en las figuras 22 y 23, además los sistemas de lechos filtrantes, al estar bien contruidos tienen una vida útil de hasta 10 años, al paso de este tiempo se remueve el lodo que se tiene como producto final, al igual que las plantas y se lo puede utilizar como abono para procesos de agricultura.

Figura 22: Sistema de lecho filtrante



Fuente: Imagen adaptada de Decrent Water Consult, 2011.

Foto 23: Sistema de lecho filtrante continuación



Fuente: Imagen adaptada de Decrent Water Consult, 2011.

Cloración

Construcción de un tanque de cloración para realizar la desinfección completa de las aguas tratadas que estarían listas para darle diversos usos.

- En época de escasas de lluvias no se recomienda realizar muestreos ya que las muestras recolectadas no se podrían considerar como representativas de las características del río y al ser utilizadas los análisis realizados no pueden ser reales o sus valores pueden cambiar.
- Para recolectar muestras de agua o trabajos en cualquier cuerpo de agua se debe considerar a la lluvia como un factor condicionante del resultado que se pueda obtener del cuerpo de agua, es por esto que se recomienda tomar en cuenta a la lluvia para realizar cualquier tratamiento, monitoreo o trabajo en el río Santa Clara, ya que este varía mucho dependiendo de la lluvia.
- Es recomendable que se realicen capacitaciones acerca del cuidado, manejo y buenas prácticas ambientales generales y en el río ya que existe gran desconocimiento sobre el tema lo que causa que las familias que viven a lado del río sigan contaminando al mismo, además de que se genere inconformidad por parte de los habitantes del barrio.
- Se recomienda una buena disposición de las aguas negras por parte del I. Municipio del Cantón Rumiñahui con el fin de evitar la contaminación de los cuerpos de agua existente en el cantón. Además se debe controlar y asegurar el sistema de alcantarillado para todas las casas que se encuentran en las riberas de los ríos. Se puede plantear el estudio de factibilidad de la construcción de una planta de tratamiento designada solamente para aguas negras y grises en diversos puntos del cantón, con el objetivo de solucionar la problemática presente; con tratamientos básicos de aireación para degradar la materia orgánica, sedimentación para eliminar sólidos disueltos al igual que filtros para el mismo propósito y finalmente cloración o algún método de desinfección para que el efluente final pueda ser reutilizada o simplemente colabore con la disminución de la contaminación a los cuerpos de agua.
- Es recomendable realizar una caracterización biológica con el fin de conocer si es posible restablecer la vida acuática del río y así recuperar el ecosistema acuático, con el propósito de obtener un mayor beneficio del mismo como se hacía varias décadas

atrás en la que se utilizaba al río como fuente de bebida, o para la agricultura, al mismo tiempo que representaba una gran fuente de recreación.

- Se recomienda la formación de grupos encargados del cuidado del parque establecido en la ribera del río, con lo que se contribuiría al control de los desechos sólidos.
- Es recomendable que se realicen pruebas de laboratorio con diferentes metodologías de tratamiento para las aguas del río Santa Clara. Dentro de estas pruebas se podría realizar el sistema de lechos filtrantes utilizando plantas autóctonas de la zona, o realizar pruebas para tratar las aguas negras y grises de las viviendas del barrio Selva Alegre.
- Se recomienda el estudio posterior de las características físico-químicas y microbiológicas del río con el fin de observar cambios positivos o negativos en su comportamiento y morfología ya que se está viviendo un periodo de construcción masivo de viviendas en el barrio lo que puede representar mayores afecciones al río.
- Realizar capacitaciones y concientización del buen uso y manejo del agua potable ya que el sector posee un alto consumo del recurso y en la actualidad no posee una población muy elevada, todo esto con el fin de estar preparados en caso de que la población del sector siga creciendo de manera descontrolada.
- Se recomienda a las autoridades que tengan un mayor control en la construcción de viviendas en todo el sector del Cantón Rumiñahui ya que estamos viviendo una etapa de construcción de conjuntos residenciales, con casas de muy pequeño tamaño que al final solo representan el incremento en el consumo de los recursos naturales, ocasionando que las afecciones hacia los mismos vayan incrementando.
- Se recomienda que se realicen controles sobre la tala indiscriminada de árboles que se encuentran en el sector del barrio de Selva Alegre ya que cada vez existen menos, el pueblo crece más y por lo tanto las actividades de impermeabilización del suelo se incrementan ocasionando que la cuenca hidrográfica se vea afectada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Crites. R; Tchobanoglous. G (2000). Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones. (1ª Ed.). Santa Fe de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill.
- Departamento de agua potable del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui. 2010.
- Falcon, C. (1990). Manual de Tratamiento de Aguas Negras. México DF, México: LIMUSA, S.A de C.V.
- Freile, J. & Fabara, J. (2009). La Sublime y Trágica historia del valle del Pita. Revista Ecuador Terra Incógnita. N°58. Ecuador. Disponible en: http://www.terraecuador.net/revista_58/58_pita.html.
- Molina M. (2010). Presidente de la Junta Barrial del Barrio Selva Alegre.
- Rojas R. J. A (2002). Calidad del Agua (1ª Ed.). Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS). Libro VI, Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Quito-Ecuador, 2003.