

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 EL PROBLEMA

Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos. Gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben. Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos y peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias.

En relación a la ciudad de Ibarra, el crecimiento poblacional ha ocasionado que el río Tahuando reciba gran cantidad de aguas servidas, las que interfieren con los usos a los que se destina el agua, agotando el oxígeno disuelto y produciendo olores desagradables.

Los derivados de hidrocarburos procedentes de las descargas de las lubricadoras y estaciones de gasolina, productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensoactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos han determinado que se convierta en un cuerpo de agua muy contaminado.

Otro de los factores principales para el deterioro del río es la falta de cultura ambiental por parte de los habitantes, el río no solo está contaminado por aguas servidas sino que también se ha convertido en algunos sectores como basurero.

La calidad de las aguas del río se ha visto afectada por las descargas de agua residual urbana que recibe. Existe información sobre la extensión de la afectación de la calidad de las aguas del río, pero se desconoce el volumen y la calidad de las descargas.

Por lo tanto, el problema que se va investigar es: ***“no existe un sistema de monitoreo permanente que permita a la EMAPA-I evaluar de manera constante y precisa la calidad de las aguas residuales urbanas”***

1.2 JUSTIFICACIÓN

Hasta ahora los diagnósticos elaborados en lo que se refiere acerca del río se han enfocado en la sub cuenca como tal. El presente estudio está encaminado a obtener datos reales y confiables mediante una red de monitoreo que permita conocer la calidad de las aguas residuales que se descargan al río luego de su paso por la zona urbana de la ciudad de Ibarra. Por medio de este conocimiento se podrán establecer medidas preventivas y hacer cumplir las normas establecidas en la legislación ambiental.

La implementación de la red de monitoreo de las descargas de aguas residuales urbanas será de gran utilidad para conocer la influencia de las aguas residuales sobre la calidad de las aguas del río Tahuando, ayudará a identificar las descargas que aportan más contaminantes y contribuirá para que la Empresa defina políticas para el desarrollo de proyectos para el manejo racional de las aguas residuales.

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 GENERAL

Proponer un sistema de monitoreo para la caracterización de las aguas residuales que recepta el río Tahuando. (Desde la parte sur Zuleta hasta la parte norte Priorato).

1.3.2 ESPECÍFICOS

- ✚ Caracterización físico-química y microbiológica de las aguas residuales que se vierten al río.

- ✚ Establecer las principales fuentes de contaminación de las aguas del río.

- ✚ Realizar pruebas piloto para evaluar el sistema de monitoreo.

1.4 PREGUNTA DIRECTRIZ

¿Es posible obtener información confiable a través de un sistema de monitoreo de las aguas residuales que se descargan en el río Tahuando, desde la parte sur (Zuleta) hasta la parte norte (Priorato)?

Capítulo II

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 EL AGUA

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta.

El incremento de la oferta de agua como herramienta para el impulso económico, el mayor nivel de contaminación, irremisiblemente asociado a un mayor nivel de desarrollo, algunas características naturales (sequías prolongadas, inundaciones) y en definitiva una sobreexplotación de los recursos hídricos, han conducido a un deterioro importante de los mismos.

Esto ha hecho necesario un cambio en los planteamientos sobre política de aguas, que han tenido que evolucionar desde una simple satisfacción en cantidad de las demandas, hacia una gestión que contempla la calidad del recurso y la protección del mismo como garantía de un abastecimiento futuro y de un desarrollo sostenible. (Bethemont, J., 1980)

2.2 AGUAS RESIDUALES

2.2.1 Problemática general de las aguas residuales.

Las aguas residuales plantearán el mayor problema con que se enfrentará la humanidad en los próximos años. En los países con escasas disponibilidades de agua dulce, la situación se volverá más aguda. Las aguas residuales producen una serie de alteraciones en los cursos y planos de agua debido a los diversos productos que contienen, y a que las áreas receptoras son cada vez menos capaces de asimilar.

La capacidad de auto depuración de una masa de agua es siempre limitada, mientras que el vertido de residuos a ella no tiene freno en el momento actual. Es decir, el volumen de aguas residuales depuradas no alcanza en ningún punto el nivel que debería tener hasta compensar la diferencia que existe con la capacidad de auto depuración de los ríos.

Por lo que se refiere a los vertidos a zonas marinas, el problema es similar. El mar tiene una capacidad de auto depuración limitada, que hace que las costas lleguen a saturarse en lo que se refiere a contaminantes, el problema entonces se hace similar tanto en las aguas continentales como en las marinas próximas a la costa en todo el país.

La expansión urbana y el aumento del consumo hídrico consecuente, han provocado un crecimiento proporcional de las aguas residuales generadas. Entre un 70 y 80% de las aguas recibidas a nivel domiciliario se transforman en residuales vertiéndose en las redes de saneamiento, si las hay, o en drenajes de diverso tipo, para terminar engrosando los cuerpos de agua naturales. Del mismo modo, las aguas utilizadas por la industria, ya sea para ser consumidas en los procesos industriales, en el enfriado o en la limpieza, también se vierten en las redes y canales de desagüe, culminando su itinerario en ríos, lagos y mares. (Seoanez, M, 1995)

Los establecimientos agropecuarios consumen volúmenes considerables de agua, sobre todo cuando plantan sus cultivos bajo riego. A la salida de los drenajes agrícolas, el agua sale cargada de agroquímicos, materia orgánica y partículas de suelos, de las formaciones superficiales o geológicas. Todos estos vertidos residuales tienen un impacto muy fuerte en la ecología acuática.

Su irrupción repentina introduce modificaciones en las características habituales de los sistemas hídricos: cambia el contenido y composición de las sales, la materia orgánica y los tenores de gases disueltos, se producen variaciones de temperatura, de color y turbidez y alteraciones del pH, y se introducen elementos extraños, a menudo agresivos para los organismos del lugar. (Garduño, Héctor, 1994)

Esta situación está transformándose gradualmente en un problema crítico en muchas partes del mundo. En ciertas áreas densamente pobladas los volúmenes vertidos exceden en mucho las posibilidades de recepción de los cursos de agua, lagos y ambientes litorales o estuarios. El resultado es una degradación creciente y la destrucción de los recursos biológicos que de ellos dependen. Este problema se ha vuelto común en todas las grandes urbes de América Latina, África y Asia.

De todos modos, existen numerosas razones, ambientales, sociales, sanitarias e incluso económicas, que impulsan a extremar esfuerzos en esa tarea. El tratamiento generalizado y completo de todas las aguas residuales urbanas y agropecuarias se ha transformado en una necesidad urgente, si queremos evitar que el planeta se transforme en un mundo de aguas residuales. (Cortés, M.J.E., 1993)

En México, durante las últimas décadas, el crecimiento poblacional y el desarrollo industrial han producido efectos que degradan el medio ambiente y deterioran sus recursos, como la contaminación del agua, que ha dado lugar a mayores riesgos en la salud y a un deterioro de la calidad de vida de la población (Cifuentes et al., 1995).

El gobierno federal, desde la década de los setenta, ha considerado que la gestión del agua es un tema prioritario y que la depuración de las aguas residuales debe ser empleada como una herramienta de gestión con el fin de controlar y prevenir la contaminación. De acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, México contaba, en junio de 1997, con 808 sistemas de depuración de aguas residuales municipales.

Del total de estos sistemas de tratamiento, 615 se encontraban en operación (76%) con un caudal de 35.34 m³/s. Con base en el caudal de operación y si se estima que se generaban 231 m³/s de aguas residuales en el país (SEMARNAP, 1995) (Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca) sólo se están tratando el 15.3% de este caudal, por lo que se descargaba al ambiente alrededor de 196 m³/s de aguas residuales sin tratar.

Los sistemas de tratamiento con que cuenta el país tienen gran variedad de procesos, pero los más empleados son las lagunas de oxidación, que se utilizan en 416 plantas de tratamiento, y los lodos activados, que se emplean en 174 plantas. Entre estos dos procesos se tiene más del 70% de las plantas de tratamiento del país.

De los 615 sistemas de depuración de aguas residuales municipales en operación, sólo se cuenta con información de eficiencia de operación de 379 de éstos; 113 se encuentran en el rango de eficiencia de 0 a 50%, 133 en el rango de 50 a 75% y 133 en el rango de > 75%. Con base en esta información, más del 70% de las plantas, están por encima del 50% de eficiencia.

2.2.2 Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua de los Ríos de la Ciudad de Cuenca.

La ciudad de Cuenca a través de su empresa ETAPA (Empresa de Telecomunicaciones, de Agua Potable y Alcantarillado), trabaja desde 1984 para recuperar la calidad de agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, siendo pionera a nivel de país y tomada como modelo para el resto de ciudades.

En el período 1984-1989 realizó los estudios del plan maestro de control de la contaminación, inclusive antes de que entre en vigencia el Reglamento de Prevención y Control de la Contaminación del Recurso Hídrico, lo que refleja la política y visión de ETAPA de preocuparse por la conservación del agua y el bienestar de los cuencanos.

Las aguas residuales generadas por la ciudadanía eran descargadas directamente en 270 diferentes puntos, a los ríos y quebradas de la ciudad, lo que provocaba una fuerte contaminación a los cuerpos hídricos que presentaban un aspecto séptico, color gris negrusco, olores pestilentes y ausencia de vida acuática deseable. La contaminación más crítica la recibía el río Tomebamba ya que la ciudad desde épocas remotas se desarrolló a su alrededor.

Entre 1984-1985 se realizaron 16 monitoreos en varias estaciones de los diferentes ríos y quebradas de la ciudad de Cuenca, que eran utilizados como receptores de las aguas residuales domésticas generadas en la ciudad. Esta información sirvió para diagnosticar el estado en que se encontraban estos cursos de agua y realizar el Plan Maestro de Control de la Contaminación de los ríos.

En la década de los 90 se construyeron las obras previstas en el Plan Maestro I para el control de la contaminación en el área urbana de la ciudad de Cuenca como: ampliación de la cobertura de alcantarillado combinado, reposición de colectores antiguos, interceptores que recolectan las aguas residuales generadas en la ciudad, emisario final y planta de tratamiento de aguas residuales.

A partir de 1991 se implementó en ETAPA un programa de Vigilancia de la calidad de agua de los ríos de Cuenca, que permite entre otros establecer indicadores de beneficio de las obras de intercepción. Los monitoreos en las diferentes estaciones tienen una frecuencia de mensual a trimestral. Las variables físicas, químicas y bacteriológicas estudiadas son: oxígeno disuelto, temperatura, pH, DBO₅, turbiedad, coliformes, nitratos, fósforo total, sólidos totales y conductividad.

De acuerdo al diagnóstico realizado en el Plan Maestro I (1984-89), la calidad de las aguas de los ríos de Cuenca estaba afectada principalmente en dos parámetros que eran coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO₅), lo que nos indica que la principal fuente de contaminación para los ríos de Cuenca era la producida por los desechos domésticos.

Mientras que la DBO es un indicador de la contaminación por materia orgánica, que consume oxígeno para estabilizarse, y tiene influencia directa en la salud del ecosistema del río, los coliformes son un indicador que puede restringir el uso del agua por los seres humanos. (www.etapa.com 2007).

2.3 AGUAS RESIDUALES URBANAS

Las aguas residuales urbanas no alcanzan, el nivel que deberían tener para compensar la diferencia que existe con la capacidad depuradora de los ríos. Las aguas residuales de las urbes, sin residuos industriales, provocan una perturbación que se manifiesta principalmente por la disminución del oxígeno disuelto debido a la materia orgánica que agregan. Estas se originan mediante el aporte de desechos humanos y animales, residuos domésticos, de restos vegetales, de aguas de lluvia, aguas de lavado y otros: (Seoanez, 1995).

2.3.1 Origen de las aguas residuales urbanas

Seoanez (1995). Llamamos aguas residuales a los líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua, y que generalmente son vertidos a cursos o a masas de aguas continentales o marinas.

➤ Excretas.

Son las que contienen los residuos sólidos y líquidos que constituyen las heces humanas fundamentalmente, y tienen la siguiente composición:

Las Deyecciones sólidas se componen normalmente de agua, celulosa, lípidos, prótidos y materia orgánica en general que en forma de elementos compuestos de interés agrario corresponden a porcentajes de hasta 30% de N, 3% de P₀₄H₃ y 6% de K₂O, entre otros.

Cuando son expulsadas las heces. Aparece un principio de putrefacción, que tiene lugar sobre las proteínas, tanto alimenticias como aquellas provenientes de secreciones y restos de la mucosa intestinal. Asimismo se presentan descarboxilaciones de aminoácidos que producen lesina, tirosina, aminas, etc., y desaminaciones con desprendimiento de NH₃.

2.3.2 Residuos domésticos.

Son los que proceden de la evacuación de los residuos y manipulaciones de cocinas (desperdicios, arenas de lavado, residuos animales y vegetales, detergentes y partículas), de los lavados domésticos (jabones, detergentes sintéticos con espumantes MES, sales, etc.), y de la actividad general de las viviendas (celulosa, almidón, glucógeno, insecticidas, partículas orgánicas, etc.) y que se recogen en la limpieza de la habitación humana.

2.3.3 Arrastres de lluvia.

Al caer la lluvia sobre una ciudad, arrastrara las partículas y fluidos presentes en las superficies expuestas, es decir: hollín, polvo de ladrillo y cemento esporas polvo orgánico e inorgánico de los tejados, partículas sólidas polvo, hidrocarburos de las vías públicas, restos de vegetales y animales y partículas sólidas (tierras) de los parques y zonas verdes.

Si la precipitación es suficiente, los arrastres se efectuaran hasta la red de evacuación y aparte de los componentes extraños, el volumen de agua es tal que produce diluciones a tener en cuenta en los procesos de depuración.

2.3.4 Infiltraciones.

A veces en zonas verdes urbanas, y debido a la composición de su suelo, se produce infiltración de aguas hacia los acuíferos, con el consiguiente peligro de contaminación.

Normalmente, las redes de evacuación de las aguas residuales son subterráneas, y en aquellos casos en que los acuíferos están próximos a la superficie por lluvias u otras causas existe peligro de infiltraciones y fugas a través de tuberías en mal estado o con conexiones defectuosas, o simplemente por paso gravitatorio normal.

2.3.5 Composición de las aguas residuales

La concentración del agua residual de una población depende principalmente del consumo de agua y de la cantidad de residuos producido a diario por habitante.

La fortaleza contaminante de las aguas residuales domésticas es usualmente caracterizada por su demanda Bioquímica de Oxígeno. Esto determina si el agua residual en cuestión es de composición fuerte, media o débil Tabla 2-1. Otras

características determinantes son los sólidos en suspensión y de nitrógeno amoniacal.

Tabla 2-1
Composición Típica de las Aguas Residuales Domésticas.

Constituyente	Concentración mg/l		
	Fuerte	Media	Débil
Demanda Bioquímica de Oxígeno, 5 días, 20°C (DBO)	350	200	100
Demanda Química de Oxígeno	1000	500	250
pH	7,5	7	6,5
Sólidos Totales	1.200	700	350
Sólidos Disueltos	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Totales Suspendedos	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos Sedimentables	20	10	5
Carbono Orgánico Total (COT)	300	200	100
Nitrógeno Total (como N)	60	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco Libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo Total	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros	150	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃)	350	100	50
Grasas	150	100	50

Fuente: Gutiérrez

2.3.6 Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual.

A continuación se describen brevemente los constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes de cara al tratamiento de las aguas, los métodos de análisis, y las unidades que se emplean para caracterizar la presencia de cada uno de los contaminantes en el agua residual.

2.3.7 Constituyentes de las aguas residuales.

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. La Tabla 2.2 muestra las principales propiedades físicas del agua

residual así como sus principales constituyentes químicos y biológicos y su procedencia.

Tabla 2-2.

Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual y sus Procedencias

Características	Procedencia
Propiedades físicas:	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales
Olor	Aguas residuales en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
Constituyentes químicos:	
Orgánicos:	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceites y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes Tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos Orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica
Inorgánicos:	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales, aguas de escorrentía

Características	Procedencia
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
Gases:	
Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial
Constituyentes Biológicos:	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Protistas:	

Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Virus	Aguas residuales domésticas

Fuente: Tchobanoglous y Schroeder (1985)

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Definición y Utilidad.

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, temperatura, la densidad, el color y la turbiedad. (Tchobanoglous, G; Schoeder, E 1969).

➤ Sólidos totales.

Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos, los sólidos sedimentables expresados en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. (Levine, A. Tchobanoglous, G. Asano, T.1985).

➤ Temperatura.

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles. Por ejemplo, el aumento de la temperatura del agua puede provocar

cambios en las especies piscícolas. También es importante para industrias que emplean el agua para refrigeración, donde es fundamental la captación del agua.

Por otro lado, el oxígeno es menos soluble en agua caliente que en el agua fría. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35°C. Los procesos de digestión aerobia y de nitrificación se detienen cuando el agua alcanza los 50°C. A temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad, mientras que las bacterias nitrificantes autótrofas dejan de actuar cuando la temperatura alcanza valores cercanos a los 5°C. (Metcalf & Eddy 1979)

➤ **Turbiedad.**

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. (Standard Methods 1989).

2.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

➤ **Medida del contenido orgánico.**

A lo largo de los años, se han ido desarrollando diferentes ensayos para la determinación del contenido orgánico de las aguas residuales. En general, los diferentes métodos pueden clasificarse en dos grupos, los empleados para determinar altas concentraciones de contenido orgánico y los empleados para determinar las concentraciones a nivel traza.

El primer grupo incluye los siguientes ensayos de laboratorio: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), y carbono orgánico total (COT). En el pasado, se empleaban otros ensayos, entre los que destacaban nitrógeno total y albuminoide, nitrógeno orgánico y amoniacal, y oxígeno consumido. Estas determinaciones aun figuran en los análisis completos de aguas residuales, excepción hecha de las determinaciones relativas al nitrógeno albuminoide y al oxígeno consumido.

Sin embargo, su importancia ya no es la misma. Mientras que antes se empleaban casi exclusivamente como indicadores de la materia orgánica, actualmente se emplean para determinar la disponibilidad de nitrógeno para mantener la actividad biológica en los procesos de tratamiento de aguas residuales industriales y para evitar indeseables proliferaciones de algas en las aguas receptoras. (Standard Methods 1989).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La DBO es el método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales. Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido. El período de incubación estándar es de 5 días a 20°C, pero se pueden usar tiempos mayores y otras temperaturas, la oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración es, en teoría, infinita. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 a 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y 70%. Se asume la temperatura de 20°C como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubador. (Thomas, H. A., 1950).

➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato de potasio proporciona excelentes resultados en este sentido. El ensayo debe hacerse a altas temperaturas. Para facilitar la oxidación de determinados tipos de compuestos orgánicos es preciso emplear un catalizador (sulfato de plata).

El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales industriales y municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre DBO y DQO. Ello puede ser de gran utilidad puesto que la primera necesita 5 días para ser determinado frente a las tres horas que necesita la DQO para ser determinada. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento. (Thomas, H. A., 1950).

➤ **Carbono Orgánico Total (COT)**

Este método es especialmente indicado para pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo se lleva a cabo inyectando una cantidad conocida de la muestra en un horno a temperaturas altas, o en un medio químicamente oxidante. En presencia de un catalizador, el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico, la producción del cual se mide cuantitativamente con un analizador de infrarrojos.

El ensayo puede realizarse en muy poco tiempo y su uso se está extendiendo muy rápidamente. No obstante, algunos compuestos orgánicos presentes pueden

oxidarse, lo cual conducirá a valores medidos del COT ligeramente inferiores a las cantidades realmente presentes en la muestra. (Grady, C. P.L. Jr., H.C. Lim 1980)

➤ **Materia orgánica.**

Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan (Snoeyink, V. Jenkins, D.1988).

➤ **Alcalinidad.**

La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producido por la adición de ácidos. Normalmente el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos. (Sawyer, C. Mc Carty, & Parkin 1994)

➤ **Nitrógeno.**

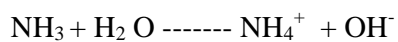
Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. Trazas de otros elementos, tales como el hierro, son necesarias para el crecimiento

biológico. No obstante, el nitrógeno y el fósforo son, en la mayoría de los casos, los principales elementos nutritivos. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en que cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, mediante procesos biológicos. (USEPA, 1976).

➤ **Formas del nitrógeno.**

El contenido total en nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato. El contenido en nitrógeno orgánico se determina con el método Kjendahl. El nitrógeno Kjendahl total se determina del mismo modo que el nitrógeno orgánico, con la diferencia de que no se elimina el amoníaco presente antes del proceso de digestión.

Por lo tanto, el nitrógeno Kjendahl total incluye ambas formas de nitrógeno, el orgánico y el amoniacal. El nitrógeno amoniacal se encuentra en solución acuosa, bien en forma de ion amonio o como amoníaco, en función del pH de la solución, de acuerdo con la siguiente ecuación de equilibrio: (USEPA, 1976).



➤ **Fósforo.**

El fósforo también es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de compuestos de fósforo que alcanzan las aguas superficiales por

medio de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales, y a través de las escorrentías naturales.

Como ejemplo podemos citar el caso de las aguas residuales municipales, cuyo contenido en fósforo puede variar entre 4 y 15mg/l. Las formas más frecuentes en las que se presenta el fósforo en soluciones acuosas incluyen el ortofosfato, el polifosfato y los fosfatos orgánicos. (Levine, A. Tchobanoglous, & T. Asano 1985).

➤ **Metales pesados.**

Como constituyentes importantes de muchas aguas, también se encuentran cantidades, a nivel traza, de muchos metales. Entre ellos podemos destacar el níquel (Ni), el manganeso (Mn), el plomo (Pb), el cromo (Cr), el cadmio (Cd), el cinc (Zn), el cobre (Cu), el hierro (Fe), y el mercurio (Hg). Muchos de estos metales están catalogados como contaminantes prioritarios.

Algunos de ellos son imprescindibles para el desarrollo de la vida biológica, y la ausencia de cantidades suficientes de ellos podría limitar el crecimiento de las algas, debido a su toxicidad, la presencia de cualquiera de ellos en cantidades excesivas interferiría con gran número de los usos de agua. Es por ello que a menudo, resulta conveniente medir y controlar las concentraciones de dichas sustancias.

Además, las cantidades de muchos de estos metales pueden determinarse, a concentraciones muy bajas, empleando métodos instrumentales entre los que cabe destacar la polarografía y espectroscopia de absorción atómica. (Standard Methods 1989).

➤ **Pesticidas y productos químicos de uso agrícola.**

Los compuestos orgánicos que se hallan a nivel de traza, tales como pesticidas, herbicidas y otros productos químicos de uso agrícola, son tóxicos para la mayor parte de las formas de vida y, por lo tanto, pueden constituir peligrosos contaminantes de las aguas superficiales. Estos productos no son constituyentes comunes de aguas residuales, sino que suelen incorporarse a las mismas, fundamentalmente, como consecuencia de la escorrentía de parques, campos agrícolas y tierras abandonadas.

Las concentraciones de estos productos químicos pueden dar como resultado la muerte de peces, contaminación de la carne del pescado y el empeoramiento de la calidad del agua suministrada. Muchos de estos compuestos químicos están catalogados como contaminantes prioritarios. (Corsi, R. L; Chang, D. P. Y; Schroeder, E. D 1987)

2.6 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

2.6.1 Definición y Aplicación

El ingeniero ambiental debe tener un conocimiento exhaustivo de las características biológicas de las aguas residuales. Debe estar familiarizado con los siguientes temas:(1) principales grupos de microorganismos biológicos presentes, tanto en aguas superficiales como en residuales, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos; (2) organismos patógenos presentes en las aguas residuales; (3) organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia; (4) métodos empleados para determinar los organismos indicadores.

➤ **Microorganismos.**

Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, eubacterias y arqueobacterias (véase Tabla 2-6). Tal como se indica en la Tabla 2-6, la mayoría de los organismos pertenecen al grupo de las eubacterias. La categoría protista, dentro de los organismos eucariotas, incluye las algas, los hongos y los protozoos. Las plantas tales como los helechos, los musgos, las plantas hepáticas y las plantas de semilla están clasificadas como eucariotas multicelulares. Los vertebrados y los invertebrados están clasificados como animales eucariotas multicelulares (Stanier, R; Ingraham, J; Wheelis, M; & Painter, P. 1986).

Tabla 2-3

Clasificación de los microorganismos

Grupo	Estructura celular	Caracterización	Miembros representativos
Eucariotas	Eucariota	Multicelular, con gran diferenciación de las células y el tejido	Plantas (plantas de semilla, musgos, helechos). Animales (vertebrados e invertebrados).
		Unicelular o coenocítica o micelial; con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Protistas (algas, hongos, protozoos)
Eubacterias	Procariota	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias.
Arqueobacterias	Procariota	Química celular distintiva	Metanógenos, halófilos, termacidófilos.

Fuente: (Stanier, R; Ingraham, J; Wheelis, M; & Painter, P. 1986).

➤ **Organismos patógenos.**

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que están infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son como se muestra en la Tabla 2-6, las bacterias, los virus, los protozoos y el grupo de los helmintos. Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan

enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea y la paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera.

Debido a la alta capacidad de infección de estos organismos, cada año son responsables de un gran número de muertes en países con escasos recursos sanitarios, especialmente en zonas tropicales (Feachem, R; Bradley, D; Garelik, H; & Mara, D. 1983).

Tabla 2-4

Organismos Patógenos Causantes de Enfermedades de Origen Hídrico.

Organismo	Enfermedad Principal	Origen Principal
Bacterias		
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Heces humanas
Salmonella paratyphi	Fiebre paratifoidea	Heces humanas
Otras esp. Salmonella	Gastroenteritis (salmonelosis)	Heces anim. y hum.
Shigella	Disenteria bacilar	Heces humanas
Vibrio cholerae	Cólera	H.humanas. Agua costera
Patógeno Escherichia coli	Gastroenteritis	H.hum.y animal
Yersenia enterocolítica	Gastroenteritis	H.hum.y animal
Campilobacter yeyuni	Gastroenteritis	H.hum.y animal
Helicobacter pylori	Úlceras pépticas	Saliva, heces humanas
Virus entéricos		
Poliovirus	Poliomielitis	Heces humanas
Cosaeikierosus	Enf. Aparato resp. Superior	Heces humanas
Ecovirus	Enf. Aparato resp. Superior	Heces humanas
Rotavirus	Gastroenteritis	Heces humanas
Virus de la Hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Heces humanas
Virus de la Hepatitis E	Hepatitis	Heces humanas
Astrovirus	Gastroenteritis	Heces humanas
Adenovirus entérico	Gastroenteritis	Heces humanas

Fuente: (Cohn; Perry.D; Cox;M, 2002)

➤ **Uso de organismos indicadores.**

Los organismos patógenos se presentan en las aguas residuales y contaminadas en cantidades muy pequeñas y, además, resultan difíciles de aislar y de identificar. Por ello se emplea el organismo coniforme como organismo indicador, puesto que su presencia es más numerosa y fácil de comprobar. Aparte de otras bacterias, cada ser humano evacua de 100000 a 400000 millones de organismos coniformes cada día.

Las bacterias coniformes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*. El uso de los coniformes como organismos indicadores es problemático debido a que la *Aerobacter* y ciertas clases de *Escherichia* pueden crecer en el suelo. Por lo tanto, la presencia de coniformes no siempre es sinónima de contaminación con residuos humanos. No obstante, aunque parece ser que las *E. coli* si son de origen exclusivamente fecal, la dificultad de determinar le *E. coli* sin incluir los coniformes del suelo hace que se use todo el grupo de los coniformes como indicador de la contaminación fecal.

En la Tabla 2-7 se indican otros organismos que han sido propuestos como indicadores de la contaminación de un agua. (Craun, G. Berger, & Calderón 1997)

Tabla 2-5

Organismos indicadores empleados para la determinación de los criterios de rendimiento para diferentes usos del agua

Usos del agua	Organismo Indicador
Agua potable	Coliformes totales
Actividades lúdicas en agua dulce	Coliformes fecales, <i>E. coli</i> , Enterococos
Actividades lúdicas en agua salada	Coliformes fecales, Coliformes totales, Enterococos
Zonas de crecimiento de moluscos	Coliformes fecales, Coliformes totales
Irrigación agrícola	Coliformes totales (agua reutilizada)
Desinfección de efluentes de aguas residuales	Coliformes totales, Coliformes fecales

Fuente: (Craun, G. Berger, & Calderón 1997)

➤ **Determinación de la presencia de organismos coliformes.**

Los ensayos más habituales empleados para la determinación de la presencia de organismos coliformes son el método de fermentación en tubo múltiple y el método de filtro de membrana.

➤ **Método de fermentación en tubo múltiple.**

Este método de ensayo está basado en la dilución hasta la extinción. Para el ensayo de coliformes totales, los tubos inoculados se incuban en un baño de agua a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante un período de 24 ± 2 horas. Caso de producirse acumulación de gases en los tubos de recolección terminado el período de 24 horas, se considera que la reacción es positiva.

➤ **Estimación de las densidades de coliformes.**

Las concentraciones de bacterias coliformes totales suelen expresarse como “Número más probable” (NMP) por cada 100ml. El NMP puede determinarse empleando directamente la distribución de Poisson, usando las tablas para la determinación del NMP derivadas de la distribución de Poisson.(Thomas, H. A 1947).

➤ **Método de filtro de membrana.**

El método de filtro de membrana puede igualmente, utilizarse para la determinación del número de organismos coliformes presentes en el agua. La determinación llevada a cabo haciendo pasar un volumen conocido de la muestra de agua a través de un filtro de membrana con poros de tamaño muy pequeño debido a que el tamaño de las bacterias es mayor que el de los poros, éstas quedan retenidas en el filtro.

En este momento se ponen en contacto con un agar que contiene los elementos nutritivos necesarios para su crecimiento. Después de un proceso de incubación, las colonias de coliformes son suficientemente grandes para poder ser contadas para posteriormente determinar la concentración de las mismas. La técnica del

filtro de membrana presenta la ventaja de ser más rápida que el NMP, además de proporcionar un recuento directo. Ambos métodos están sujetos, no obstante a ciertas limitaciones. (Standard Methods 1989).

2.7 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.

Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración.

Líquidos Residuales: Son los que se derivan de la fabricación de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos tales como lejías negras, los baños de curtido de pieles, las melazas de la producción de azúcar, los alpechines.

Se debe intentar la recuperación de subproductos (Aguas, Residuales), de Proceso: Se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa... y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales.

Generalmente su contaminación es <10% de la de los líquidos residuales aunque su volumen es 10-50 veces mayor.

Aguas de Refrigeración Indirecta: No han entrado en contacto con los productos y por tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura. Ahora bien, hoy día hay que considerar también la existencia de productos que evitan problemas de explotación (estabilizantes contra las incrustaciones y corrosiones, algicidas) que pueden ser contaminantes.

2.7.1 Tipos de Vertidos Industriales.

- **Continuos.** Proviene de procesos en los que existe una entrada y una salida continua de agua (Procesos de Transporte, lavado, refrigeración...)
- **Discontinuos.** Proceden de operaciones intermedias. Son los más contaminados

(Baños de decapado, baños de curtidos, lejías negras, emulsiones).

Al aumentar el tamaño de la industria, algunos vertidos discontinuos pueden convertirse en continuos.

2.7.2 Clasificación de las Industrias según sus Vertidos.

Se clasifican en 5 grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las Aguas Residuales y se describen en la siguiente tabla.

Tabla 2-6

Tipos de Los Efluentes Industriales

Efluentes Orgánicos	Efluentes Orgánicos e Inorgánicos	Efluentes Inorgánicos
Papeleras	Refinerías y Petroquímicas	Limpieza y Recubrimiento de Metales
Azucareras	Coquerías	Explotaciones mineras y salinas
Mataderos	Textiles	Fabricación de productos químicos
Curtidos	Fabricación de Productos químicos	Efluentes de Refrigeración
Conservas	Efluentes con Materiales en Suspensión	Centrales térmicas
Fermentación	Lavaderos de mineral y carbón	Centrales nucleares
Preparación de productos alimenticios	Corte y pulido de mármol y otros minerales	
Bebidas	Laminación en caliente y colada continua.	
Lavanderías		

Fuente: (Lluria, Mario R., 1996)

2.7.3 Valoración de la Carga Contaminante que vierte la industria.

Para superar la dificultad que supone generalizar esta valoración (pues no existen 2 industrias iguales), al menos cuando se trata de estimar la carga contaminante contenida en las Aguas Residuales con vistas al dimensionamiento de su planta depuradora, se ha recurrido al concepto de “POBLACION EQUIVALENTE”.

Este valor se deduce dividiendo los Kg. de DBO (demanda biológica de oxígeno) contenidos en el agua residual, correspondiente a la producción de una unidad determinada, por la DBO que aporta un habitante por día, valor para el que en Europa se considera un valor medio de 60 gr. Ahora bien, dado que el término “Población Equivalente” sólo se refiere a una contaminación de carácter orgánico, a la hora de dimensionar la planta depuradora sería necesario, al menos, tener en cuenta además de la DBO, los Sólidos en Suspensión (SS).

En Francia se basaron en los parámetros de DQO, DBO y SS para el cálculo del canon de vertido. · En Francia y Cataluña existen tablas que establecen el canon de vertido industrial en función de la producción de la actividad o el número de operarios. (<http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier>, 2004)

2.8 CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

La determinación de los caudales de agua residual es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación. En aquellos casos en que los datos sobre caudales sean escasos o inexistentes, es preciso estimarlos partiendo de otras fuentes de información que guarden estrecha relación con los mismos, como puede ser el caso de los datos sobre consumo de agua. (Metcalf & Eddy. 1981).

2.8.1 Composición de los caudales de aguas residuales.

La composición de los caudales de aguas residuales de una comunidad depende del tipo de sistema de recogida que se emplee, y puede incluir los siguientes componentes:

- **Agua residual doméstica.** Procedente de zonas residenciales o instalaciones comerciales y públicas.
- **Agua residual industrial.** Agua en la cual predominan vertidos industriales.
- **Infiltración y aportaciones incontroladas.** Agua que entra tanto de manera directa como indirecta en la red de alcantarillado. La infiltración hace referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas. Las aportaciones incontroladas corresponden a aguas pluviales que se descargan a la red por medio de alcantarillas pluviales, drenes de cimentaciones, bajantes de edificios y tapas de pozos de registro.
- **Aguas pluviales.** Aguas resultantes de la escorrentía pluvial. (Metcalf & Eddy. 1981).

2.8.2 Estimación de los caudales de aguas residuales a partir de los datos de abastecimiento de agua.

En aquellos casos en los que no es posible medir directamente de los caudales de aguas residuales y no dispone de series históricas de los mismos, los datos sobre abastecimiento de agua a la comunidad pueden resultar de gran ayuda para estimar los caudales de aguas residuales. Para aquellos casos que en los que no se dispone tampoco de los datos de abastecimiento, se dan valores típicos de dotaciones según el tipo de usuario, aparatos domésticos e industriales, y la fracción del agua de abastecimiento que se convierte en agua residual, datos que

pueden ser útiles para estimar el caudal de agua residual que genera una comunidad. (Salvato, J. A. 1985)

➤ **Agua para uso público.**

Normalmente se suele dividir el uso público del agua en categorías:

1 Uso doméstico (agua para uso general y sanitario); 2 (uso industrial); 3(servicio público); 4 (pérdidas en la red y fugas). En la tabla 2-9 se dan valores típicos per capita de estos usos.

Tabla 2-7

Valores típicos de los usos públicos de agua en los Estados Unidos

Uso	Caudal (l/hab* día)		
	Intervalo	Media	Porcentaje respecto al caudal medio
Doméstico	150- 490	225	36,4
Industrial	40 -380	265	42,4
Servicio público	20 -75	40	6
Pérdidas y fugas	40 -150	95	15,2
	250 - 1095	625	100

Fuente: (Tchobanoglous, G . y Shoeder, E. 1985)

- **Uso doméstico.** El uso doméstico del agua comprende el agua abastecida a zonas residenciales, comercios, instituciones y espacios recreacionales, y se mide a partir de contadores individuales. Los usos a los que se destina incluyen el agua que se bebe, la usada para limpieza, higiene, fines culinarios, evacuación de residuos, y regado de jardines y zonas verdes particulares. (Salvato, J, A. 1985)
- **Uso industrial.** La cantidad de agua con que los municipios abastecen a las industrias para su uso en los diferentes procesos de producción presenta una gran variabilidad. Las industrias grandes consumidoras de agua, como las refinerías, químicas y conserveras, suelen abastecerse al

margen de las redes públicas de abastecimiento de agua. En cambio, industrias cuyas necesidades y consumos son bastante menores, como las dedicadas a productos de tecnología, si se abastecen a través de las redes públicas. En la Tabla 2-10 se ofrecen datos sobre consumos que cabe esperar de las industrias en función de los diferentes procesos que se llevan a cabo. (Salvato, J, A. 1985)

Tabla 2-8

Valores típicos de los consumos de agua en la Industria.

Industria	Caudal m³/ton producto
Conservera	
Judías verdes	45-66
Melocotones y peras	14-18
Otras frutas y verduras	4-32
Química	
Amoníaco	90-270
Dióxido de carbono	51-80
Lactosa	545-725
Azufre	7-9
Alimentaria y Bebidas	
Cerveza	9-15
Pan	2-4
Envasado de carne	15-20 ^{a1}
Productos lácteos	9-20
Whisky	50-70
Pasta y papel	
Pasta	225-720
Papel	110-140
Textil	
Blanqueado	180-270 ^{b2}
Tinte	25-50

Fuente: Salvato, J, A. 1985

¹ Peso en vivo

² Algodón

2.8.3 Origen y caudales de aguas residuales domésticas

Las zonas residenciales y los centros comerciales constituyen las principales fuentes de generación de aguas residuales domésticas, aunque también debe tenerse en cuenta la importante contribución que representan los edificios institucionales y los espacios recreacionales. Los caudales para asentamientos de pequeño tamaño (menos de 1000 habitantes) pueden variar considerablemente con respecto a los estimados para poblaciones más grandes, razón por la cual son objeto de un estudio más detallado. (Geyer, J.C 1962)

2.8.4 Origen y caudales de aguas residuales industriales.

Los caudales de aguas residuales no domésticas generadas en las diferentes industrias dependen del tipo y tamaño del centro industrial, el grado de reutilización del agua y el pretratamiento que se dé al agua utilizada, en el caso de que exista pretratamiento alguno. Con el empleo de tanques de retención y regulación es posible hacer frente a las frecuentes puntas de los caudales.

Para zonas industriales en las que no se empleen procesos húmedos, los valores típicos de proyecto de caudales se sitúan en el intervalo de 9 a 14 m³/ha por día para zonas de escaso desarrollo industrial, en torno a los 14 a 28 m³/ha por día para zonas con un desarrollo industrial medio.

Para las industrias en las que no se reutiliza internamente el agua, podemos asumir que entre el 85 y el 95 % del agua empleada en los diversos procesos se convierte en agua residual, mientras que en las grandes industrias con sistemas de reutilización de agua es preciso llevar a cabo estudios más detallados. En cuanto a

la contribución de las industrias a los caudales de aguas residuales domésticas, ésta se sitúa en valores del orden de 30 a 90 l/hab. Por día (Geyer, J.C 1962)

2.9 MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES.

El Monitoreo de la calidad del agua es importante para controlar y detectar puntos de contaminación en los ríos.

El Monitoreo Permanente de Calidad de Agua, tiene como meta conocer los datos recopilados del campo y ver como impacta al medio las diferentes actividades desarrolladas por el hombre; así en un futuro poder controlar la contaminación del agua con la única finalidad de mejorar la Calidad de Agua y de Vida en las áreas de influencia. (Hahn – Schlam et al, 2006).

2.9.1 Muestreo de Aguas Residuales.

El muestreo es el proceso de seleccionar una muestra representativa para hacer el análisis, y el proceso de recolección debe considerar algunos aspectos, a fin de que pueda cumplirse el objetivo propuesto. La composición de la muestra puede variar con el tiempo una vez recogida a causa de cambios químicos, reacción con el aire, o interacción de la muestra con el recipiente. Las técnicas de muestreo y de análisis usadas para la caracterización de las aguas residuales van desde determinaciones químicas cuantitativas y precisas, hasta determinaciones biológicas y físicas cualitativas.

Los principales objetivos del método de muestreo es asegurar que las muestras sean representativas del material que se analiza y que las muestras analizadas en el laboratorio sean homogéneas. El término muestra representativa significa que el contenido total de la muestra sea el mismo que el del material del cual se ha tomado, mientras que el término homogénea se refiere a que la muestra presente las mismas características en cada punto del cual se ha extraído la alícuota.

Por otra parte, el recipiente no debe aportar interferencias ni adsorber o absorber ninguno de los analitos ya que esto alteraría la medición. Los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio nunca pueden ser más confiables que la muestra sobre la cual se realizan las pruebas, se puede afirmar con seguridad que la mayoría de los datos erróneos implican problemas atribuibles a un inadecuado muestreo que a técnicas inadecuadas de laboratorio.

La recolección de muestras de agua puede parecer una tarea relativamente simple. Sin embargo, se requiere algo más que la simple inmersión de un recipiente en el agua para obtener muestras representativas de la misma y preservar su integridad hasta que sean analizadas en laboratorio.

Generalmente las muestras pueden ser de dos tipos:

- ✚ Puntuales
- ✚ Compuestas

➤ **Puntuales.**

Son aquellas que se toman aisladamente en un momento instantáneo en el tiempo, y analizadas por separado. Son esencialmente una guía del aspecto y composición del universo que se está evaluando en el instante de la extracción.

La representatividad de una muestra puntual es de valor limitado, pero puede ser usado en el seguimiento de las características rápidamente cambiantes de un desagüe.

La serie de muestras puntuales son útiles para apreciar las variaciones de parámetros tales como pH, gases disueltos, etc. Las muestras puntuales analizadas in situ son esenciales para las determinaciones de oxígeno disuelto, temperatura, demanda de cloro y cloro residual. Asimismo, las concentraciones debidas a descargas intermitentes de tanques o piletas, pueden determinarse utilizando muestras puntuales.

➤ **Compuestas.**

Indican condiciones medias y dan resultados que son útiles para estimar las cantidades de materiales descargados a lo largo de un período prolongado como por ej: 24 horas o por turno.

Si el caudal en donde se toma la muestra es constante, la muestra compuesta está formada por un número adecuado de porciones uniformes recogidas frecuentemente a intervalos regulares. En cambio, si el caudal varía, como ocurre generalmente en los desagües industriales, es aconsejable tomar una muestra compensada. En este caso el volumen de cada porción será proporcional al caudal del efluente que circula en el momento de la extracción.

El muestreo compuesto reduce a un mínimo el trabajo analítico. Las muestras compuestas de procesos industriales continuos son formadas normalmente sobre un turno de trabajo de 8 horas o bien sobre 24 horas. Ocasionalmente pueden ser necesarias muestras compuestas sobre períodos menores de 4 , 2 y hasta de 1 hora para estudios especiales.

2.9.2. Caracterización de Efluentes Líquidos.

Las características del plan de monitoreo de los efluentes de aguas residuales dependerán del objetivo perseguido. El monitoreo de los efluentes puede ser necesario para:

- ✚ Verificar el cumplimiento de las normas de vuelco, en cuyo caso la extracción de muestras la hace la autoridad de control.

- ✚ Demostrar el cumplimiento de las normas de descargas de aguas residuales, cuyo caso la extracción de muestras la hace el personal del mismo establecimiento.

- ✚ Identificar los puntos más susceptibles a contaminaciones peligrosas en caso de existir descargas con residuos industriales, agrícolas o metales pesados.

➤ **Lugares de muestreo.**

La selección de un lugar adecuado para la extracción de muestras es de gran importancia para que estas sean representativas del lugar que se está estudiando, en general, el punto elegido debe ser un lugar donde se produzca turbulencia o tenga caída, de este modo se consiguen condiciones de mezcla que impiden la separación de sólidos, obteniéndose muestras representativas. (INACTUA, 2005)³

➤ **Duración del Programa de muestreo.**

El objetivo del programa de muestreo y la complejidad del proceso que genera fijará la duración del mismo, es probable que no se obtengan resultados confiables con un programa de menos de una semana de duración. En estos casos el mínimo de duración recomendado para un programa de extracción de muestras es de 2 semanas, o debe extenderse a programas aun mayores.

➤ **Preservación de las muestras.**

Lo óptimo es un análisis inmediato, si esto no es factible las muestras deben conservarse en frío (hielo) en la oscuridad, esto inhibe los problemas asociados a la multiplicación y la muerte de los organismos por un tiempo (no mas de 30 horas).

Para evitar las alteraciones en la concentración de los parámetros a medir que ocasionan los procesos biológicos, físicos y químicos en las muestras durante el lapso de su colecta y real medición, en campo o en especial si esto se efectúa en laboratorio luego de un viaje (que puede durar horas a días). Deben respetarse las medidas para la preservación de las muestras y mediante adiciones de reactivos

³ Instituto Nacional Del Agua Centro de Tecnología del Uso del Agua (Argentina, 2005)

químicos, conservación en frío, y/o evitando el efecto de la luz solar, se asegura la validez de las determinaciones a efectuar.

➤ **Adición de reactivos químicos:**

Las muestras suelen acidificarse para medir luego algunos compuestos: Ejemplo: metales disueltos, herbicidas tipo fenoxiácidos; debe procurarse siempre el empleo de reactivos de máxima pureza, para no introducir una contaminación adicional en la muestra sometida luego a detección en el Laboratorio.

➤ **Empleo de frío extremo / congelación y/o mantenimiento en freezer.**

Esta técnica no es siempre aconsejable, porque causa algunos cambios fisicoquímicos, Por ej. formación de precipitados y pérdida de gases disueltos que pueden afectar la real composición de la muestra. También los compuestos sólidos cambian a causa del proceso congelación / deshielo y el retorno a las condiciones de equilibrio requiere una homogeneización rápida y especial, antes de efectuar las determinaciones analíticas en el Laboratorio.

➤ **Conservación utilizando frío moderado (4° C):**

Esta es la técnica más utilizada y en general mantiene completamente la integridad de los compuestos químicos (poluentes / nutrientes /biota) aunque algunos elementos pueden llegar a precipitar. Se complementa regularmente este método mediante la adición de reactivos químicos, acorde al parámetro a medir.

➤ **Volumen de la Muestra**

El volumen a colectar lo definen los requerimientos del laboratorio en base a la cantidad de parámetros a analizar, cuando se trabaja para detectar compuestos orgánicos deben utilizarse filtros de fibra de vidrio, lo que queda allí retenido es la fracción particulada y el resto constituye la concentración del compuesto disuelto.
PRODIA 2004 (Programa de Desarrollo Institucional y Ambiental Mexico)

➤ **Pruebas in situ.**

Siempre que se toma una muestra del agua, se debe anotar los resultados de los parámetros físicos en el lugar de muestreo siempre que sea posible. Para la mayoría de los análisis, será necesario enviar la muestra a un laboratorio

➤ **Métodos de Análisis.**

Los métodos cuantitativos de análisis son gravimétricos, volumétricos o físico-químicos; en los métodos físicos – químicos se miden propiedades diferentes a la masa o al volumen. Los métodos instrumentales de análisis como turbidimetría, colorimetría, potenciometría, polarografía, espectrometría de absorción, fllurometría, espectroscopia y radiación nuclear son análisis físico – químicos representativos. En lo que concierne a los diferentes análisis pueden encontrarse mayores detalles en Standard Methods (1995), la mayoría cual es la referencia aceptada para la realización de análisis tanto de agua potable como de agua residual.

Independientemente del método de análisis usado, se debe especificar el límite de detección del mismo. (Crites. R, Tchobanoglous.G. 2002)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se identifica el área de estudio y se desarrolla un plan de muestreo que contiene los puntos de muestreo la frecuencia de análisis, los parámetros a medir, los métodos de análisis a utilizar, así como el tipo de muestras y su pretratamiento.

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El río Tahuando atraviesa las parroquias de Angochagua, La Esperanza, El Sagrario y San Francisco, pertenecientes al cantón Ibarra, con una extensión de 17 km desde la parte alta de Zuleta hasta El Priorato, (puntos extremos de la zona de estudio), con una temperatura promedio de 17.6 °C, una precipitación media anual de 612 mm y un caudal promedio de 4.3 m³/s (PROFAFOR 2004).

En la Tabla 3.1.se indican las coordenadas de los puntos extremos del recorrido del río.

Tabla 3.1 Coordenadas extremas dentro de la micro cuenca.

Lugar	coordenada X este	coordenada Y norte	Altitud	PUNTO
Zuleta	823924	10021104	2924	Neutro
Priorato	821565	10043272	2170	Final

Datum: Sam 56, zona 17 SUR
Datos tomados con GPS Magellan

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales utilizados en la investigación de campo al igual que los de laboratorio y oficina, así como los instrumentos, software y bases de datos se detallan a continuación.

1.-De campo	2.-De laboratorio	3.- De Oficina
Mascarilla Full Face Botas de Agua Guantes Quirúrgicos Guantes de caucho Overol impermeable Frascos plásticos Frascos de Vidrio Marcador indeleble Apoya manos Hieleras portátiles Materiales de aforo Equipo portátil de Laboratorio	Reactivos para análisis de aguas Espectrofotómetro Placas Petri Cámara de flujo Laminar Digestor para DQO Respirometro para DBO ₅ Incubadora para DBO ₅ Conos Imhoff	Computadora Útiles de oficina CDs
4.- Instrumentos	5.- Software	6.-Bases de Datos Referenciadas
GPS Cámara digital Molinete	Arc GIS 9 Flash	-Plano de Ibarra en formato SHP Base de datos (curvas de nivel ,ríos y poblados)

3.3. PLAN DE MUESTREO

El plan de muestreo se estableció como parte de la planificación para evaluar la calidad de las aguas residuales, donde se definió puntos de monitoreo, frecuencia de muestreo, medición de caudales, etc.

3.3.1 Identificación puntos de muestreo.

Para la identificación de los puntos de muestreo se realizó un recorrido previo con un funcionario del Dpto. de Alcantarillado quien conocía los puntos de descarga de aguas residuales y con el jefe del laboratorio de EMAPA- I.



Recorrido con funcionario de EMAPA-I

El recorrido se lo realizó desde la parte alta de Zuleta hasta la parte de Priorato, se ubicaron 15 puntos, de los cuales no fueron tomados en cuenta, los puntos en los que no había una descarga directa al río, existía dificultad para acceder o que durante el estudio no estaban conectadas al alcantarillado. Es así que fueron apartadas del estudio, las descargas de Zuleta, La Cadena, Manabí, El Retorno, Pichincha e Imbabura, quedando nueve puntos para la caracterización de las aguas residuales (Mapa N° 2 Anexo 1). En la tabla 3.2 se detalla los puntos con sus respectivas coordenadas, los puntos seleccionados en su mayoría son de la parte urbana.

Tabla. 3.2
Puntos de muestreo

Punto	coordenada X este	coordenada Y norte	Altitud metros	Lugar de Muestreo
T1	821602	10037933	2225	Alpargate
T2	821358	10038132	2237	Victoria 1
T3	821833	10038939	2232	Victoria 2
T4	821381	10040135	2197	Ibarra 1
T5	821357	10040340	2217	Ibarra 2
T6	821264	10041159	2222	Azaya
T7	821585	10040430	2216	Los Olivos
T8	821664	10041604	2217	Aduana Yahuarcocha
T9	821565	10043272	2170	Priorato

Datum: Sam 56, zona 17 SUR
Datos tomados con GPS Magellan

3.3.2 Frecuencia de muestreo.

La Frecuencia de muestreo fue establecida como un plan para evaluar la calidad de las aguas, el período de tiempo que duraría el muestreo y la frecuencia que tendrían la toma de muestras.

A continuación, en la tabla 3.3, se detalla las fechas de muestreo y la toma de caudales en los puntos seleccionados para la caracterización.

Tabla 3.3
Frecuencia de muestreo

Puntos de Muestreo	Año 2007		
	Febrero	Marzo	Abril
	Días		
Alpargate	12 y 27	22	6
Victoria1	13	1 y 23	9
Victoria2	15	2 y 26	10
Ibarra1	16	12 y 27	12
Ibarra2	19	13 y 29	13
Azaya	20	15 y 30	16
Los Olivos	22	16	2 y 17
Aduana Yahuarcocha	23	19	3 y 19
Priorato	26	20	5 y 20

3.3.3 Medición de caudales.

Los caudales se obtuvieron los mismos días de muestreo de las aguas residuales, en las cajas finales de revisión de las alcantarillas; antes de que el agua residual sea evacuada al río por seguridad y facilidad para el muestreador. Para la medición de caudales bajos se usó el método volumétrico que consiste en utilizar un recipiente de 9 litros y un cronómetro, se obtiene el caudal Q (l/s) mediante la relación $Q = v / t$. Mientras que para las descargas grandes se utilizó un molinete. A continuación se detalla los caudales obtenidos en las diferentes descargas.

Tabla.3.4
Caudales obtenidos en las descargas de aguas residuales

DESCARGA	CAUDAL l/s
Alpargate	19,5
La Victoria 1	21
La Victoria 2	22,3
Ibarra 1	183
Ibarra 2	976
Azaya	23
El Olivo	18,5
Yahuarcocha Aduana	34,3
Priorato	11,3
Total	1308,9

Fuente: El Autor

3.4.4 Tipo de Muestra, condiciones de muestreo

El tipo de muestra seleccionada para las caracterizaciones fue muestra compuesta, que tiene como objetivo el producir una muestra representativa de la calidad del agua en el punto de muestreo.

➤ **Condiciones de muestreo**

Para las descargas de aguas residuales se recolectaron muestras compuestas, utilizando envases de vidrio con capacidad de 500 ml, previamente lavados y esterilizados, luego para proceder a recoger la muestra se homogenizaban lavándoles previamente de 2 a 3 veces con el agua a muestrear. En todos los puntos hubo dificultad para la recolección directa en el envase, por lo que se utilizó un recipiente adecuado para recolectar la muestra y luego depositarla en el envase.

Para cada muestra se utilizó una hoja de campo que contenía la siguiente información:

- ✚ pH
- ✚ T°
- ✚ Conductividad eléctrica
- ✚ Numero de frascos colectados
- ✚ Observaciones del Técnico

➤ **Muestreo de agua para análisis de metales, pesticidas e insecticidas**

Para este tipo de análisis fue necesario seleccionar tres puntos de muestreo en el curso del río, ver tabla 3.5. Estos análisis se los realizó una sola vez en cada punto seleccionado las muestras fueron enviadas a los laboratorios de La Universidad Central para los análisis respectivos ver (Anexo2). Los lugares

seleccionados fueron Romerillo alto, Las lavanderías y el sector denominado los cañaverales ver (Mapa N° 3 Anexo1).

Tabla 3.5
Lugares de Muestreo para metales pesados insecticidas y pesticidas

Punto	coordenada X este	coordenada Y norte	Altitud	Lugar de muestreo	Tipo de Análisis
T1	824276	10031561	2500	Romerillo	Metales pesados, insecticidas y pesticidas
T2	821781	10039266	2200	Lavanderías Río Tahuando	Metales pesados, insecticidas y pesticidas
T3	819854	10044474	2125	Cañaverales	Metales pesados, insecticidas y pesticidas

Datum: Sam 56, zona 17 SUR
Datos tomados con GPS Magellan

3.3.5 Manejo de las muestras

Para el manejo de las muestras se consideró el tipo de muestra, el intervalo de tiempo entre la toma de muestra y el análisis y las condiciones de almacenamiento y transporte. Para ello, en la Tabla 3.6 se presentan algunos aspectos relacionados con la toma, transporte y almacenamiento de muestras

Tabla 3.6
Modelo de preservación de muestras

Parámetro	Envase	Tamaño mínimo de muestra, ml	Tipo de muestra	Preservación	Tiempo máximo de conservación Recomendado/Regulado
pH	P, V	50	p	No requerido	Análisis inmediato
Temperatura	P, V			No requerido	Análisis inmediato
Conductividad	P, V	100	p, c	No requerido	Análisis inmediato
DBO	V	300	p, c	Refrigerar	4 horas
DQO	P,V	100	p, c	Refrigerar H2SO4 pH<2	7horas
Fósforo Total	V,	100	c	Refrigerar	48 horas
Nitritos	P,V	100	c	Refrigerar	24 horas
Nitratos	P,V	100	c	Refrigerar	24horas
Amoniaco	P,V	100	c	Refrigerar	24 horas
Sólidos sedimentables	P	1000	c	Refrigerar	7 días

Tomado de: Standard Methods, for the Examination of Water and Waste Water, 2005

P = envase de plástico (polietileno o equivalente)
V = envase de vidrio
p = puntual c = compuesta

3.3.6 Métodos de análisis

En la Tabla 3.7 se indican los parámetros que se analizaron y los métodos utilizados. Los métodos seguidos son métodos oficiales de análisis. En la Tabla se indica únicamente la numeración del método; detalles como reactivos, materiales, procedimientos, etc. Se encuentran en el Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters.

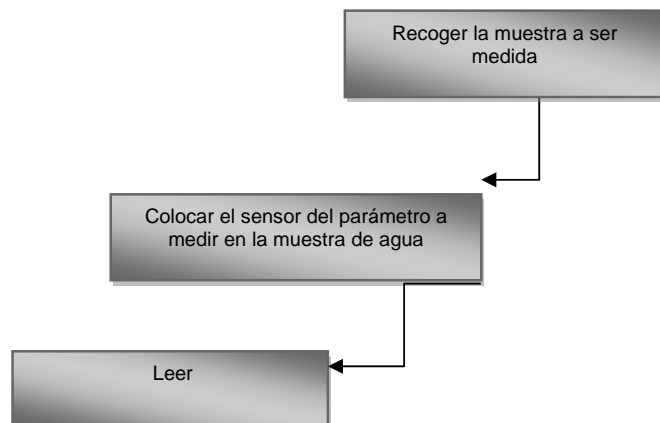
Tabla 3.7
Parámetros, unidades y metodología para análisis de aguas

PARÁMETROS	Unidades	METODOLOGÍA
pH	pH	APHA-4500H+B
Temperatura	°C	APHA-5550 B
Conductividad Elec.	uS/cm.	APHA-2510 A
Demanda Bioq. Oxígeno 5 días	mg/l	APHA-5210 D
Demanda Quím. Oxígeno	mg/l	HACH-8000
Fósforo	mg/l	HACH-8190
Nitratos	mg/l	APHA-4500-NO3-A
Nitritos	mg/l	APHA-4500-NO2-B
Amoniaco	mg/l	HACH-8038
Sólidos Sedimentables 1 hora	cm ³ /l	APHA-2540 F
E. Coli.	ufc/100 ml	APHA-9222 A
Coliformes Totales	ufc/100 ml	APHA-9222 A
Sólidos Suspendidos	mg/l	APHA-2540 F

Tomado de: Standard Methods, for the Examination of Water and Waste Water 1992

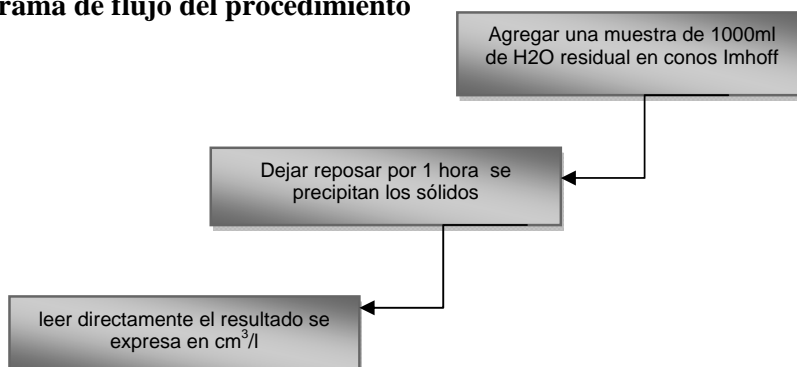
La medición de Temperatura, pH, Conductividad y Sólidos Totales Disueltos se las realizaron in situ; utilizando el mismo equipo, el cual debe cambiarse de sensor de acuerdo a la medición que se quiera realizar.

Diagrama de flujo del procedimiento:



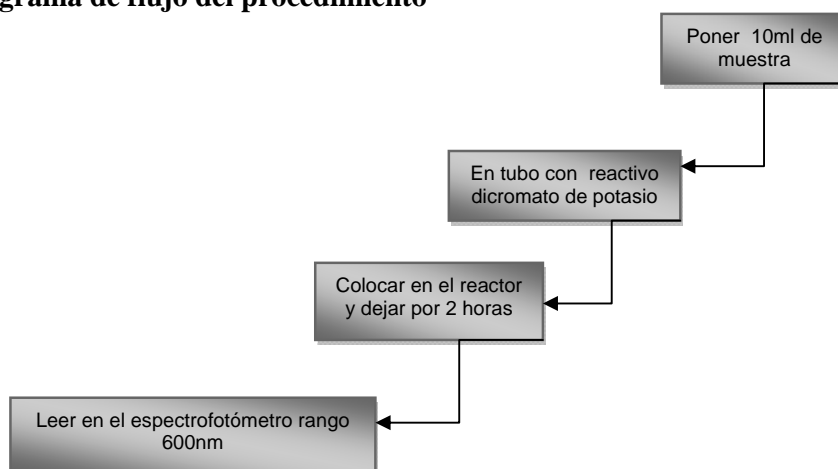
➤ **Sólidos Sedimentables (SS)**

Diagrama de flujo del procedimiento



➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

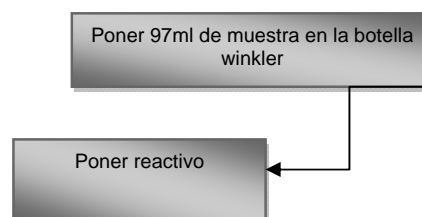
Diagrama de flujo del procedimiento

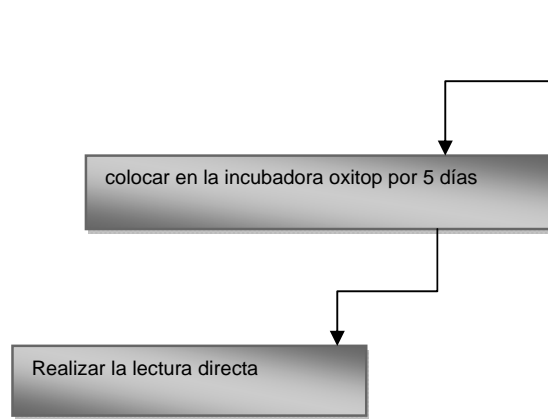


➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

En los análisis de pruebas que se realizaron previamente para manejo de equipos se determinó la cantidad de muestra de agua residual para este procedimiento.

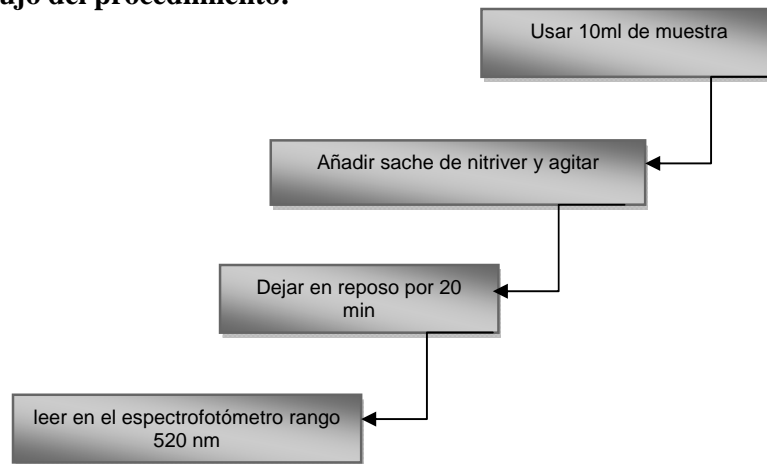
Diagrama de flujo del procedimiento:





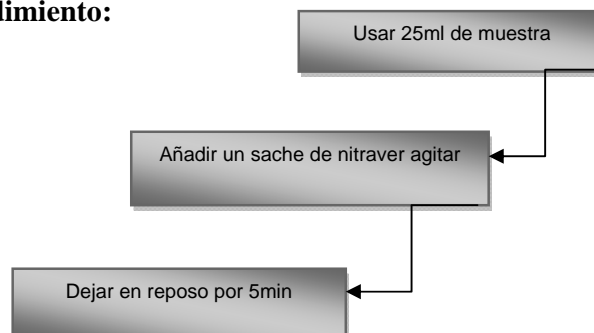
➤ **Nitritos (NO₂)**

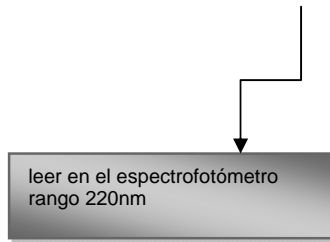
Diagrama de flujo del procedimiento:



➤ **Nitratos (NO₃)**

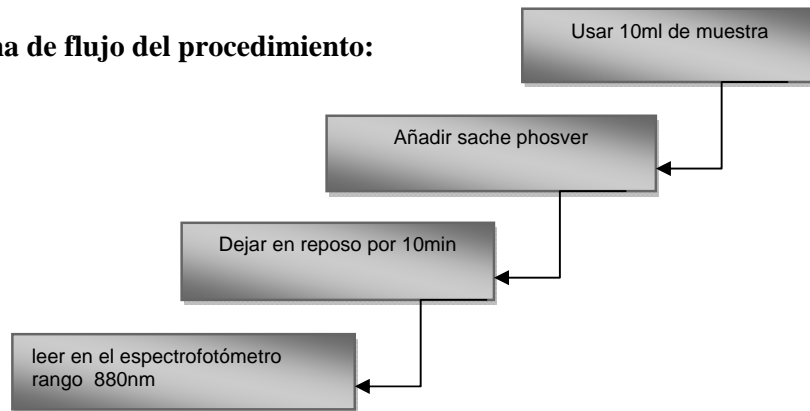
Diagrama de flujo del procedimiento:





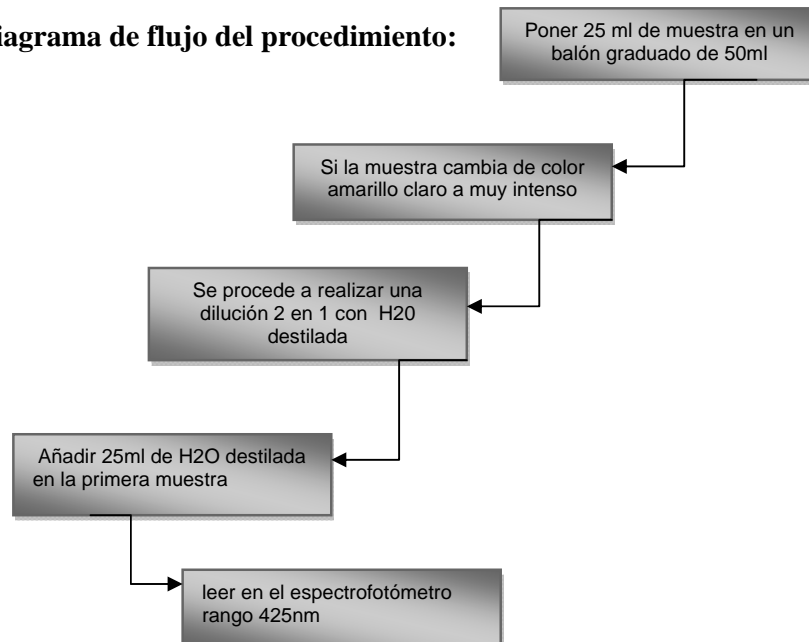
➤ **Fosfatos (PO₃)**

Diagrama de flujo del procedimiento:



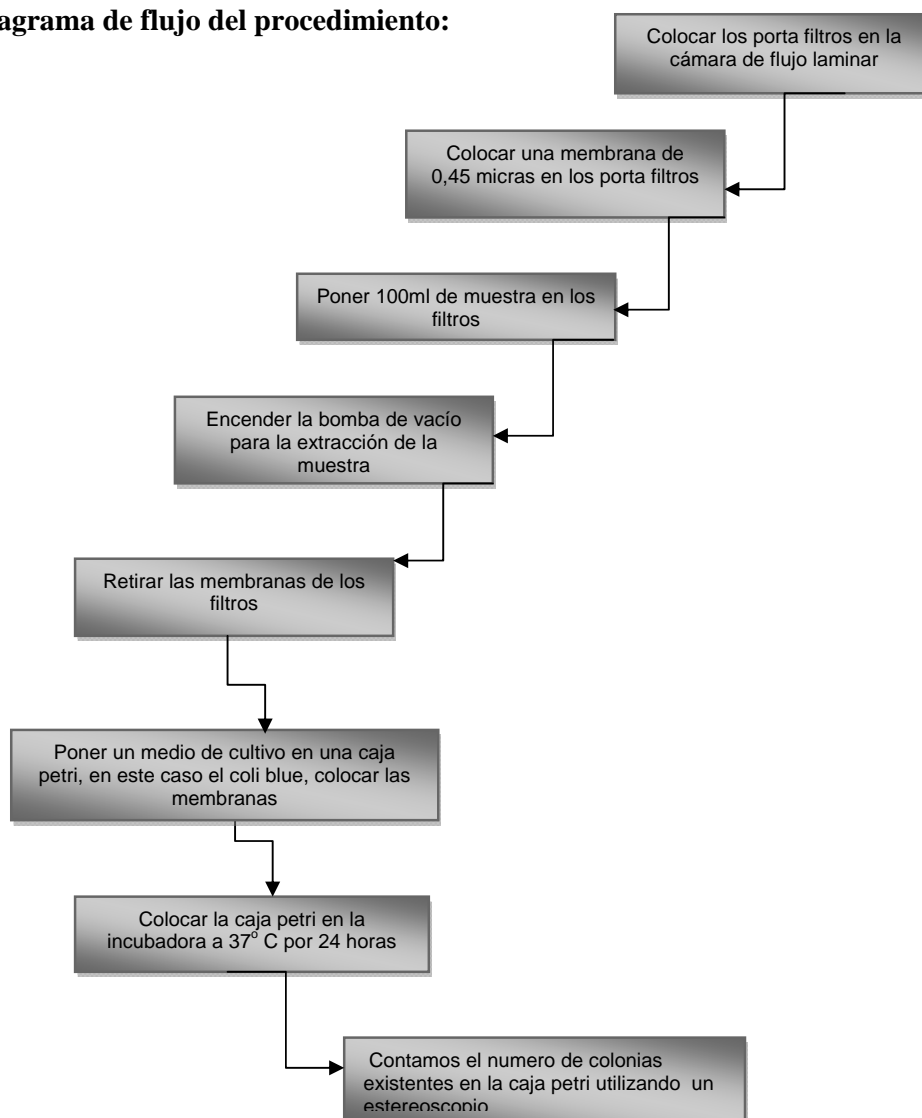
➤ **Amoniaco (NH₃)**

Diagrama de flujo del procedimiento:



➤ **Coliformes Totales y E. Coli**

Diagrama de flujo del procedimiento:



3.3.7 Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación

Para la identificación de las principales fuentes de contaminación de las aguas del río fue necesario zonificar la parte urbana de la ciudad de Ibarra, para cada una de las descargas de las aguas residuales, desde la descarga del Alpargate hasta la descarga de Priorato. La zonificación se lo realizó utilizando el mapa de la ciudad

de Ibarra (ver Anexo 1 Mapa 3); en el cual se señalan las zonas que tienen influencia en las descargas de aguas residuales hacia el río Tahuando.

3.3.8 Pruebas Piloto para evaluar el sistema de monitoreo

Una vez ubicadas las principales fuentes de contaminación al igual que los principales parámetros se realizarán pruebas piloto del sistema utilizando un software llamado flash, el programa tiene la factibilidad de ubicar los puntos de las descargas a través de los mapas ingresados, la frecuencia con la que se deberá tomar las muestras en cada punto de descarga, y dar a conocer los resultados de los análisis mediante gráficas de límites de control potencial.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Información básica de la zona de estudio

4.1.1 Factores Abióticos

4.1.1.1 Clima.

Los registros climáticos comprenden datos obtenidos en un período de 20 años (1964-1983) con promedios mensuales de precipitación y temperatura. Estos registros fueron proporcionados por la estación meteorológica del aeropuerto de la ciudad de Ibarra. Con los datos proporcionados se construyó un diagrama hombrotérmico del comportamiento de temperatura y la precipitación.

➤ Temperatura

De acuerdo con los datos, la temperatura media anual, tiene un comportamiento sin mayores variaciones, a lo largo de los meses del período antes mencionado, como se observa en la Tabla 3.2. Los valores de temperatura van de 17.1 °C en enero y febrero hasta 17.9 en los meses de junio, agosto y septiembre.

➤ Precipitación

De los datos proporcionados en la estación meteorológica del aeropuerto de Ibarra se determina que el periodo de lluvias se extiende de septiembre a abril o mayo. Este periodo de lluvias tiene dos picos altos, el uno en los meses de octubre y noviembre y el otro en el mes de abril. Los meses secos corresponden a los meses

de julio y agosto. En el Gráfico 3.1 se puede apreciar los meses con mayor precipitación, de igual manera que la temperatura.

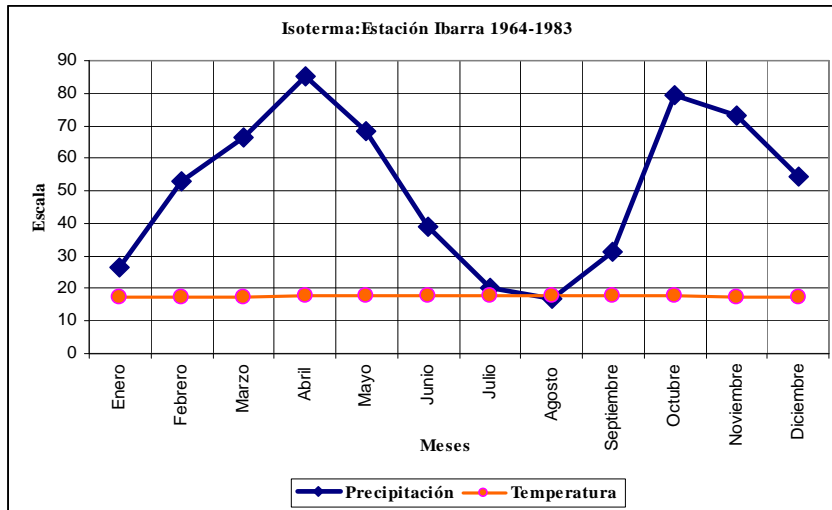
TABLA 4.1

Registro promedios de precipitación y temperatura periodo (1964-1983)

MESES	PRECIP mm	TEMP° C
Enero	26,7	17,1
Febrero	52,8	17,1
Marzo	66,6	17,5
Abril	85,2	17,7
Mayo	68,5	17,7
Junio	38,8	17,9
Julio	20,2	17,8
Agosto	16,9	17,9
Septiembre	31,1	17,9
Octubre	79,3	17,7
Noviembre	73	17,5
Diciembre	54,2	17,3

Fuente: Estación meteorológica Aeropuerto Ibarra

Gráfico 4.1 Diagrama hombrotérmico períodos (1964-1983)



Elaboración: El Autor.

Según el Isoterma el período seco se ubica en los meses de julio, agosto y septiembre y los periodos de lluvia corresponden a los meses de febrero, marzo y abril, octubre, noviembre y diciembre

4.2. Análisis y Discusión de Resultados

En este capítulo se presentan los promedios y desviaciones estándar $X \pm 95 ts$, de resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica y microbiológica de las muestras de aguas residuales obtenidas en cada uno de los puntos de muestreo. Con estos resultados se construyen curvas de límites de control y se analiza la importancia de cada parámetro y su posible selección como un indicador de calidad en la construcción de un sistema de monitoreo.

Adicionalmente, se realiza un análisis de la relación entre la calidad del agua en cada punto de descarga y las actividades que se realizan en las zona que genera el agua de la descarga.

Finalmente, se determinan los componentes que tendrá la red de monitoreo en lo que se refiere a puntos de descarga y parámetros indicadores

Temperatura

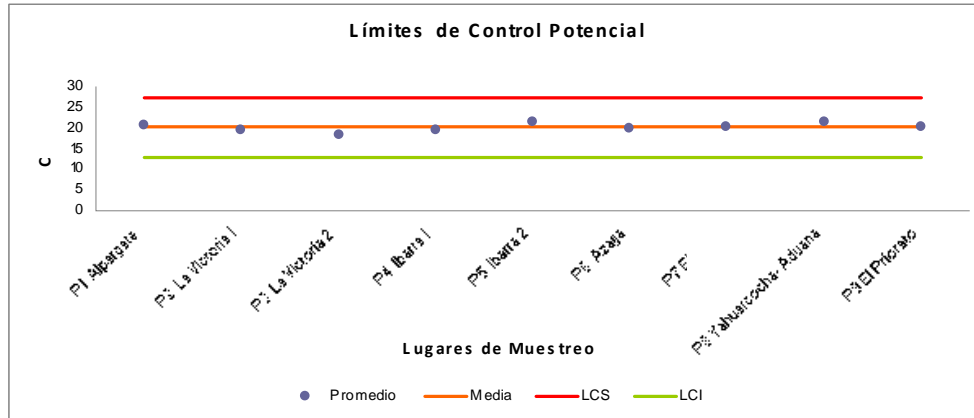
La tabla 4.1 contiene los valores promedio de temperatura y sus respectivas desviaciones en los nueve puntos de descargas de aguas residuales al río Tahuando. Se observa que no existe una variación sustancial de la temperatura los promedios obtenidos en el parámetro no tienen variaciones extremas en todos los puntos de descarga, con valores que van desde 18.4 a 21.5 °C.

Tabla 4.2
Temperatura Promedios en cada punto de descarga

Puntos de Muestreo	Promedio °C	$X \pm 95 ts$
P1 Alpargate	20,5	0,2
P2 La Victoria 1	19,5	0,025
P3 La Victoria 2	18,4	0,03
P4 Ibarra 1	19,4	0,019
P5 Ibarra 2	21,5	0,029
P6 Azaya	19,7	0,02
P7 El Olivo	20,4	0,03
P8 Yahuarcocha- Aduana	21,3	0,2
P9 El Priorato	20,4	0,04

La poca variación de la temperatura, debido principalmente a la estabilidad térmica de la ciudad de Ibarra y además no se identificaron empresas que puedan alterar la temperatura de las aguas residuales, por lo que se determina que este parámetro no sea seleccionado como indicador de contaminación en la red de monitoreo.

Gráfico 4.2
Control de límites Potenciales de Temperatura



pH

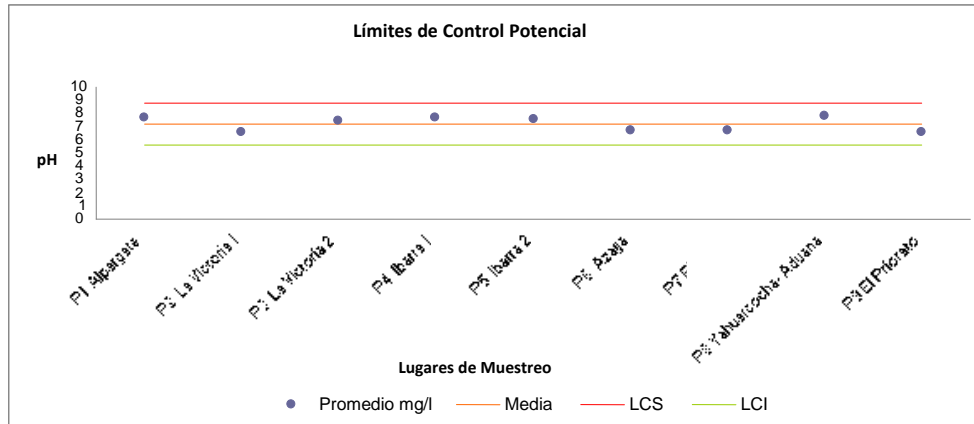
El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9, los datos promediales indican que no existe alteración alguna.

Tabla 4.3

Promedios de pH en cada punto de descarga

Puntos de Muestreo	Promedio	$X \pm 95 \text{ ts}$
P1 Alpargate	7,65	0,03
P2 La Victoria 1	6,59	0,02
P3 La Victoria 2	7,48	0,017
P4 Ibarra 1	7,68	0,01
P5 Ibarra 2	7,57	0,018
P6 Azaya	6,67	0,011
P7 El Olivo	6,69	0,02
P8 Yahuarcocha- Aduana	7,86	0,018
P9 El Priorato	6,61	0,02

Gráfico 4.3
Control de límites Potenciales de pH



Se aprecia en el gráfico que el parámetro se mantiene en todos los puntos de muestreo

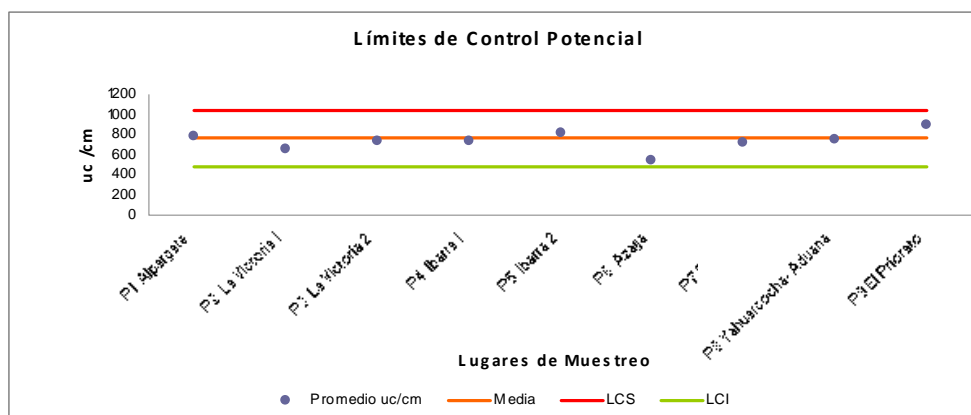
Conductividad

Los resultados promedios de conductividad oscilan entre 542 y 893 $\mu\text{S}/\text{cm}$ estos resultados indican que existe gran cantidad de sales inorgánicas, no podrían ser utilizadas sin un tratamiento previo si se quiere clasificar estas aguas para uso potencial en un futuro, en el gráfico 4.3 se observa el comportamiento del parámetro en los diferentes puntos existe un ligero incremento en la descarga de Priorato.

Tabla 4.4
Promedios de Conductividad

Puntos de Muestreo	Promedio $\mu\text{S}/\text{cm}$	$X \pm 95 \text{ ts}$
P1 Alpargate	783,62	169,21
P2 La Victoria 1	657,81	160,99
P3 La Victoria 2	732,75	167,43
P4 Ibarra 1	742,75	163,07
P5 Ibarra 2	811,18	188,21
P6 Azaya	542,12	145,87
P7 El Olivo	714,12	183,04
P8 Yahuarcocha- Aduana	752,93	148,2
P9 El Priorato	893,75	185,16

Gráfico 4.4
Control de límites Potenciales de Conductividad



Sólidos Totales Disueltos

Este parámetro tiene gran similitud con la conductividad en lo que a medición se refiere ya que nos indica la cantidad de sales disueltas en las aguas residuales estas, contienen una gran cantidad por ser aguas en su mayoría de origen orgánico y la conductividad mide aquellas sales, por lo tanto en este caso el parámetro no es de gran significancia y para la propuesta del sistema de monitoreo se tomara como referencia la conductividad; es así que no es necesario realizar la gráfica de límites potenciales.

Tabla 4.5
Promedios de Sólidos Disueltos

Puntos de Muestreo	Promedio mg/l	X ± 95 ts
P1 Alpargate	461,4	328,85
P2 La Victoria 1	349,8	198,21
P3 La Victoria 2	352,3	141,69
P4 Ibarra 1	319,9	128,11
P5 Ibarra 2	388,7	156,09
P6 Azaya	274,1	115,09
P7 El Olivo	347,3	105,05
P8 Yahuarcocha- Aduana	379	415,31
P9 El Priorato	460	244

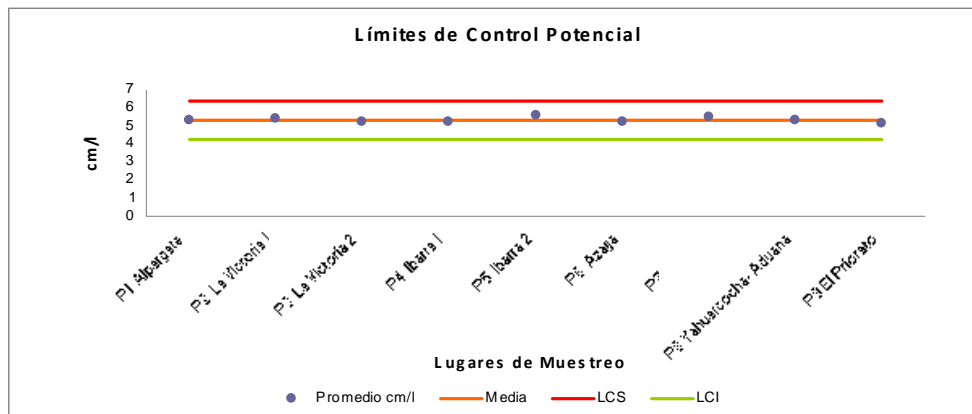
Sólidos Sedimentables

En la tabla 4.5 se observan los resultados promedios de los Sólidos Sedimentables van de 5.3 a 5.56 cm^3 no existe una variación marcada en ningún punto de muestreo como se puede observar en el gráfico 4.5. Este parámetro es de gran importancia en diseños de plantas de tratamiento ayudan a saber que cantidad de lodos son los que se van a tratar.

Tabla 4.6
Promedios de Sólidos Sedimentables

Puntos de Muestreo	Promedio cm^3	$X \pm 95 \text{ ts}$
P1 Alpagate	5,3	0,027
P2 La Victoria 1	5,41	0,024
P3 La Victoria 2	5,23	0,089
P4 Ibarra 1	5,25	0,093
P5 Ibarra 2	5,56	0,037
P6 Azaya	5,23	0,04
P7 El Olivo	5,49	0,033
P8 Yahuarcocha- Aduana	5,33	0,029
P9 El Priorato	5,16	0,27

Gráfico 4.5
Control de límites Potenciales de Sólidos Sedimentables



Demanda Química de Oxígeno

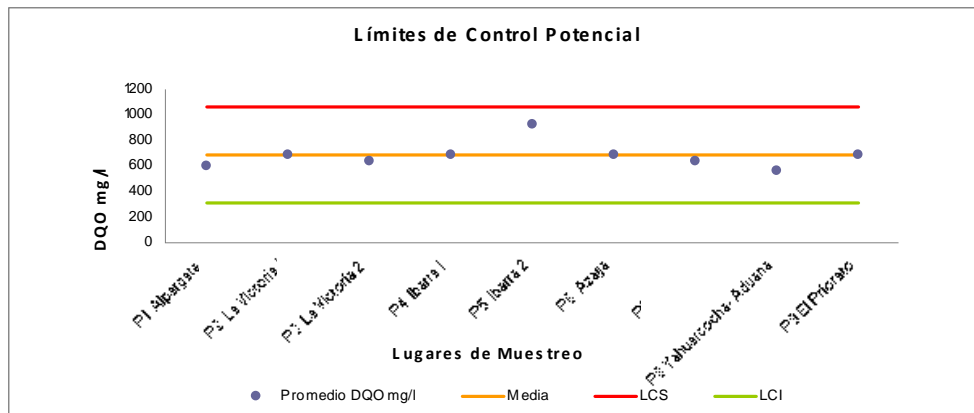
La Demanda Química de Oxígeno indica la cantidad que necesitan las bacterias para degradar materia orgánica e inorgánica oxidables en las aguas residuales, en

la tabla 4.6 se observa que uno de los datos promedio más altos es el de la descarga Ibarra 2, con 920 mg/l

Tabla 4.7
Promedios de Demanda Química de Oxígeno

Puntos de Muestreo	Promedio mg/l	X ± 95 ts
P1 Alpagate	600,9	252,27
P2 La Victoria 1	691,9	219,45
P3 La Victoria 2	640,1	228,7
P4 Ibarra 1	686,5	292,2
P5 Ibarra 2	920,6	304,3
P6 Azaya	693,4	119,7
P7 El Olivo	631,6	293,6
P8 Yahuarcocha- Aduana	566,9	268,69
P9 El Priorato	692,8	267,65

Gráfico 4.6
Control de límites Potenciales de Demanda Química de Oxígeno



La Demanda Química de Oxígeno se observa en el gráfico 4.6 el comportamiento del parámetro en los nueve puntos que en el lugar más alto es Ibarra 2.

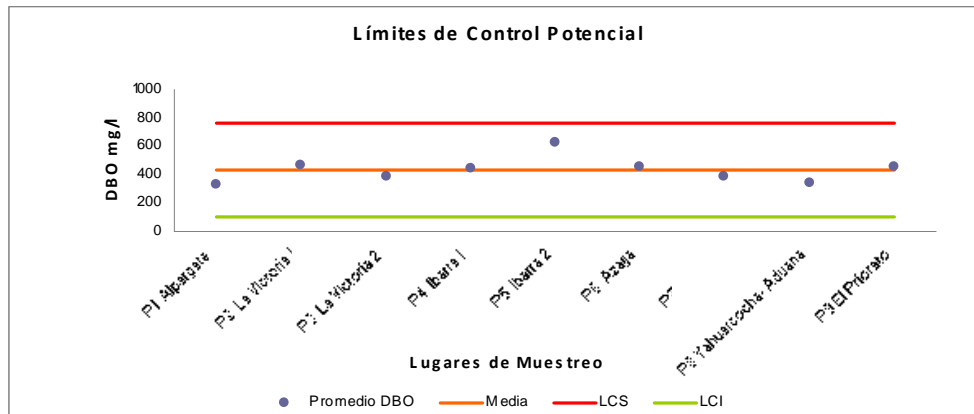
Demanda Bioquímica de Oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios, y es un parámetro orientador en el diseño de una planta de tratamiento mediante procesos biológicos, se observa los valores de la Tabla 4.7 en donde existen valores altos e igualmente coinciden con los valores altos de DQO en el punto 5

Tabla 4.8
Promedios de Demanda Bioquímica de Oxígeno

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpargate	331,25	143,67
P2 La Victoria 1	461,3	119,5
P3 La Victoria 2	382	162,4
P4 Ibarra 1	448	142,3
P5 Ibarra 2	626,3	192,4
P6 Azaya	456,3	144,29
P7 El Olivo	390	129,5
P8 Yahuarcocha- Aduana	338	154,6
P9 El Priorato	450	113,2

Gráfico 4.7
Control de límites Potenciales de Demanda Bioquímica de Oxígeno



Se observa en el gráfico 4.7 el comportamiento del parámetro observándose que de igual forma en el punto 5 se evidencia una demanda biológica de oxígeno muy alta

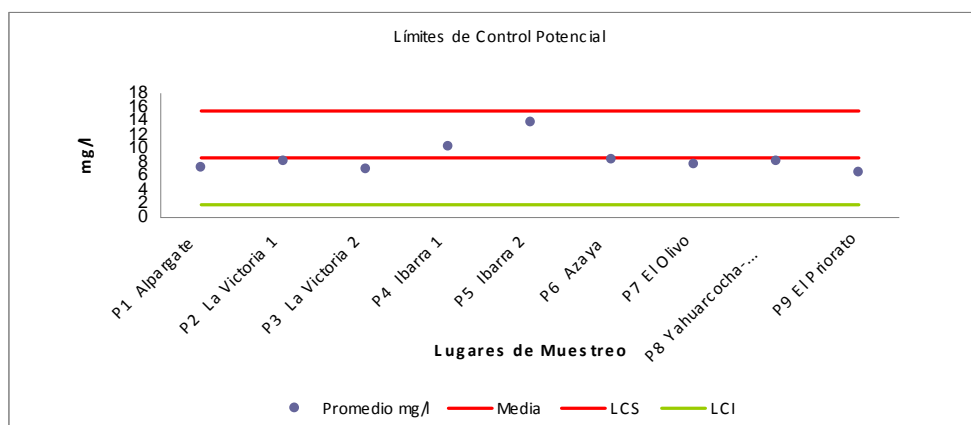
Fosfatos

El fósforo se encuentra en las aguas residuales casi exclusivamente en forma de fosfatos, es componente principal de muchos preparados comerciales utilizados para la limpieza, se observa en la Tabla 4.8 que el valor más alto se registra en la descarga de Ibarra 2 con un promedio de 13,89 es un dato bastante alto si también se toma en cuenta la cantidad de vertido que esta descarga representa.

Tabla 4.9
Promedios de Fosfatos

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpagate	7,24	0,049
P2 La Victoria 1	8,18	0,48
P3 La Victoria 2	7,1	0,15
P4 Ibarra 1	10,21	1,14
P5 Ibarra 2	13,89	0,66
P6 Azaya	8,43	0,31
P7 El Olivo	7,6	0,41
P8 Yahuarcocha- Aduana	8,22	0,27
P9 El Priorato	6,46	0,03

Gráfico 4.8
Control de límites Potenciales de Fosfatos



Se observa en el gráfico 4.8 que las descargas que más alto contenido de fósforo tienen son la de Ibarra 1 e Ibarra 2.

Nitritos

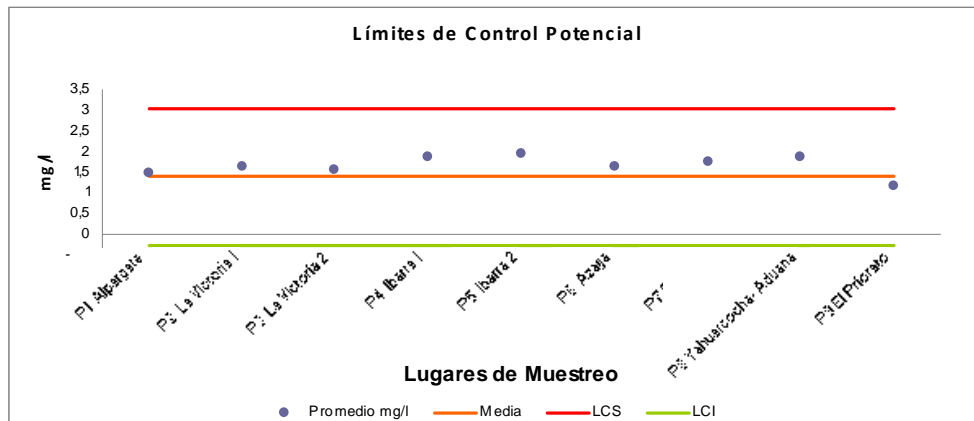
Los nitritos pueden estar presentes en las aguas residuales y casi es seguro que su presencia se deba a contaminación reciente, se evidencia en la Tabla 4.9 que los

resultados de las descargas son bajos esto se debe a que los mismos por oxidación se transforman en amoníaco y eso explica su bajo contenido en las aguas residuales.

Tabla 4.10
Promedios de Nitritos

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpargate	1,47	0,006
P2 La Victoria 1	1,62	0,013
P3 La Victoria 2	1,54	0,003
P4 Ibarra 1	1,87	0,001
P5 Ibarra 2	1,94	0,04
P6 Azaya	1,65	0,03
P7 El Olivo	1,76	0,01
P8 Yahuarcocha- Aduana	1,86	0,08
P9 El Priorato	1,16	0,02

Gráfico 4.9
Control de límites Potenciales de Nitritos



Se observa en el gráfico 4.9 que existe una variación pequeña en las diferentes descargas, pero no una variación marcada una de otra.

Nitratos

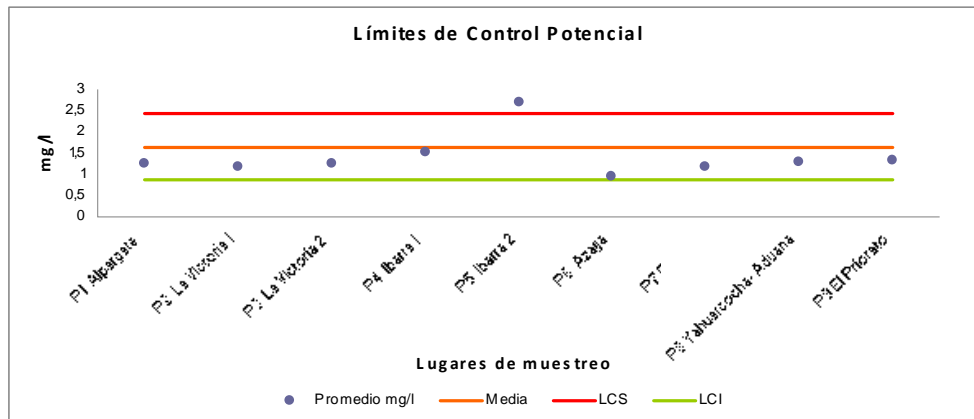
En las aguas residuales los nitratos pueden encontrarse por oxidación bacteriana de las materias orgánicas principalmente de las eliminadas por los animales. En las aguas superficiales la concentración de nitratos tiende a aumentar, como consecuencia del incremento del uso de fertilizantes y el aumento de la población.

En la Tabla 4.10 se observa los datos obtenidos en los análisis de las descargas que la descarga con más alto contenido de nitratos es la descarga de Ibarra 2

Tabla 4.11
Promedios de Nitratos

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpagate	1,25	0,011
P2 La Victoria 1	1,17	0,015
P3 La Victoria 2	1,24	0,001
P4 Ibarra 1	1,53	0,009
P5 Ibarra 2	2,68	0,27
P6 Azaya	0,94	0,001
P7 El Olivo	1,19	0,004
P8 Yahuarcocha- Aduana	1,3	0,019
P9 El Priorato	1,33	0,01

Gráfico 4.10
Control de límites Potenciales de Nitratos



Se aprecia en el gráfico 4.9 que en la descarga de Ibarra 2 sobrepasa incluso el límite potencial al igual que en la descarga de Azaya se observa que se acerca al límite inferior.

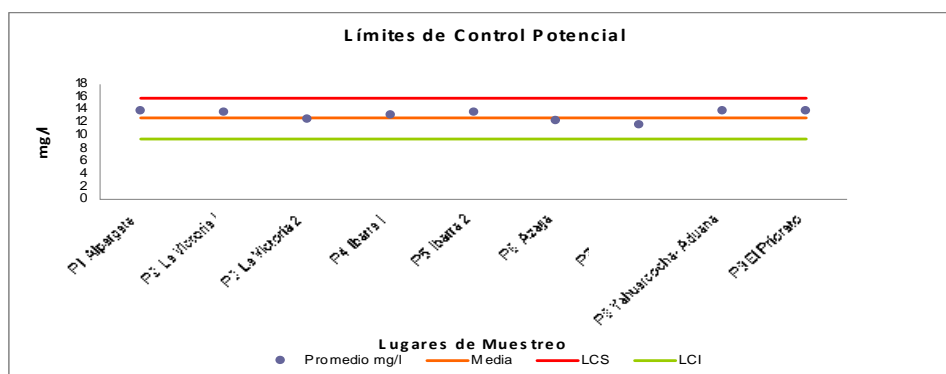
Amoniaco

Las aguas superficiales bien aireadas no deben contener normalmente amoníaco. Ahora bien, si se consideran los tramos aguas debajo de las aglomeraciones humanas (alcantarilla), donde se descargan las aguas negras tienen siempre amoníaco, como se explica en la parte de nitritos, el nitrito por efecto de la nitrificación se convierte en amoníaco es por ello que en la Tabla 4.11 se evidencian resultados altos.

Tabla 4.11
Promedios de Amoniaco

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpargate	13,76	0,17
P2 La Victoria 1	13,56	0,2
P3 La Victoria 2	12,61	0,056
P4 Ibarra 1	13,1	0,011
P5 Ibarra 2	13,61	0,15
P6 Azaya	12,39	0,06
P7 El Olivo	11,66	0,003
P8 Yahuarcocha- Aduana	13,8	0,03
P9 El Priorato	13,75	0,11

Gráfico 4.11
Control de límites Potenciales de Amoniaco



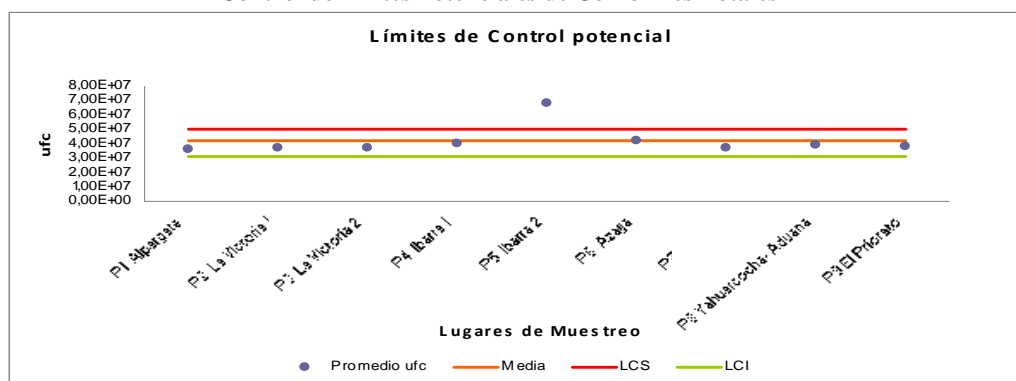
Coliformes Totales

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por lo tanto, en este tipo de aguas que son residuales es lógico encontrar cantidades excesivamente altas como se evidencia en la tabla 4.12 lo cual no lo convierte en un buen indicador de calidad de agua en este caso.

Tabla 4.12
Promedios de Coliformes Totales

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpargate	3,60E+07	9,18E+11
P2 La Victoria 1	3,72E+07	2,38E+11
P3 La Victoria 2	3,73E+07	4,09E+11
P4 Ibarra 1	4,00E+07	2,61E+11
P5 Ibarra 2	6,83E+07	4,88E+11
P6 Azaya	4,25E+07	2,46E+11
P7 El Olivo	3,75E+07	9,66E+11
P8 Yahuarcocha- Aduana	3,86E+07	2,32E+11
P9 El Priorato	3,79E+07	2,70E+11

Gráfico 4.12
Control de límites Potenciales de Coliformes Totales



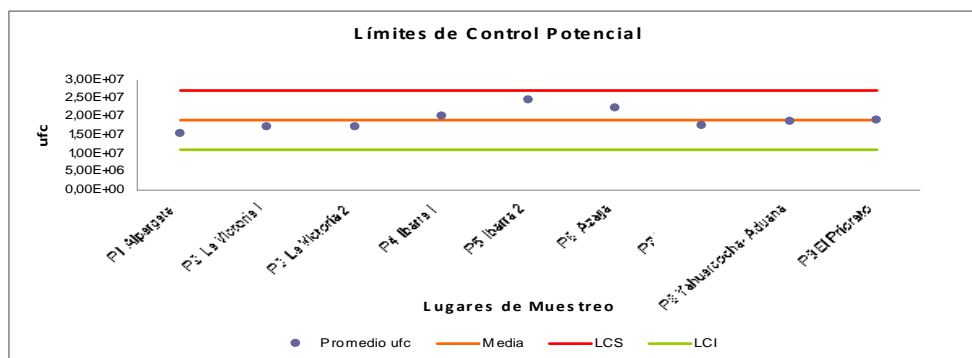
E. coli

Es una bacteria a diferencia de coliformes totales exclusivamente indicadora de contaminación fecal. E. coli es la abreviación de Escherichia coli: un germen que causa cólicos severos y diarrea. Al igual que los coliformes totales no serían de gran ayuda ya que de antemano se deduce que al ser aguas residuales están sumamente contaminadas y se observa en la tabla 4.13 los resultados son muy altos.

Tabla 4.13
Promedios de E. Coli

Puntos de Muestreo	Promedio	X ± 95 ts
P1 Alpagate	1,54E+07	1,09E+11
P2 La Victoria 1	1,72E+07	2,38E+11
P3 La Victoria 2	1,73E+07	4,09E+11
P4 Ibarra 1	2,00E+07	2,61E+11
P5 Ibarra 2	2,46E+07	1,55E+11
P6 Azaya	2,25E+07	2,46E+11
P7 El Olivo	1,75E+07	9,66E+11
P8 Yahuarcocha- Aduana	1,86E+07	2,23E+11
P9 El Priorato	1,89E+07	7,87E+11

Gráfico 4.13
Control de límites Potenciales de E. Coli

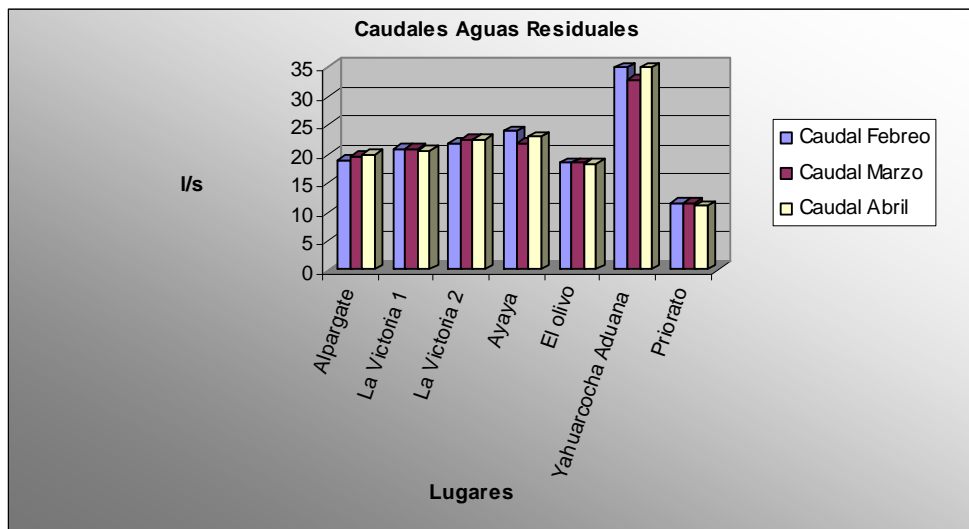


4.3. CAUDALES DE LAS AGUAS RESIDUALES

Los caudales obtenidos en la etapa de trabajo de campo ayudan a saber cual de las descargas contamina en cuanto a cantidad se refiere al río Tahuando en las gráficas 4.14 y 4.15 se aprecia la cantidad de agua que cada descarga evacua al río, de igual manera pueden ser de mucha importancia como base para el prediseño de una planta de tratamiento. Se separaron los gráficos para las descargas de Ibarra 1 e Ibarra2 por ser caudales grandes y para mejor apreciación.

Gráfico 4.13

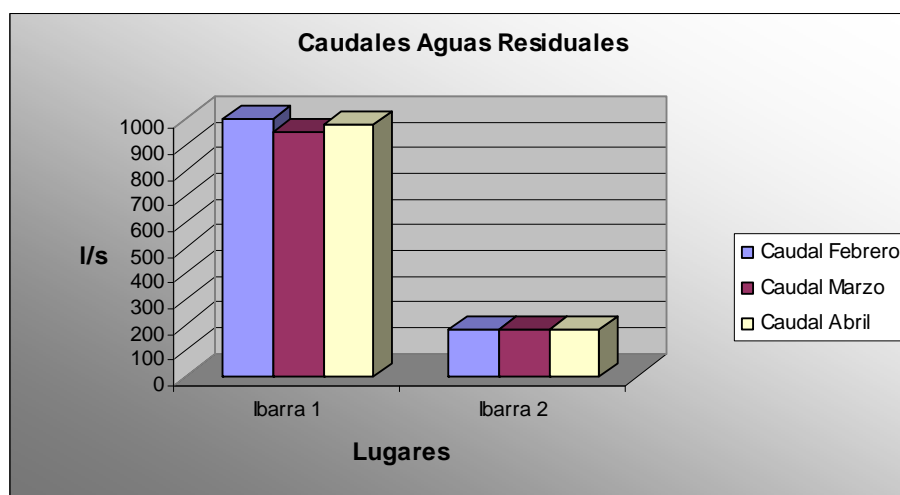
Caudales obtenidos de aguas residuales en 7 descargas



Se aprecia en el gráfico los caudales obtenidos en los tres meses de estudio no tienen mayor variación entre ellos, la descarga de Yahuarcocha Aduana es la de mayor caudal aporta con 34 l/s mientras que la descarga de Priorato es la más pequeña con 11 l/s de las 7 descargas.

Gráfico 4.14

Caudales obtenidos de aguas residuales en 2 descargas



En el gráfico se aprecia el caudal que estas dos descargas aportan al río Tahuando en lo que se refiere a las aguas residuales es muy considerable desde el punto de vista de la contaminación lo cual les convierte a las descargas de Ibarra 1 e Ibarra 2 en las mas contaminantes hacia el río, cabe destacar que no existe mayor variación en los tres meses pero si en el caso de Ibarra 2 se aprecia que en el mes de Febrero el caudal es de 1000 l/s lo cual se debe a que en la medición se había desbordado una acequia lo cual contribuyo a que el caudal suba.

4.5 FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Dentro de las zonas de influencia se identificaron las actividades que se realizan y tipo de contaminación (orgánica e inorgánica) que cada una de estas aporta a las descargas del río Tahuando, saber las actividades que se realizan dentro de cada una de las zonas ayudó a tener una idea clara de cuáles serán los parámetros necesarios que se utilizarán en la red de monitoreo, en la tabla 3.8 se especifican las actividades que se realizan en las diferentes zonas y las fuentes de contaminación.

TABLA 4.14

Actividades que se desarrollan en cada una de las diferentes zonas que tienen influencia en las descargas de aguas residuales hacia el Tahuando

ZONA DE INFLUENCIA	ACTIVIDADES	PARÁMETROS
ZONA 1 DESCARGA EL ALPARGATE	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Comerciales (Restaurantes)	
ZONA 2 DESCARGA LA VICTORIA 1	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Comerciales (Comidas rápidas)	
	Panificadoras	
ZONA 3 DESCARGA LA VICTORIA 2	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Comerciales (Restaurantes)	
ZONA 4 DESCARGA IBARRA 1	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Mecánicas	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Lavadoras - lubricadoras	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Fábrica de licores (ILENSA)	TEMPERATURA PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO

	Gasolineras	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
ZONA 5 DESCARGA IBARRA 2	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Faenadora de pollos REPROAVIT	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Industria Lechera FLORALP	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Restaurantes	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Cambios de Aceites	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Enderezada pintura	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Enderezada y pintura	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Inyección automotriz	SS, TDS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Gasolineras	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Lavadoras	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Lavadoras Lubricadoras	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Lavadora-Cambios de A	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Lubricantes	SS, TDS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	M-Automotriz a diesel	SS, TDS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Mecánica Automotriz	SS, TDS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Empresa de Rastro (CAMAL)	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Mecánica automotriz a gasolina	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Mecánica enderezada y pintura	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Mecánica General	SS, PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
	Mecánica Industrial	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
Metal mecánica	TEMPERATURA, SS, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO	
Pintura	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO	
Tonería	INORGÁNICA	
ZONA 6 DESCARGA AZAYA	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Peladora de Pollos	
	Fábrica de café MORO	
ZONA 7 DESCARGA EL OLIVO	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Restaurantes	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Gasolinera	PH, CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS
ZONA 8 DESCARGA YAHUARCOCHA ADUANA	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Restaurantes	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO

ZONA 9 DESCARGA PRIORATO	Domésticas	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Restaurantes	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO
	Gasolinera	CONDUCTIVIDAD, DQO, DBO, FOSFATOS, AMONIACO, HAPS*

FUENTE: Unidad de Gestión Ambiental IMI (2008)

Establecidas las fuentes de contaminación se aprecia en la tabla 4.1 que las zonas más conflictivas son la zona 4 y 5 que corresponden a las descargas de Ibarra 1 e Ibarra 2 respectivamente, son las zonas en donde se desarrollan actividades que ayudan a producir contaminantes inorgánicos, al igual que se identificaron tres empresas grandes en cuanto al aporte de materia orgánica se refiere, como son:

FLORALP, REPROAVIT y El CAMAL en la zona 5, y en la zona 4 se identificó a la empresa de licores ILENSA, aunque en los análisis de aguas residuales en la descarga de Ibarra1 perteneciente a la zona 4 no se obtuvieron resultados altos en cuanto a pH que daría indicios que en la empresa se utiliza sosa cáustica la cual se utiliza en el lavado de las botellas mismas que son recicladas por la empresa.

El comportamiento de las aguas residuales que se descargan el río al igual que la identificación de las actividades que se desarrollan en las zonas de influencia permite identificar los parámetros que serán utilizados en el sistema de monitoreo. HAPS Hidrocarburos Poli cíclicos Aromáticos los análisis deberán ser realizados por lo menos dos veces al año al no contar con los equipos necesarios tienen que ser enviados a la Universidad Central o a la EMAP-Q.

4.6 PRUEBAS PILOTO DEL SISTEMA DE MONITOREO

En las pruebas piloto se detectaron dos descargas de alto riesgo tanto por su extensión como por su caudal que aportan al río estas son las descargas de Ibarra 1 e Ibarra 2, esto se detecto gracias a la factibilidad que tiene el programa de

graficar con los resultados obtenidos las graficas de controles de límites potenciales.

CAPITULO V

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO

5.1 DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS

Diseño es la adecuación por parte de personal técnico, de los requisitos que se debe cumplir luego de un tratamiento estadístico que satisfaga condiciones de precisión y confiabilidad en los resultados, para llegar a inferir conclusiones útiles para el manejo de la problemática de la contaminación, atendiendo las prioridades políticas de las autoridades a cargo de la gestión ya que son ellas las que definen el presupuesto a utilizar para este tipo de infraestructuras.

5.1.1 Sistema de Monitoreo

Es un procedimiento, el cual permite conocer la evolución en el tiempo acerca de los niveles de contaminación y calidad de las aguas. Los datos que aquí se obtengan sirven de base para otras actuaciones como podrían ser la de elaborar normas u objetivos de calidad.

La información que puede suministrar el Sistema de Control y Vigilancia de la Calidad de las Aguas que recepta el río son imprescindibles para elaborar planes de actuación en el cuerpo acuático para la eliminación o reducción de la contaminación antropogénica y, conseguir mejorar la calidad de las aguas, así como prevenir situaciones irreversibles para los ecosistemas acuáticos como consecuencia del impacto causado por los efluentes de aguas residuales contaminantes en el río.

Hay que tener en cuenta que este tipo de sistemas lleva implícita la definición de los parámetros a medir, el número mínimo de muestras a coleccionar la frecuencia y, la cantidad de estaciones de toma de muestras para satisfacer las necesidades del estudio que se realizará a través de la red.

El tipo de actividades que se desarrollaran para cumplir con el diseño del sistema, serán operacionales y de oficina.

Las primeras incluyen el muestreo y la medición en el campo de algunos parámetros. Es importante recordar que la preservación y el traslado de muestras al laboratorio debe hacerse sin demoras, para cumplir las fases y objetivos delineados para la operación satisfactoria de la red de monitoreo.

Las actividades de oficina incluyen la parte analítica. Las tareas del laboratorio culminan con un adecuado registro de las mediciones efectuadas y su posterior informe para ser empleadas en el análisis de la información.

Objetivo General.

Obtener información precisa, confiable y permanente de la calidad de las aguas del río Tahuando.

Objetivos Específicos.

- Obtener información sobre la calidad del agua actual y sus tendencias.
- Identificar áreas que necesiten atención y establecer prioridades.
- Identificar fuentes de contaminación y cuantificarlas.
- Proveer información de los efectos de las actividades naturales y antropogénicas.
- Establecer los efectos de la calidad del agua en el ambiente.
- Determinar el cumplimiento de la normativa ambiental.
- Optimizar los recursos económicos

5.1.2 Funcionamiento del Sistema de Monitoreo

La operación normal del sistema es función de una planificación adecuada misma que será presentada una vez que sea aprobado el sistema de monitoreo en la EMAPA-I, las actividades en lo que respecta al trabajo de campo lo realizará una o personas previamente capacitadas para el muestreo de aguas residuales, las personas seleccionadas para el muestreo de las aguas tendrán que contar con todos las seguridades del caso como son:

- Contar con las vacunas adecuadas (tétanos, tifoidea, hepatitis A y B, gripa). Esto ayudará a prevenir cualquier contagio por las aguas residuales con las que se estará trabajando cabe destacar que estas vacunas también tendrán que ser suministradas al personal de laboratorio encargado de los análisis.
- La utilización de ropa adecuada (impermeables, mascarilla, guantes, botas) para el personal de campo, el personal de laboratorio utilizará mandil, guantes y mascarilla.

En cuanto a los materiales a utilizar serán:

Materiales

- Frascos de Vidrio
- Hieleras portátiles
- Materiales de aforo
- Equipo portátil de Laboratorio

Equipos

- Reactivos para análisis de aguas
- Espectrofotómetro
- Placas Petri
- Cámara de flujo Laminar
- Digestor para DQO
- Respirometro para DBO₅
- Incubadora para DBO₅
- Conos Imhoff

Las tomas de las muestras al igual que de los caudales serán tomadas y transportadas siguiendo los procedimientos y normativas establecidas, de igual manera se procederá con los análisis en el laboratorio salvo las muestras de parámetros que no se los realiza en el laboratorio de la empresa los mismos que por no tener el equipó necesario serán transportados a laboratorios de la capital para lo cual se tomarán las medidas de precaución necesarias como son adicionar reactivos y ubicarlas en termos para prevenir la pérdida de la muestra por el tiempo que se necesita en ser transportadas al igual que se contará con una hoja de custodia para ser enviadas así como para las muestras que serán analizadas en el laboratorio de la EMAPA-I ver (Anexo 2).

Para almacenamiento de los datos se contará con un programa computacional del sistema de monitoreo el cual asegurará que los datos ingresados no sean alterados ya que se utilizará una clave individual para las personas encargadas del manejo de los mismos.

Además el programa del sistema está en la capacidad de que los datos que se ingresen sean graficados para saber si es el caso en que descarga existe alteraciones fuera de los límites potenciales en cuanto a los parámetros se refiere y este tipo de acontecimientos puedan ser informados a tiempo por el personal encargado, contar con la ubicación de los puntos de muestreo y la ubicación de las zonas de influencia de cada descarga de aguas residuales.

5.1.3 Control del Sistema de Monitoreo

El aseguramiento de calidad es un sistema que controla el proyecto desde su comienzo hasta el final, esto se puede lograr mediante la redacción de procedimientos de operación que sean aprobados, estableciendo objetivos de calidad de los datos y redactando procedimientos de control de eficacia adecuados para medir la calidad.

Esto permite la continua “calibración y ajuste” de la operación de la red que podría definirse como “permanente o fija” todos los informes, solicitados o no referentes a la operación y datos reportados por la Red de Monitoreo vigente, deben ser considerados y respondidos, o al menos reportados a los encargados del manejo de la Red y del Proyecto Ambiental que se está desarrollando, en donde el diseñador de la Red pueda incorporar este tipo de información y otras prioritarias ya aludidas en los puntos precedentes que servirá para mantener actualizada la red cuyo funcionamiento se controlará mediante una guía operativa en donde constan los parámetros determinados los cuales deberán estar dentro de los límites de control de calidad.

5.1.4 Evaluación del Sistema de Monitoreo

Para la evaluación del sistema de monitoreo se tomará en cuenta los aspectos prácticos que implican implementar lo planificado teóricamente en condiciones reales.

Se debe tener en cuenta las frecuencias de muestreo para el seguimiento de los parámetros propuestos al igual que los que ya se realizaron el caudal que existe en cada uno de los puntos seleccionados, esto ayudará a detectar los cambios en el cuerpo de agua y ser comparados con los resultados que se obtengan

5.1.5 Optimización de Recursos Económicos

Una premisa a cumplir en la determinación de los objetivos del estudio es atenerse a las limitaciones presupuestarias, esto hace que los objetivos que se plantean sean realistas, al igual que la determinación de los parámetros prioritarios propuestos (ver Tabla 5.1) y de la misma manera los puntos seleccionados que han sido zonificados lo cual ayuda a tener en claro que parámetros deben ser medidos con regularidad al igual que los que se realizarán una vez cada dos meses de esta manera se optimizarán recursos en el aspecto de laboratorio en lo que a reactivos se refiere.

Tabla 5.1
Parámetros Sugeridos para el Sistema de Monitoreo

Parámetros	Unidad	Actuales	Propuestos	No Permanentes
pH	pH	X	X	
Conductividad Eléctrica	uS / cm	X	X	
Temperatura	C	X	X	X
Oxígeno Disuelto	mg OD/L	X	X	
Nitrógeno Amoniacal	mgN-NH ₃ /l	X	X	
Nitrito	mgN-NO ₂ /l	X	X	X
Nitratos	mgN-NO ₃ /l	X	X	X
fosfatos	mgP-PO ₄ /l		X	
Coliformes Fecales	ufc	X	X	X
Coliformes Totales	ufc	X	X	X
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgDBO5/L	X	X	
Demanda Química de Oxígeno (DQ)	mgO2/L	X	X	
Metales Pesados	ug/l	X	X	X
Pesticidas e Insecticidas	ug/l	X	X	X

Elaboración: El Autor

Manual de Usuario del “Sistema de Monitoreo de Aguas Residuales S.M.A.R”

El programa SMAR, permite realizar cálculos y gráficos de las tomas de muestras de datos residuales en los diferentes puntos de monitoreo según el mapa geográfico georeferenciado.

Mediante la utilización de la nueva tecnología, actualmente podemos mejorar y realizar estudios con mayor precisión, en este caso sobre el muestreo de aguas residuales en puntos estratégicos de una zona específica.

El programa de monitoreo permite realizar obtener ciertos cálculos y gráficos dependientes de los datos obtenidos en los diferentes puntos de muestreo a demás permitirá el manejo gráfico de los puntos de muestra como se hará el detalle más adelante.

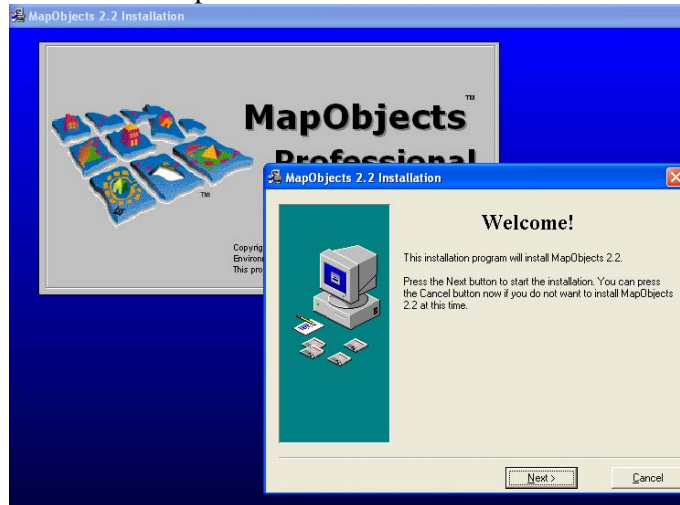
Para la utilización correcta del programa se explicará a continuación.

1.- Instalación de la aplicación.

Para la instalación de la aplicación seguir los siguientes pasos:

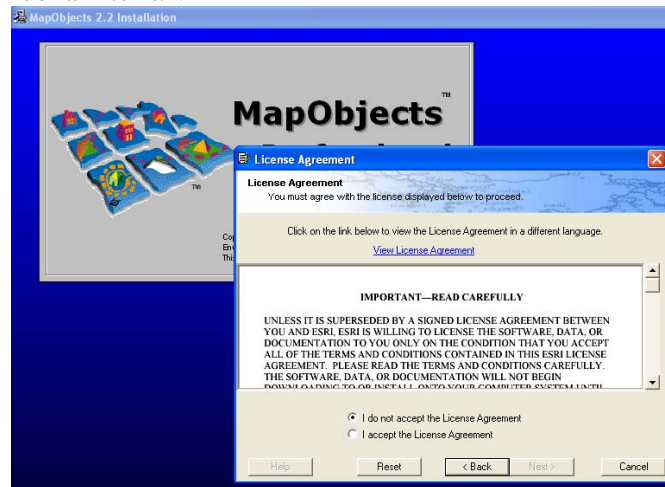
- Instalar el componente **Mo22Setup** que se encuentra en el CD de instalación.

./componente/Mo22Setup.exe



Interfaz de instalación del componente MapObjects

Hacemos clic en el botón **Next>** para continuar la instalación, luego siga la guía de instalación de la interfaz.



Interfaz de instalación de MapObjects

Reinicie el equipo.

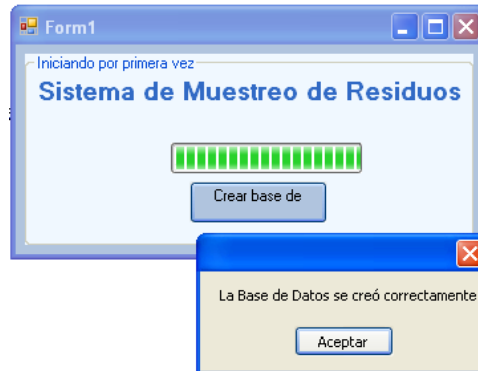
- Como segunda etapa de instalación ejecutamos **simulaciondgo.exe**; que se encuentra dentro del CD de instalación.
- Para la base de datos necesaria para la aplicación se cargará al momento de utilizar el programa por primera vez.

- En la siguiente interfaz pulsamos el botón crear base de datos.



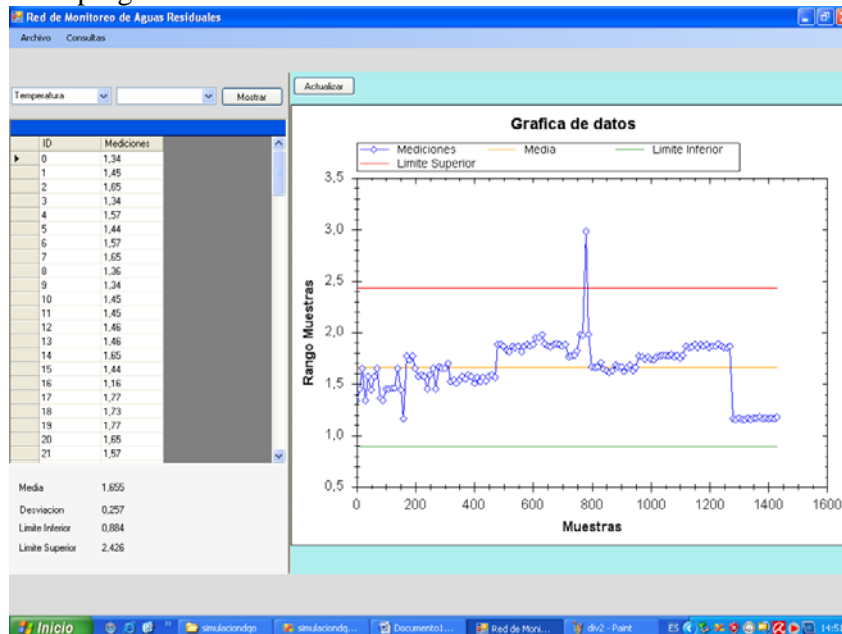
Interfaz de de instalación de la base de datos.

- Para finalizar la instalación pulsamos el botón aceptar como se nota en la pantalla adjunta.



Interfaz de instalación de la base de datos

Estos pasos sólo lo haremos cuando se trata de primera utilización del programa. Después de haber realizado estos procedimientos obtendremos la siguiente interfaz del programa.

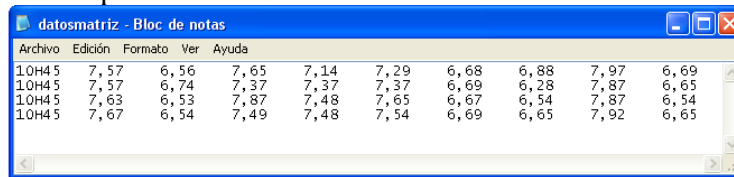


Interfaz de gráficas de muestreo.

2.- Utilización del programa

Para el manejo de datos podemos hacerlo de dos formas; la primera es mediante la importación de los datos desde un archivo de texto previamente organizado los datos por número de muestreo y el segundo es digitando los datos obtenidos diariamente en los diferentes puntos.

Ejemplo: Archivo plano .txt

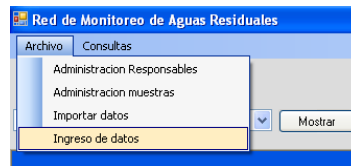


Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda						
1.0H45	7,57	6,56	7,65	7,14	7,29	6,68	6,88	7,97	6,69	
1.0H45	7,57	6,74	7,37	7,37	7,37	6,69	6,28	7,87	6,65	
1.0H45	7,63	6,53	7,87	7,48	7,65	6,67	6,54	7,87	6,54	
1.0H45	7,67	6,54	7,49	7,48	7,54	6,69	6,65	7,92	6,65	

Ejemplo de datos tipo .txt

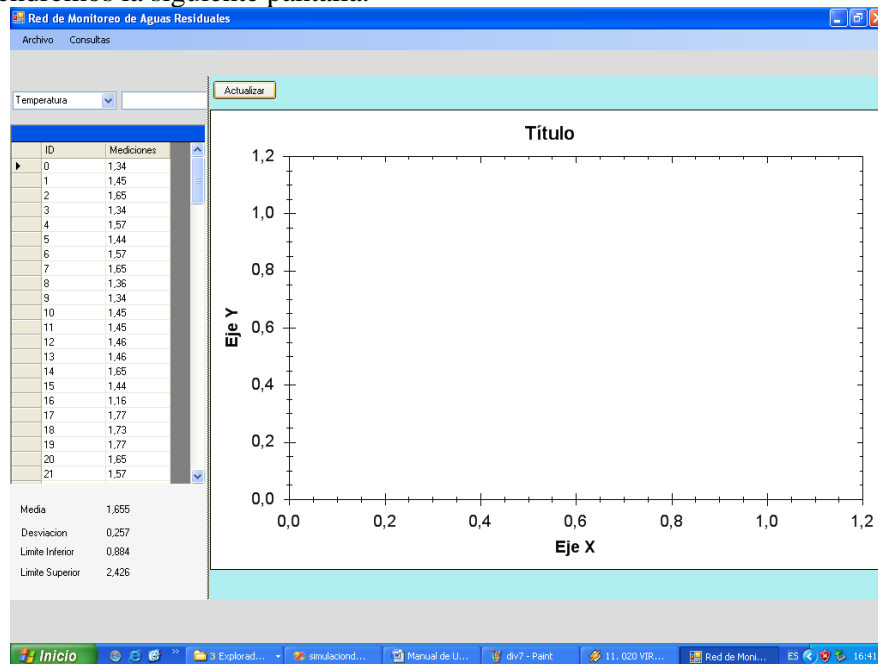
En el primer caso debemos hacer lo siguiente.

- Pulsamos en la barra de herramientas importar datos.



Interfaz de importar datos

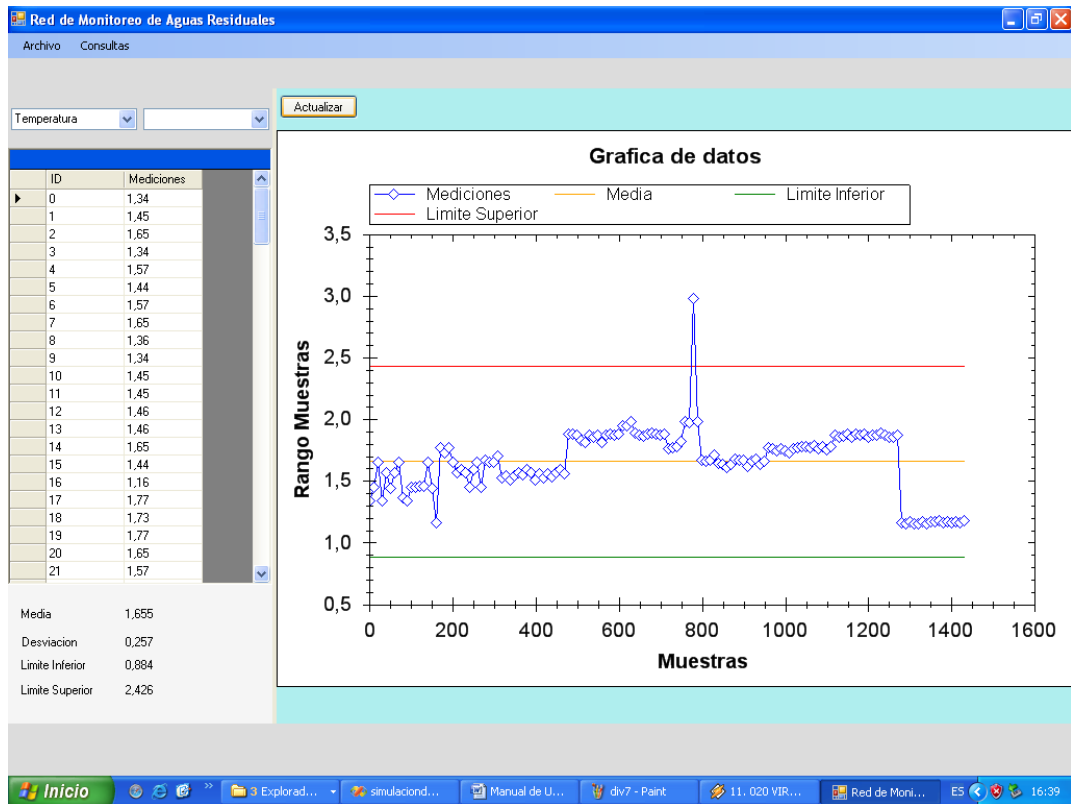
Obtendremos la siguiente pantalla.



Interfaz del visor de gráficos

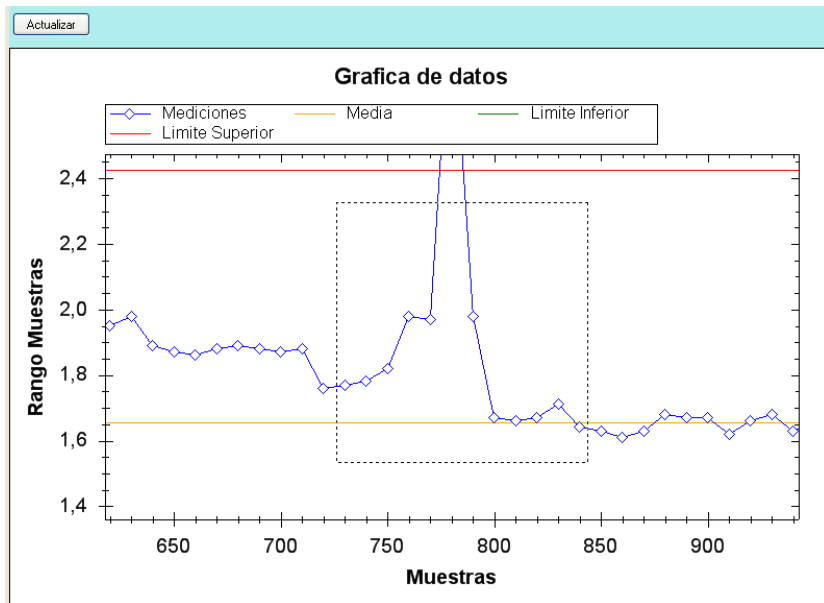
- Abrir el archivo .txt en este caso de nombre datos; los datos se desplegarán en la parte izquierda del visor.

- Para generar el gráfico pulse el botón **Actualizar** que se encuentra en la parte superior del visor de gráficos. Luego obtendrá la siguiente gráfica.

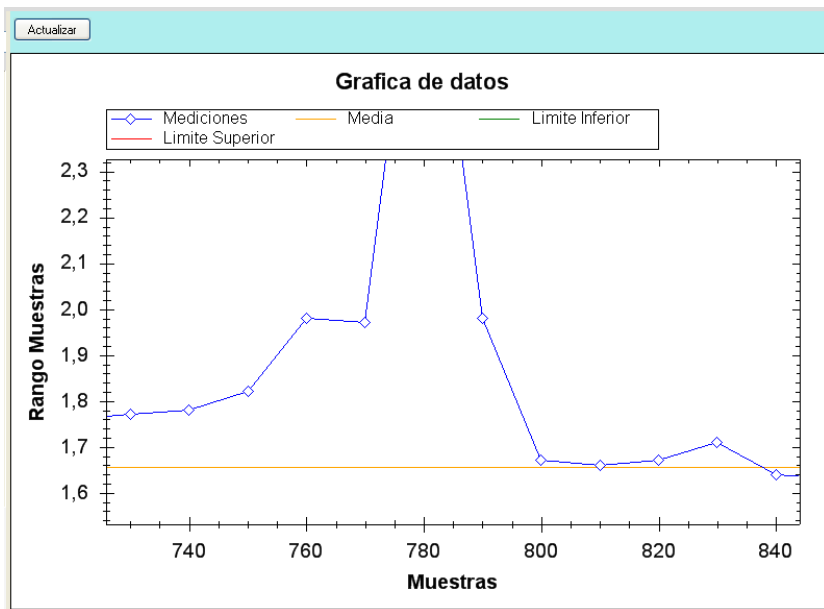


Interfaz del visor de gráficos.

- En los datos importados podemos hacer modificaciones se así es el caso, la gráfica automáticamente sufrirá cambios al pulsar nuevamente el botón **Actualizar**. Hay que tener en cuenta que los datos importados sólo servirán para dibujar la gráfica en ese momento, para guardar los datos en la base de datos se deberá realizar mediante otro procedimiento que se explicará más adelante.
- En caso de existir muchos datos a mostrar en el visor de la curva dibujada podremos ampliar el campo de visualización como se nota.

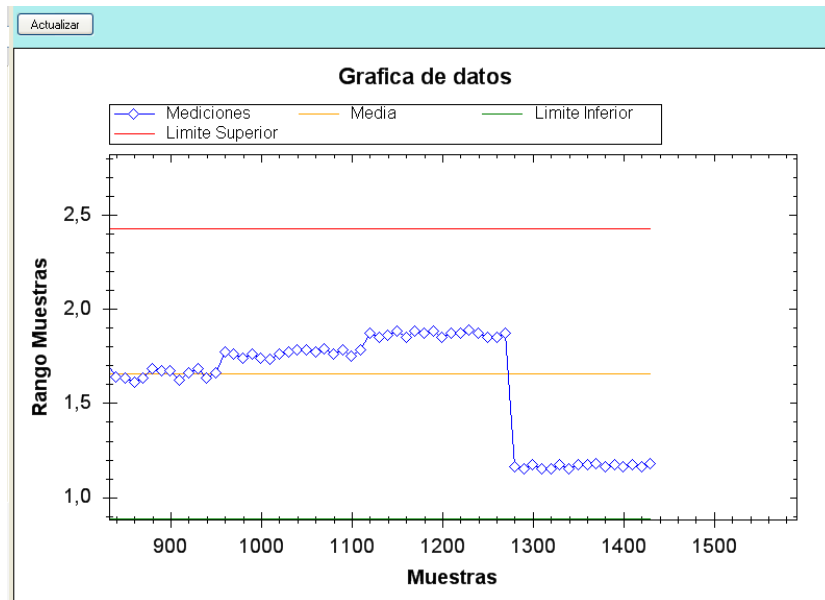


Interfaz del visor de la curva en ampliación



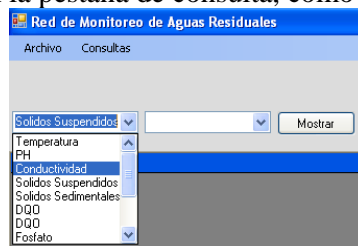
Interfaz ampliación de la gráfica

A demás podemos mover el gráfico pulsando el tercer botón del mouse (depende del modelo para esta opción).



Interfaz de movimiento de la gráfica dentro del visor

A demás podemos personalizar los reportes mediante la selección del tipo de consulta, haciendo clic en la pestaña de consulta, como se nota.



- Ingreso de datos

Para el ingreso de datos manualmente procedemos de la siguiente forma. Hacemos clic en Archivo y seleccionamos **Ingreso de datos**, obtendremos lo siguiente.



Interfaz de autenticación del usuario responsable

En esta sección debemos necesariamente registrarnos, esto permitirá ingresar a la base datos la información necesaria de la persona quien realice el ingreso de los datos del muestreo, si es por primera ocasión.

Para el ingreso de datos del nuevo usuario pulsamos el botón Registro.

Actualización de Responsables

Nombre: email:

Clave: telefono:

id_responsabl	nombres	clave	email	telefono
1	Juan Antonio	mi clave	juan@hotmail	1234566

Interfaz de ingreso de datos de Registro de la persona responsable

Para guardar los datos pulsaremos el botón **Guardar**.

Luego de haberse registrado ingresaremos con el usuario y claves creadas como se nota.

Ingreso de usuario

Usuario:

Clave:

Tipo Muestra:

Interfaz de ingreso de usuario

A demás escogemos el tipo de muestreo que vamos a ingresar. Tendremos la siguiente interfaz.

Registro de Muestras

Bienvenido Usuario: pato Tipo de Muestra: 10 Nitros

Número de Puntos: 12 Fecha: 23/06/2009

Horas	P1	P2	P5	P6	P7	P8

DATOS PUNTOS TOMANDOS EN EL MAPA

Punto	X	Y	Altura	Lugar_de_M	F6	Unidades	METODOLO	F10
D1	821602	10037933	2225	Alpargate				
D2	821358	10038132	2237	Victoria 1		pH	APHA-4500H	
D3	821833	10038939	2232	Victoria 2		oC	APHA-5550	
D4	821381	10040135	2197	Ibarra1		uS/cm	APHA-2510	
D5	821357	10040340	2217	Ibarra 2		mg/l	APHA-5210	
D6	821264	10041159	2222	Azaya		mg/l	HACH-8000	
D7	821585	10040430	2216	Los Olivos		mg/l	HACH-8190	
D8	821664	10041604	2217	Aduana Yahu		mg/l	APHA-4500-	
D9	821565	10043272	2170	Priorato		mg/l	APHA-4500-	
T1	823924	10021104	2924	Zuleta				

Interfaz de ingreso de datos muestra

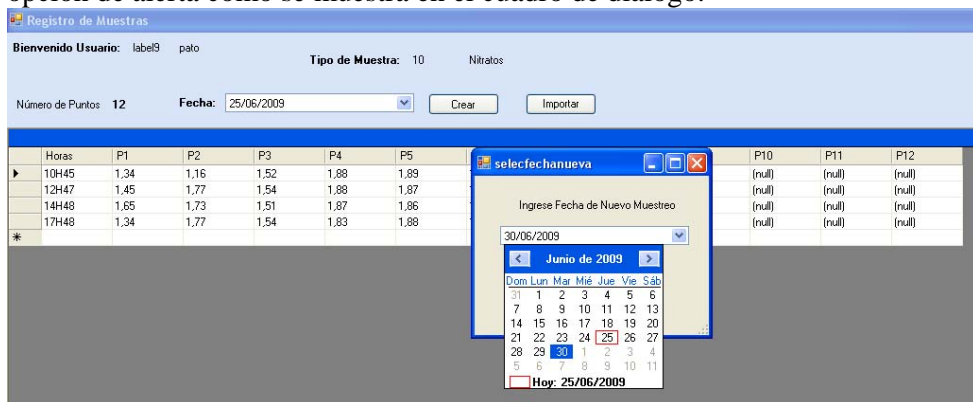
En esta interfaz tenemos 3 secciones; en la parte inferior de la pantalla disponemos de los datos del mapa georeferenciado mediante la herramienta ArcView, donde referenciamos los puntos de toma de muestras en el mapa (el mapa es independiente del lugar donde se vaya a realizar la toma de muestras). Este mapa manejado a través de capas como; provincia, ríos, puntos de referencia tomados mediante GPs; a demás si hay la necesidad de añadir otros puntos de toma de muestras para futuros análisis se puede trabajar directamente con los .shp (extensión de mapa base), .shx (datos alfanuméricos), los datos nuevos se actualizaran automáticamente en la base de datos sin tener la necesidad de estar agregando nuevos puntos manualmente en el programa.

En la parte intermedia se cargarán todos los datos que agreguemos de las diferentes mediciones de los puntos de muestreo, como también de los datos que importemos de archivos previamente tratados y convertidos en archivos tipo **.txt** Parte superior tenemos información que representa al usuario responsable de agregar la información, el tipo de dato, el lugar y la fecha de ingreso.

Para agregar las muestras recolectadas en los diferentes puntos debemos hacer lo siguiente.

- Pulse el botón crear.
- Seleccione la fecha de ingreso haciendo clic en la pestaña de la fecha.
- En la matriz que aparecerá ingrese la hora en el formato h:s; por ejemplo 08:10
- Los datos se ingresarán de forma horizontal, la celda corresponde a cada uno de los puntos independientes que se generarán dependiendo del número de sitios en el mapa.
- Pulse el botón guardar para agregar los nuevos datos a la BD (Base de datos)
- Para seguir agregando pulse nuevamente crear y siga los pasos anteriores.

Nota: al momento de guardar tendrá la opción de agregar un aviso o alerta de toma de muestras según sea la necesidad, caso contrario deshabilite la opción de alerta como se muestra en el cuadro de dialogo.



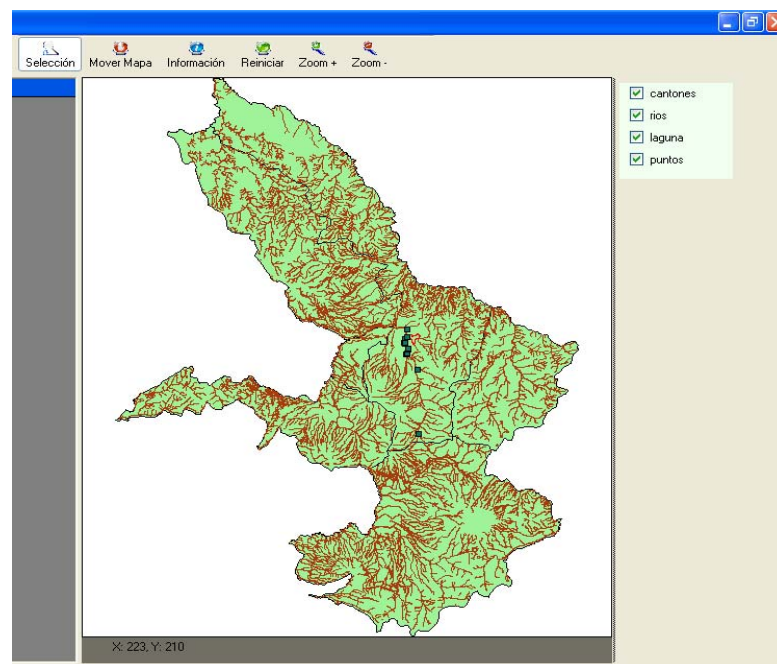
La fecha escogida se agregará en la base de datos del programa y mediante el reloj del sistema del host disparará una alerta al llegar la fecha agregada.

En caso de no querer ninguna notificación o alerta del programa agregue un visto en la casilla **No deseo seleccionar**, como se muestra en la grafica.



Para revisar los datos mediante el mapa haga lo siguiente:

- En la barra de herramientas seleccione Consultas/Mapa Georeferenciado, se mostrará la siguiente pantalla



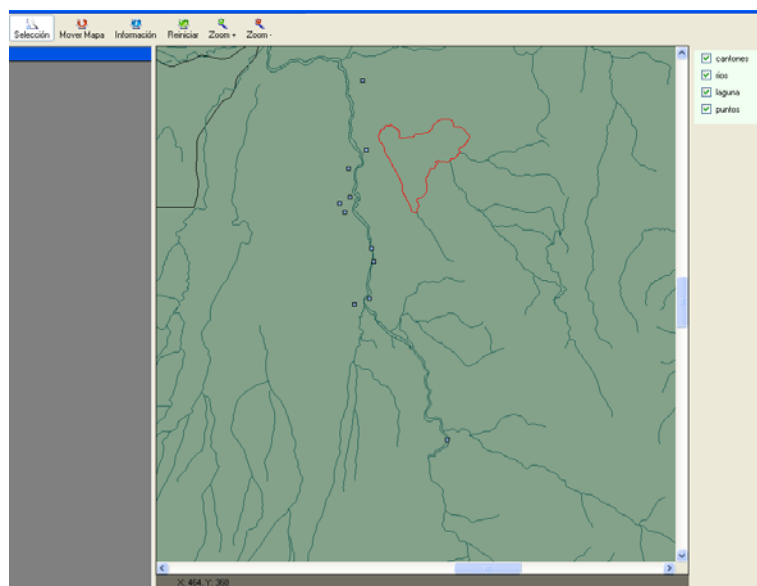
Interfaz de puntos de Referencia de las muestras.

Tenemos algunas herramientas para navegar en la interfaz como:



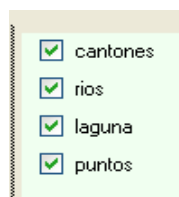
Herramientas de trabajo

- Selección: permite seleccionar una sección del mapa para ampliación



Interfaz de ampliación

- Mover Mapa: permite mover el mapa en la pantalla
- Información: obtendrá información del punto de muestreo, como: DQO, DBO, etc.
- Reiniciar. Permite restablecer el mapa al estado original.
- Zoom +: permite ampliar todo el mapa
- Zoom -: reduce el mapa



Herramientas de manejo de capas

Este tipo de herramientas permiten agregar o quitar las capas de cada mapa por separado en el mapa.

A demás podemos hacer consultas personalizadas, para ello hacemos lo siguiente:

- En la barra de herramientas seleccionamos Consultas/Consultar muestras

En la siguiente pantalla puede consultar: por puntos de muestra, hora, tipo muestra, muestra, nombre responsable, fecha.

UNIDAD SUPERIOR

	tipomuestra	muestra	nombres	fecha	
1	10H45	Nitratos	1,34	pato	25/06/2009
2	10H45	Nitratos	1,16	pato	25/06/2009
3	10H45	Nitratos	1,52	pato	25/06/2009
4	10H45	Nitratos	1,88	pato	25/06/2009
5	10H45	Nitratos	1,89	pato	25/06/2009
6	10H45	Nitratos	1,67	pato	25/06/2009
7	10H45	Nitratos	1,77	pato	25/06/2009
8	10H45	Nitratos	1,87	pato	25/06/2009
9	10H45	Nitratos	1,16	pato	25/06/2009
1	12H47	Nitratos	1,45	pato	25/06/2009
2	12H47	Nitratos	1,77	pato	25/06/2009
3	12H47	Nitratos	1,54	pato	25/06/2009
4	12H47	Nitratos	1,88	pato	25/06/2009
5	12H47	Nitratos	1,87	pato	25/06/2009
6	12H47	Nitratos	1,66	pato	25/06/2009

Interfaz de consulta de datos

- Pulse el botón para graficar la consulta realizada.

Nota: la base de datos se guardará en la siguiente dirección. C:\sistemadqobase\Datos\basedqo de tipo Acces, la cual se puede visualizar mediante Microsoft Access.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- No existe una estación meteorológica que ayude a obtener datos en la parte alta de la microcuenca.

- Las zonas que más contaminación por su cantidad y calidad son las zonas 4 y 5 de las Descargas Ibarra 1 e Ibarra2.

- Con relación a los parámetros T^o, nitritos, nitratos, sólidos disueltos, E. coli y Coliformes totales no revelaron la realidad del estudio, no se medirán continuamente dentro del sistema

- El sistema de monitoreo está en la capacidad de aportar datos precisos y confiables los cuales serán de gran ayuda en el prediseño de una planta de tratamiento.

- Los resultados de los análisis de metales pesados, insecticidas y pesticidas no arrojaron datos negativos, ya que según el laboratorio dice que debe exceder de los 100ug/l lo cual sería una ventaja en el momento de remediar las aguas.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

- Se debería implantar una estación meteorológica en la microcuenca del Tahuando.

- En las zonas 5 y 4 se recomienda tomar las medidas necesarias como puede ser la construcción de un colector, mientras que para las descargas antes de las mencionadas se recomienda implementar pantanos artificiales para su tratamiento.

- Los parámetros que no son seleccionados dentro del sistema deberán ser analizados con un período bimestral en tanto que los que han sido seleccionados se debe mantener el período que se utilizó en la fase experimental.

- Se recomienda implantar el sistema de monitoreo como una herramienta necesaria con el fin de tener una base de datos que permita en un futuro realizar trabajos encausados en el tratamiento de las aguas residuales.

- Se recomienda realizar dos veces en el año los análisis de metales pesados para tener un mejor control de las aguas residuales.

CAPITULO VIII

RESUMEN

El crecimiento poblacional en la ciudad de Ibarra ha ocasionado que el río Tahuando se convierta en receptor de aguas residuales, siendo este uno de los principales problemas que afectan al río, convirtiéndose en un foco de contaminación y por lo tanto la estética visual se vaya deteriorando.

Las aguas residuales que ingresan constantemente al río aumentan los nutrientes, y microorganismos patógenos lo cual desencadena una reacción llamada eutrofización llevando a la pérdida de especies acuáticas que existían. Hoy en día no se aprecia una recuperación del río tanto natural como antrópica ya que lejos de buscar una solución se ha empeorado por las descargas que siguen en aumento.

En el sector comprendido entre Zuleta y Priorato se detectaron 9 descargas las mismas que recogen las aguas residuales de la población de la ciudad de Ibarra, después de realizadas las caracterizaciones se aprecia que las aguas son netamente aguas residuales domésticas, esto nos permitió establecer el diseño de una red de monitoreo para las aguas residuales la cual será de gran ayuda para saber a ciencia cierta que es lo que sucede con las aguas que se descargan al río y la implementación de una planta de tratamiento.

CAPITULO IX

SUMARY

The population growth in the city of Ibarra has caused that the river Tahuando becomes receiver of waste waters, being this one of the main problems that affect to the river, becoming a focus of contamination and therefore the visual esthetics goes deteriorating.

The waste waters that constantly enter to the river increase the nutrients, and patogen microorganisms that which unchains a reaction called Eutrophication taking to the loss of aquatic species that you, they existed. Today in day a recovery of the river so much is not appreciated natural as antrópica since far from looking for a solution has gotten worse for the discharges that continue in increase.

In the understood sector between Zuleta and Priorato nine discharges the same ones were detected that pick up the waste waters of the population of the city of Ibarra, after having carried out the characterizations it is appreciated that the waters are highly domestic waste waters, this allowed to settle down the design of a monitoring net for the waste waters which will be of great help to taste like certain science that is what happens to the waters that are discharged to the river and the implementation of a treatment plant.

CAPITULO X

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALBERTSON, O.** 1995 Test Variable for Raw and Settled Wastewater, Journal of Environmental Engineering, Vol.121, No.7. Pp.515-520
2. **BALMAT, J.** 1957 Oxidación Bioquímica de Partículas de aguas de Alcantarillado, Aguas Residuales Industriales y Domésticas.
3. **BETHEMONT, J.**1980 Aguas Residuales y el Impacto que Causan en los Cuerpos Acuáticos.
4. **BIO VIR** 1997. Literature on Enteric Virus, Cryptosporium, and Giarda, Bio Vir Laboratorios, Benicia,CA.
5. **CIFUENTES et al.,** 1995 Monitoreo del río Texcoco (México)
6. **COHN, PERRY. D., COX, M. BEGER, P.** Aspectos de la Calidad del Agua, Salud y Estética, Mc Graw- Hill. Madrid 2002
7. **CORSI,R.L; Y; SCHROEDER** 1987 Emisiones Volátiles y Potenciales Organismos tóxicos Nueva Cork.
8. **CORTES, M., J. E,** 1993. Plantas de Tratamiento de Aguas residuales Para Pequeñas Comunidades, Disponible en (<http://wikibooks.org/wiki/ingenier>)
9. **CRAUN, F., BERGER, L. CALDERON** 1997. Coliform Bacteria and Waterborne Disease Outbreaks. Journal American Water Works Association, Vol.89.
10. **CRITES, R.; y TCHOBANOGLIOUS, G.** 2000. Sistemas de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados. Ed. Por Emma Ariza H. Colombia. Tomo 1, 1043 pp.
11. **ELDRIGE, E.** 1942. Tratamiento Práctico de aguas Residuales Industriales, Mc Graw- Hill, New York.

12. **FEACHEM, R. J., BRADLEY, H., D, MARA** 1983. Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wasterwater Management, Publisher for the World Bank by John Wiley & Sons, New York.
13. **GARDUÑO, H.** 1994. Ingeniería y Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
14. **GEYER, J. C., Y LENTZ, J.** Diseño y Evaluación de Sistemas Sanitarios, Trabajo Realizado de la Universidad Johns Hopkins Escuela de Ingeniería, 1962
15. **GRADY, C. P., H, LIM.**1980. Tratamiento Biológico de Aguas Residuales, Teoría y Aplicación, Marcel Dekker, New York.
16. **INGRAHAM, J.** Introducción a la Microbiología. Publicado por Wadsworth, Belmont California 1995.
17. **JURÁN, J., GODFREY, A., HOOGSTOD, R., SCHILLING, E.,** Manual de Calidad de Jurán, quinta edición 2001.
18. **LEVINE, A. G., TCHOBANOGLIOUS y T. ASANO** 1985 Caracterización y Distribución Según el Tamaño de Contaminantes en Aguas Residuales: Tratamiento y Reutilización, Vol. 57, No. 7, pp. 205-216.
19. **LLURIA, MARIO., R.** 1996. Características de las Aguas Residuales Industriales
20. **MADIGAN, M. MARTINKO, and J, PARKER.** Biología de los Microorganismos octava edición, 1997.
21. **MARA, D.** Bacteriology for Sanitary Engineers, Churchill Livington, Edinburgh, 1974
22. **Mc JUNKIN, F.** Population Forecasting by Sanitary Engineers, Division, ASCE, vol.90, num. SA4, 1964.
23. **METCALF & EDDY, INC.,** Ingeniería Sanitaria: Redes de Alcantarillado y Bombeo de Aguas Residuales, Mc Grw – Hill, Nueva York 1981
24. **NALCO.1993.** Manual del Agua. Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones Mc. Graw – Hill.

25. **MENA, M. E.**, 2004 Diagnóstico de las aguas Residuales y Prediseño de una Planta de Tratamiento Bilógico Para la Parroquia Gonzalez Suárez. Ibarra. Universidad Tecnica Del Norte. Pag 9,13
26. **PATTERSON, R., JAIN, R. y ROBINSON, S.** Tratamiento de Aguas Residuales y Control de Olores, Presentado en la 77th Convención Anual en la Asociación de Control para la Polución del Aire, San Francisco, junio 1984.
27. **ROBERTS, L. J. JANOVY, Jr.** Foundations of Parasitology, quinta edición. 1996.
28. **SAARI, T.N., and G.P JANSEN** 1979. Waterborne yersenia enterocolítica in midwest United States.
29. **SALVATO, J.** Ingeniería Ambiental y Saneamiento, Tercera edición, Wiley Nueva York, 1982.
30. **SAWYER, C., MC CARTY, L, PARKIN, F.**1994. Química para la Ingeniería Ambiental. Ed Mc Graw - Hill, New York.
31. **SEOANEZ, M.** 1995. Expansión Urbana
32. **SCHIEMANN, D.** 1979 Isolation of Yersenia Enterocolitica from surface and well waters in Notario.
33. **SNOEYINK, V.L y JENKINS, D** 1988 Química del Agua, 2da Edición; Jhon Wiley & Sons, Nueva York
34. **STANDARD METHODS.** 1995 Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 19th. Ed., American Public Health Association, Washington, DC.
35. **STANIER, R. Y; IGRAHAM, J** 1986 Mundo de la Microbiología 5ta Edición Englewood Cliffs, NJ.
36. **THOMAS, H., A.** Bacterial Desinties from Fermentation Tube Tests, Journal American Water Works Association, Vol.34, No.4, p.572 1885.
37. **U.S. EPA** 1985 Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents to freshwater and marine Organisms, EPA-60074-85/013, U.S.EPA enviromental Protection Agency, Washington, DC.

ANEXOS

ANEXOS 1

**MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE
MUESTREO Y MAPA DE ZONIFICACIÓN DE
LA CIUDAD DE IBARRA**

ANEXOS 2

**ANALISIS DE METALES PESADOS
INSECTICIDAS Y PESTICIDAS**

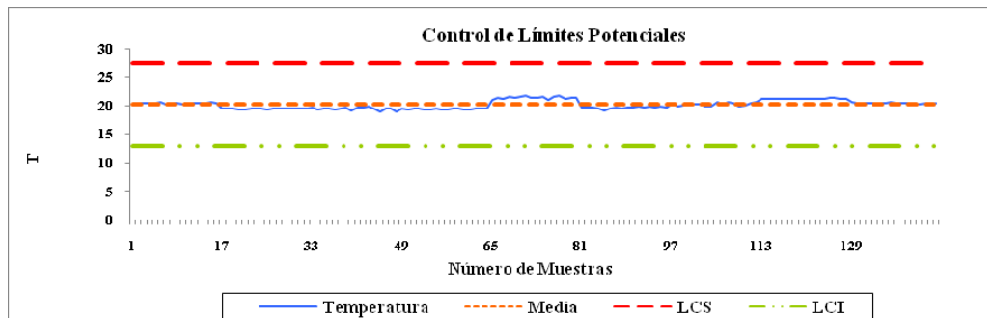
ANEXOS 3

**TABLAS DE DATOS OBTENIDOS EN CADA
DESCARGA Y GRAFICOS DE LÍMITES
POTENCIALES DE LAS DESCARGAS**

Tabla. 1 Datos Temperatura °C

Temperatura °C	Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
	De 10H00 a 11H00	Lunes		20.4	19.6	19.7	19.5	21	19.8	20.5	21.2
Martes			20.5	19.5	19.4	19.4	21.5	19.7	20	21.3	20.5
Jueves			20.5	19.6	19.5	19.5	21.2	19.8	20.1	21.3	20.5
Viernes			20.5	19.4	19.5	19.6	21.7	19.6	20.5	21.3	20.5
De 12H00 a 13H00	Lunes		20.5	19.4	19.4	19.4	21.4	19.2	20.4	21.3	20.5
	Martes		20.6	19.5	19.5	19.4	21.6	19.5	20.3	21.3	20.5
	Jueves		20.4	19.5	19.8	19.5	21.8	19.8	20	21.3	20.5
	Viernes		20.5	19.6	19.2	19.4	21.5	19.5	20	21.2	20.6
De 14H00 a 15H00	Lunes		20.5	19.4	19.8	19.4	21.5	19.8	20.7	21.3	20.5
	Martes		20.4	19.5	19.8	19.5	21.7	19.8	20.4	21.3	20.5
	Jueves		20.5	19.6	20	19.5	21	20	20.6	21.3	20.5
	Viernes		20.5	19.5	19.6	19.4	21.6	19.8	20.5	21.3	20.5
De 17H00 a 18H00	Lunes		20.5	19.5	19	19.4	21.8	19.9	20	21.4	20.4
	Martes		20.5	19.6	19.6	19.5	21.2	19.7	20.2	21.4	20.5
	Jueves		20.6	19.5	19.5	19.5	21.5	20	20.5	21.3	20.4
	Viernes		20.5	19.5	19	19.5	21.5	19.8	20.6	21.3	20.5
Promedio			20.5	19.5	18.4	19.4	21.5	19.7	20.4	21.3	20.4
X ± ts95%			0,016	0.03	10.7	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.04

Gráfico. 1 Límites Potenciales Temperatura

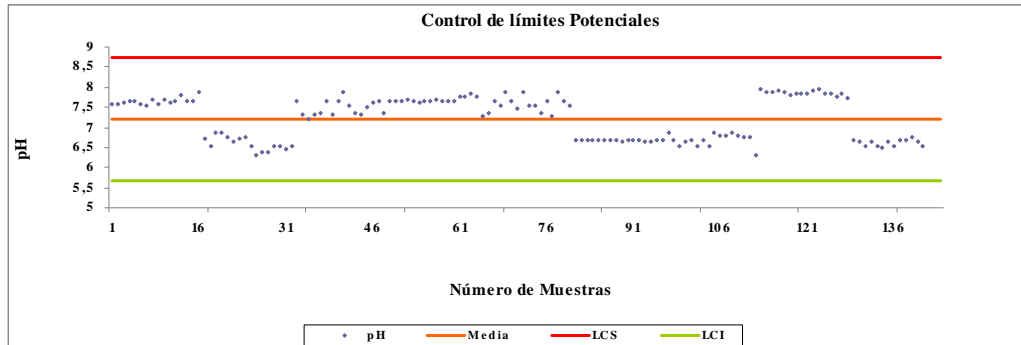


Media	x	20,19
Desviación	s	2,4
LCS	x+ 3s	27,39
LCI	x - 3s	12,99

Tabla. 2 Datos pH pH

pH upH	Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
	De 10H00 a 11H00	Lunes	7,57	6,56	7,65	7,14	7,29	6,68	6,88	7,97	6,69
		Martes	7,57	6,74	7,37	7,37	7,37	6,69	6,28	7,87	6,65
		Jueves	7,63	6,53	7,87	7,48	7,65	6,67	6,54	7,87	6,54
		Viernes	7,67	6,54	7,49	7,48	7,54	6,69	6,65	7,92	6,65
	De 12H00 a 13H00	Lunes	7,67	6,73	7,31	7,37	7,87	6,68	6,28	7,48	6,54
		Martes	7,57	6,45	7,67	7,63	7,65	6,67	6,54	7,85	6,49
		Jueves	7,55	6,74	7,54	7,54	7,45	6,68	6,37	7,43	6,65
		Viernes	7,68	6,53	7,63	7,37	7,87	6,69	6,54	7,54	6,54
	De 14H00 a 15H00	Lunes	7,57	6,45	7,21	7,54	7,54	6,64	6,87	7,65	6,67
		Martes	7,68	6,71	7,32	7,29	7,55	6,67	6,28	7,92	6,7
		Jueves	7,63	6,37	7,37	7,65	7,37	6,68	6,28	7,97	6,74
		Viernes	7,67	6,87	7,65	7,63	7,65	6,67	6,37	7,85	6,65
De 17H00 a 18H00	Lunes	7,8	6,86	7,32	7,48	7,29	6,65	6,29	7,65	6,54	
	Martes	7,67	6,32	7,65	7,54	7,87	6,65	6,37	7,77	6,65	
	Jueves	7,65	6,37	7,32	7,37	7,65	6,67	6,37	7,85	6,49	
	Viernes	7,87	6,54	7,37	7,65	7,54	6,69	6,29	7,42	6,54	
Promedio			7,65	6,59	7,48	7,68	7,57	6,67	6,45	7,86	6,61
X ± ts 95%			0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02

Grafico.2 Límites Potenciales de pH

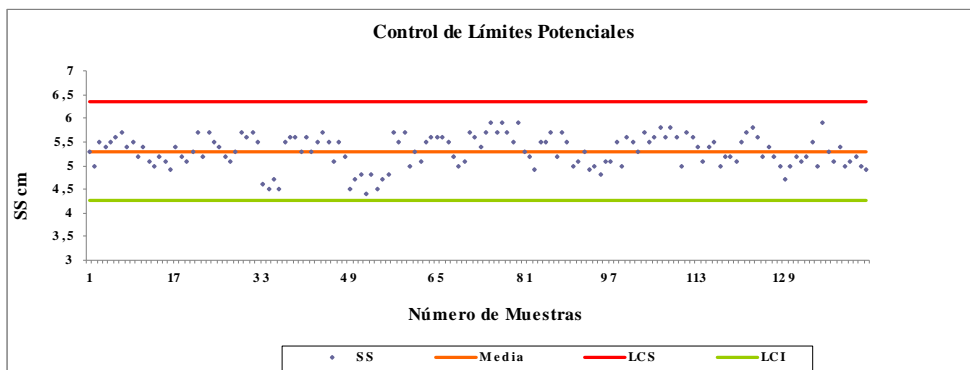


Media	x	7,2
Desviación	s	1,53
LSC	x + 3s	8,74
LIC	x - 3s	5,67

Tabla .3 Datos Sólidos Sedimentables cm³ /l

Sólidos Sedimentables cm ³ /l	Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
	De 10H00 a 11H00	Lunes		5,3	5,4	4,6	4,5	5,6	5,3	5,1	5,4	4,7
		Martes		5	5,2	4,5	4,7	5,6	5,2	5,5	5,1	5
		Jueves		5,5	5,1	4,7	4,8	5,5	4,9	5	5,4	5,2
		Viernes		5,4	5,3	4,5	4,4	5,2	5,5	5,6	5,5	5,1
	De 12H00 a 13H00	Lunes		5,5	5,7	5,5	4,8	5	5,5	5,5	5	5,2
		Martes		5,6	5,2	5,6	4,5	5,1	5,7	5,3	5,2	5,5
		Jueves		5,7	5,7	5,6	4,7	5,7	5,2	5,7	5,2	5
		Viernes		5,4	5,5	5,3	4,8	5,6	5,7	5,5	5,1	5,9
	De 14H00 a 15H00	Lunes		5,5	5,4	5,6	5,7	5,4	5,5	5,6	5,5	5,3
		Martes		5,2	5,2	5,3	5,5	5,7	5	5,8	5,7	5,1
		Jueves		5,4	5,1	5,5	5,7	5,9	5,1	5,6	5,8	5,4
		Viernes		5,1	5,3	5,7	5	5,7	5,3	5,8	5,6	5
De 17H00 a 18H00	Lunes		5	5,7	5,5	5,3	5,9	4,9	5,6	5,2	5,1	
	Martes		5,2	5,6	5,1	5,1	5,7	5	5	5,4	5,2	
	Jueves		5,1	5,7	5,5	5,5	5,5	4,8	5,7	5,2	5	
	Viernes		4,9	5,5	5,2	5,6	5,9	5,1	5,6	5	4,9	
Promedio			5,3	5,41	5,23	5,25	5,56	5,23	5,49	5,33	5,16	
X ± ts 95%			0,03	0,02	0,09	0,09	0,04	0,04	0,03	0,03	0,27	

Gráfico.3 Límites Potenciales Sólidos Sedimentables

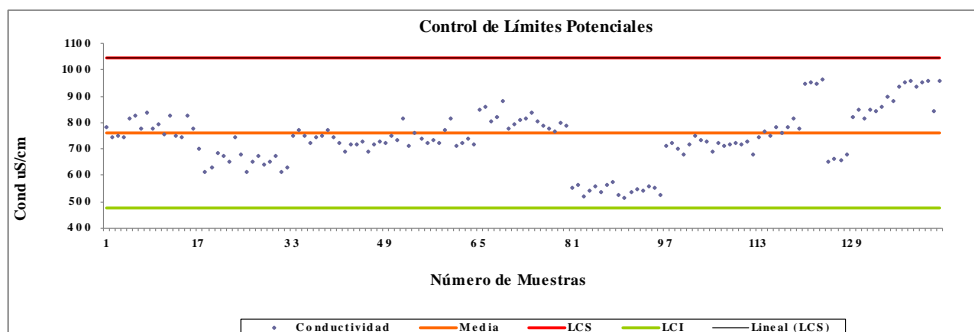


Media	x	5,29
Desviación	s	0,35
LCS	x + 3s	6,34
LCI	x - 3s	4,24

Tabla.4 Datos Conductividad uS/cm

Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		Conductividad uc/cm								
De 10H00 a 11H00	Lunes	785	701	750	720	850	553	710	743	820
	Martes	743	611	774	750	860	565	725	765	850
	Jueves	750	632	750	735	804	523	700	750	813
	Viernes	745	686	725	813	820	540	680	785	850
De 12H00 a 13H00	Lunes	815	675	745	713	880	560	715	760	845
	Martes	825	650	750	760	780	535	750	785	860
	Jueves	780	745	774	740	795	562	735	815	895
	Viernes	840	680	743	725	810	575	728	780	880
De 14H00 a 15H00	Lunes	780	611	724	735	815	528	690	947	934
	Martes	795	650	689	720	835	515	720	950	950
	Jueves	755	675	718	770	805	535	710	945	960
	Viernes	825	640	715	815	790	550	715	965	934
De 17H00 a 18H00	Lunes	750	650	730	713	780	540	725	650	950
	Martes	745	675	689	720	765	560	715	660	957
	Jueves	825	612	718	740	800	553	728	657	845
	Viernes	780	632	730	715	790	528	680	680	957
Promedio		783,6	657,8	732,8	742,8	811,2	545,1	714,1	790	893,8
X ± ts 95%		169,21	160,99	167,07	163,07	188,21	145,87	183,04	148,2	185,16

Gráfico.4 Límites Potenciales de Conductividad uS/l

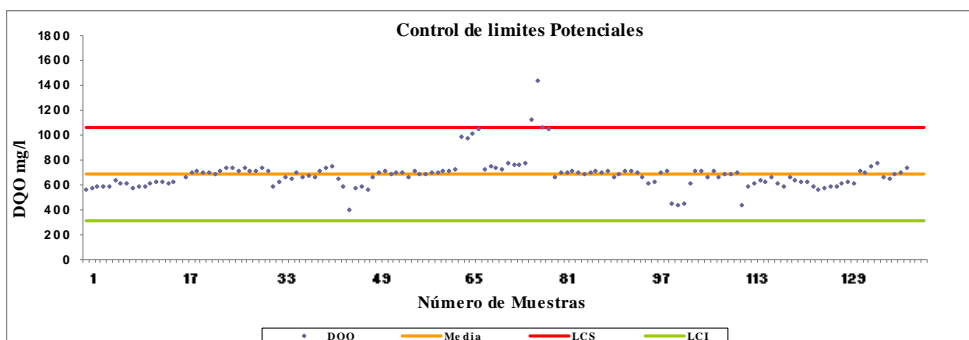


Media	x	761,08
Desviación	s	94,43
LCS	x + 3s	1044,37
LCI	x - 3s	477,79

Tabla.5 Datos DQO mg/l

Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		DQO mg/l								
De 10H00 a 11H00	Lunes	560	420	588	560	988	668	614	434	588
	Martes	574	668	624	668	974	696	624	588	614
	Jueves	588	696	666	696	1012	696	696	614	624
	Viernes	588	710	652	710	1054	710	710	638	614
De 12H00 a 13H00	Lunes	588	696	694	682	724	696	444	624	710
	Martes	638	696	668	696	752	682	434	668	696
	Jueves	614	682	680	696	738	696	444	614	752
	Viernes	614	710	668	668	724	710	614	588	780
De 14H00 a 15H00	Lunes	574	738	708	710	780	696	710	668	668
	Martes	588	738	736	682	766	710	710	638	652
	Jueves	588	710	750	682	766	668	668	624	682
	Viernes	614	738	652	696	780	682	710	624	696
De 17H00 a 18H00	Lunes	624	710	588	696	1124	710	668	588	738
	Martes	624	710	406	710	1436	710	682	560	752
	Jueves	614	738	574	710	1068	696	682	574	752
	Viernes	624	710	588	724	1044	668	696	588	766
Promedio		600,9	691,9	640,1	686,5	920,6	693,4	631,6	567	692,8
X ±ts 95%		252,5	219,3	228,7	292,2	304,3	119,7	293,6	268	267,4

Gráfico.5 Límites Potenciales de Demanda Química de Oxígeno mg/l

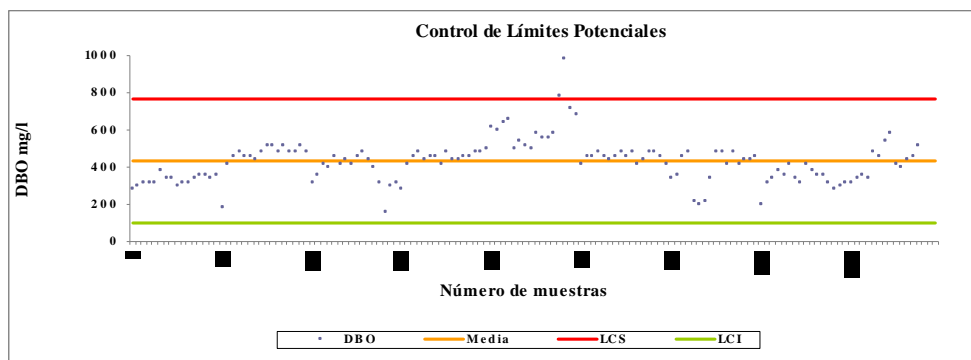


Media	x	431.,52
Desviación	s	111,1
LCS	x + 3s	764,81
LCI	x - 3s	98,23

Tabla.6 Datos de DBO mg/l

Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		DBO mg/l								
De 10H00 a 11H00	Lunes	280	180	320	280	620	420	340	200	320
	Martes	300	420	360	420	600	460	360	320	340
	Jueves	320	460	420	460	640	460	460	340	360
	Viernes	320	480	400	480	660	480	480	380	340
De 12H00 a 13H00	Lunes	320	460	460	440	500	460	220	360	480
	Martes	380	460	420	460	540	440	200	420	460
	Jueves	340	440	440	460	520	460	220	340	540
	Viernes	340	480	420	420	500	480	340	320	580
De 14H00 a 15H00	Lunes	300	520	460	480	580	460	480	420	420
	Martes	320	520	480	440	560	480	480	380	400
	Jueves	320	480	440	440	560	420	420	360	440
	Viernes	340	520	400	460	580	440	480	360	460
De 17H00 a 18H00	Lunes	360	480	320	460	780	480	420	320	520
	Martes	360	480	160	480	980	480	440	280	540
	Jueves	340	520	300	480	720	460	440	300	540
	Viernes	360	480	320	500	680	420	460	320	460
Promedio		331.25	461,3	382	448	626,3	456,3	390	338	450
X ± ts 95%		143,7	119,5	162,4	142,3	192,4	144,3	129,5	154,6	113,2

Gráfico.6 límites potenciales de Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/l

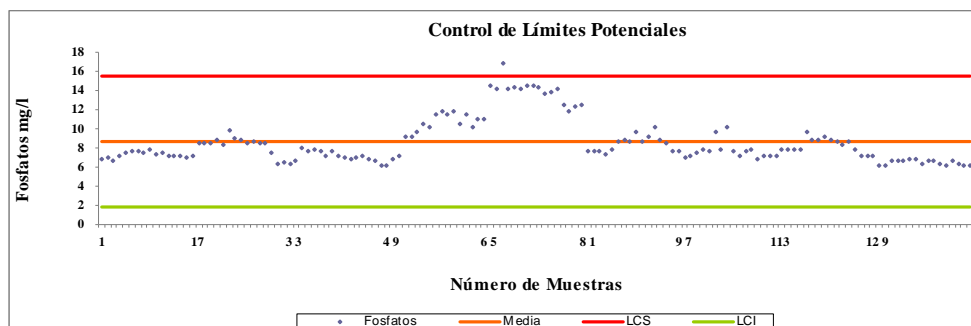


Media	x	431,52
Desviación	s	111,1
LCS	x + 3s	764,81
LCI	x - 3s	98,23

Tabla.7 Datos Fosfatos mg/l

Fosfatos mg/l			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		De 10H00 a 11H00	Lunes	6,84	8,5	6,6	6,84	14,54	7,73	7,02	7,91
Martes	7,02	8,43	7,98	7,16	14,18	7,68	7,16	7,9	6,18		
Jueves	6,62	8,48	7,67	9,23	16,76	7,64	7,46	7,79	6,64		
Viernes	7,11	8,79	7,8	9,23	14,09	7,37	7,79	7,9	6,63		
De 12H00 a 13H00	Lunes	7,46	8,3	7,73	9,62	14,32	7,9	7,64	9,67	6,62	
Martes	7,68	9,85	7,16	10,56	14,14	8,75	9,67	8,79	6,84		
Jueves	7,73	8,96	7,64	10,11	14,45	8,79	7,8	8,79	6,84		
Viernes	7,46	8,79	7,24	11,44	14,45	8,75	10,11	9,23	6,35		
De 14H00 a 15H00	Lunes	7,9	8,48	7,02	11,88	14,32	9,67	7,73	8,79	6,64	
Martes	7,37	8,61	6,84	11,44	13,74	8,61	7,16	8,61	6,62		
Jueves	7,46	8,57	7,02	11,88	13,87	9,23	7,64	8,3	6,35		
Viernes	7,11	8,43	7,16	10,56	14,18	10,11	7,79	8,61	6,18		
De 17H00 a 18H00	Lunes	7,11	7,46	6,84	11,44	12,55	8,79	6,84	7,79	6,62	
Martes	7,24	6,35	6,62	10,11	11,88	8,48	7,11	7,24	6,35		
Jueves	7,02	6,49	6,18	11	12,33	7,73	7,11	7,16	6,18		
Viernes	7,16	6,4	6,18	11	12,55	7,73	7,16	7,16	6,18		
Promedio		7,24	8,18	7,1	10,21	13,89	8,43	7,6	8,22	6,46	
X ± ts 95%		0,05	0,48	0,15	1,14	0,66	0,31	0,41	0,27	0,03	

Gráfico.7 Límites Potenciales Fosfatos mg/l

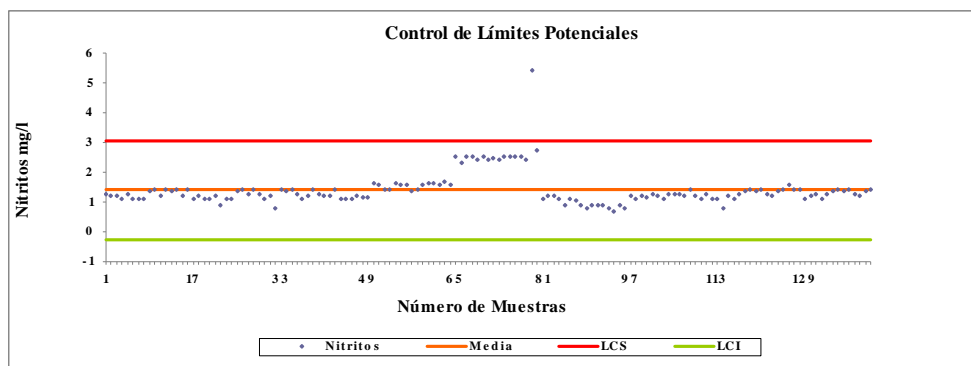


Media	x	8,61
Desviación	s	2,28
LCS	x + 3s	15,45
LCI	x - 3s	1,77

Tabla .8 Datos de Nitritos mg/l

Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		Nitritos mg/l								
De 10H00 a 11H00	Lunes	1,26	1,08	1,44	1,16	2,54	1,08	1,19	1,08	1,08
	Martes	1,19	1,19	1,39	1,63	2,33	1,19	1,08	0,79	1,19
	Jueves	1,19	1,1	1,44	1,59	2,55	1,19	1,19	1,19	1,26
	Viernes	1,08	1,08	1,26	1,44	2,54	1,08	1,15	1,08	1,08
De 12H00 a 13H00	Lunes	1,28	1,19	1,08	1,44	2,42	0,9	1,26	1,26	1,26
	Martes	1,08	0,9	1,19	1,63	2,55	1,08	1,19	1,39	1,39
	Jueves	1,08	1,08	1,44	1,59	2,43	1,06	1,08	1,44	1,44
	Viernes	1,08	1,11	1,26	1,59	2,45	0,9	1,26	1,39	1,39
De 14H00 a 15H00	Lunes	1,39	1,39	1,19	1,36	2,42	0,79	1,28	1,44	1,44
	Martes	1,44	1,44	1,19	1,44	2,55	0,88	1,26	1,26	1,26
	Jueves	1,19	1,26	1,44	1,59	2,55	0,9	1,19	1,19	1,19
	Viernes	1,44	1,44	1,08	1,63	2,55	0,88	1,44	1,39	1,39
De 17H00 a 18H00	Lunes	1,39	1,26	1,08	1,63	2,55	0,79	1,19	1,44	1,44
	Martes	1,44	1,08	1,08	1,59	2,42	0,71	1,08	1,59	1,59
	Jueves	1,19	1,19	1,19	1,7	5,42	0,92	1,26	1,44	1,44
	Viernes	1,44	0,79	1,15	1,59	2,76	0,79	1,08	1,44	1,44
Promedio		1,47	1,62	1,54	1,87	1,94	1,65	1,76	1,86	1,16
X ± ts95%		0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Gráfico.8 Límites potenciales Nitritos mg/l

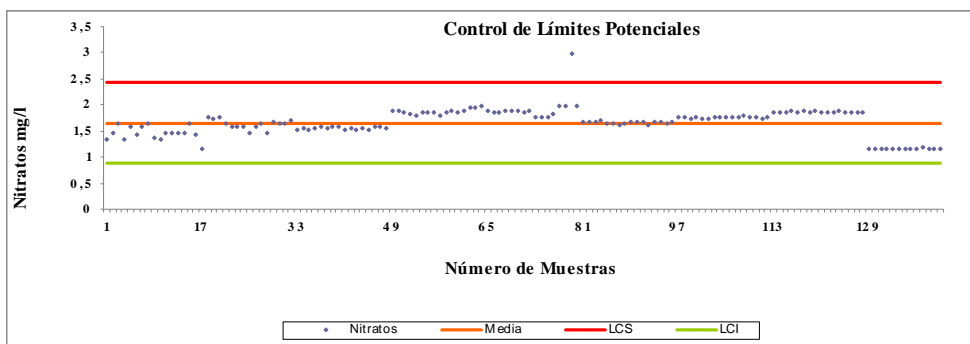


Media	x	1,4
Desviación	s	0,54
LSC	x + 3s	3,05
LCI	x - 3s	-0,25

Tabla.9 Datos Nitratos mg/l

Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		Nitratos mg/l								
De 10H00 a 11H00	Lunes	1,34	1,16	1,52	1,88	1,89	1,67	1,77	1,87	1,16
	Martes	1,45	1,77	1,54	1,88	1,87	1,66	1,76	1,85	1,15
	Jueves	1,65	1,73	1,51	1,87	1,86	1,67	1,74	1,86	1,17
	Viernes	1,34	1,77	1,54	1,83	1,88	1,71	1,76	1,88	1,15
De 12H00 a 13H00	Lunes	1,57	1,65	1,57	1,81	1,89	1,64	1,74	1,85	1,15
	Martes	1,44	1,57	1,55	1,87	1,88	1,63	1,73	1,88	1,17
	Jueves	1,57	1,59	1,59	1,85	1,87	1,61	1,76	1,87	1,15
	Viernes	1,65	1,57	1,57	1,87	1,88	1,63	1,77	1,88	1,17
De 14H00 a 15H00	Lunes	1,36	1,45	1,51	1,81	1,76	1,68	1,78	1,85	1,17
	Martes	1,34	1,59	1,56	1,87	1,77	1,67	1,78	1,87	1,18
	Jueves	1,45	1,65	1,52	1,88	1,78	1,67	1,77	1,87	1,16
	Viernes	1,45	1,45	1,56	1,87	1,82	1,62	1,79	1,89	1,17
De 17H00 a 18H00	Lunes	1,46	1,67	1,53	1,88	1,98	1,66	1,76	1,87	1,16
	Martes	1,46	1,65	1,57	1,95	1,97	1,68	1,78	1,85	1,17
	Jueves	1,65	1,65	1,59	1,95	2,98	1,63	1,75	1,85	1,16
	Viernes	1,44	1,7	1,56	1,98	1,98	1,66	1,78	1,87	1,18
Promedio		1,25	1,17	1,24	1,53	2,68	0,94	1,19	1,3	1,33
X ±ts 95%		0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0	0,02	0,01

Gráfico.9 Límites Potenciales Nitratos mg/l

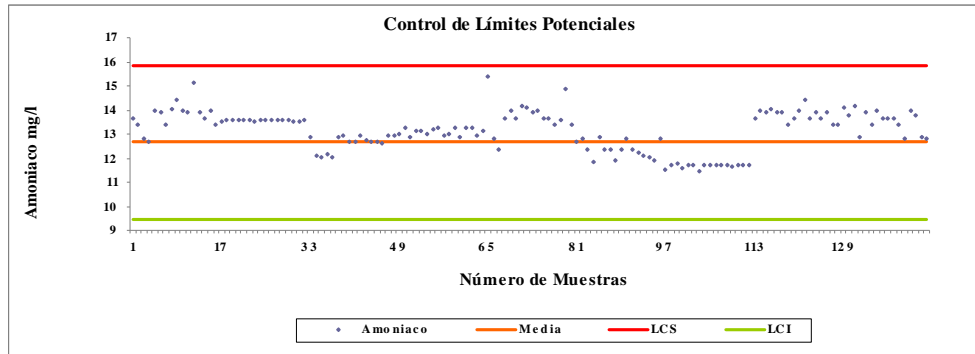


Media	x	1,65
Desviación	s	0,26
LCS	x + 3s	2,43
LCI	x - 3s	0,87

Tabla. 10 Datos Amoniaco mg/l

Horas	Días	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
		Amoniaco mg/l								
De 10H00 a 11H00	Lunes	13,62	13,54	12,85	12,98	13,4	12,66	11,49	13,63	14,12
	Martes	13,4	13,57	12,12	13,28	12,8	12,8	11,68	13,96	13,75
	Jueves	12,8	13,56	12,02	12,88	12,34	12,34	11,75	13,88	14,16
	Viernes	12,66	13,58	12,15	13,14	13,62	11,84	11,56	14,04	12,89
De 12H00 a 13H00	Lunes	13,96	13,56	12,02	13,16	13,96	12,88	11,72	13,88	13,88
	Martes	13,88	13,59	12,86	12,98	13,62	12,35	11,68	13,88	13,4
	Jueves	13,4	13,54	12,92	13,18	14,16	12,34	11,46	13,4	13,96
	Viernes	14,04	13,57	12,68	13,25	14,12	11,92	11,69	13,62	13,62
De 14H00 a 15H00	Lunes	14,4	13,55	12,69	12,95	13,88	12,34	11,74	13,96	13,63
	Martes	13,96	13,59	12,92	12,99	13,96	12,8	11,68	14,4	13,63
	Jueves	13,88	13,56	12,76	13,26	13,62	12,34	11,69	13,62	13,4
	Viernes	15,16	13,59	12,65	12,89	13,62	12,24	11,69	13,88	12,8
De 17H00 a 18H00	Lunes	13,88	13,56	12,66	13,26	13,4	12,08	11,64	13,63	14,0
	Martes	13,62	13,54	12,64	13,24	13,56	12,02	11,73	13,88	13,75
	Jueves	13,96	13,52	12,92	12,92	14,87	11,92	11,68	13,4	12,88
	Viernes	13,4	13,57	12,92	13,12	13,4	12,8	11,72	13,4	12,8
Promedio		13,75	13,56	12,61	13,1	13,61	12,39	11,66	13,8	13,75
X ± ts95%		0,17	0,2	0,06	0,01	0,15	0,06	0,06	0,03	0,11

Gráfico.10 Límites Potenciales Amoniaco mg/l

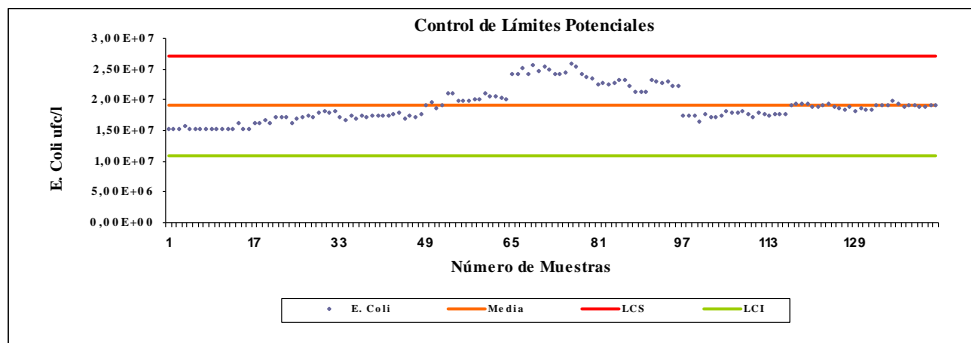


Media	x	12,65
Desviación	s	1,06
LCS	x+ 3s	15,83
LCI	x - 3s	9,47

Tabla.11 Datos De E. Coli ufc

E. Coli ufc	Horas	Dias	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
	De 10H00 a 11H00	Lunes		1,52E+07	1,62E+07	1,72E+07	1,90E+07	2,42E+07	2,26E+07	1,74E+07	1,75E+07	1,82E+07
		Martes		1,53E+07	1,63E+07	1,68E+07	1,95E+07	2,41E+07	2,27E+07	1,75E+07	1,76E+07	1,86E+07
		Jueves		1,53E+07	1,68E+07	1,73E+07	1,86E+07	2,52E+07	2,25E+07	1,75E+07	1,76E+07	1,84E+07
		Viernes		1,56E+07	1,63E+07	1,70E+07	1,90E+07	2,41E+07	2,28E+07	1,64E+07	1,77E+07	1,85E+07
	De 12H00 a 13H00	Lunes		1,54E+07	1,71E+07	1,75E+07	2,11E+07	2,56E+07	2,33E+07	1,77E+07	1,90E+07	1,91E+07
		Martes		1,53E+07	1,71E+07	1,73E+07	2,11E+07	2,46E+07	2,32E+07	1,72E+07	1,93E+07	1,90E+07
		Jueves		1,53E+07	1,73E+07	1,75E+07	1,98E+07	2,53E+07	2,22E+07	1,72E+07	1,93E+07	1,91E+07
		Viernes		1,54E+07	1,62E+07	1,74E+07	1,98E+07	2,48E+07	2,12E+07	1,73E+07	1,93E+07	1,99E+07
	De 14H00 a 15H00	Lunes		1,53E+07	1,70E+07	1,74E+07	1,98E+07	2,41E+07	2,12E+07	1,82E+07	1,88E+07	1,93E+07
		Martes		1,52E+07	1,72E+07	1,74E+07	2,00E+07	2,43E+07	2,13E+07	1,78E+07	1,89E+07	1,89E+07
		Jueves		1,53E+07	1,75E+07	1,76E+07	2,02E+07	2,44E+07	2,32E+07	1,79E+07	1,92E+07	1,92E+07
		Viernes		1,52E+07	1,72E+07	1,80E+07	2,11E+07	2,58E+07	2,30E+07	1,82E+07	1,93E+07	1,90E+07
De 17H00 a 18H00	Lunes		1,52E+07	1,80E+07	1,70E+07	2,05E+07	2,53E+07	2,28E+07	1,77E+07	1,88E+07	1,88E+07	
	Martes		1,62E+07	1,82E+07	1,73E+07	2,06E+07	2,42E+07	2,31E+07	1,72E+07	1,87E+07	1,89E+07	
	Jueves		1,53E+07	1,80E+07	1,71E+07	2,04E+07	2,37E+07	2,23E+07	1,78E+07	1,84E+07	1,90E+07	
	Viernes		1,53E+07	1,82E+07	1,76E+07	2,00E+07	2,35E+07	2,23E+07	1,76E+07	1,88E+07	1,91E+07	
Promedio			3.60E+07	3.72E+07	3.73E+07	4.00E+07	6.83E+07	4.25E+07	3.75E+07	3.86E+07	3.79E+07	
X ± ts 95%			9.18E+11	2.38E+11	4.09E+11	#####	4.88E+11	2.46E+11	9.66E+11	2.32E+11	2.70E+11	

Gráfico.11 Límites Potenciales de E. Coli ufc

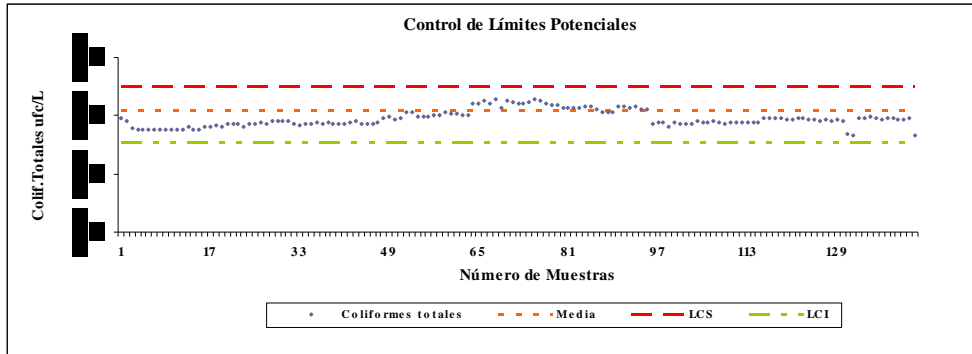


Media	x	1,91E+07
Desviación	s	3,00E+06
LCS	x + 3s	2,70E+07
LCI	x - 3s	1,10E+07

Tabla. 12 Datos Coniformes Totales ufc

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
Coliformes Totales ufc/l	De 10H00 a 11H00	Lunes	3,84E+07	3,62E+07	3,72E+07	3,90E+07	4,42E+07	4,26E+07	3,74E+07	3,75E+07	3,82E+07
		Martes	3,93E+07	3,63E+07	3,68E+07	3,95E+07	4,41E+07	4,27E+07	3,75E+07	3,76E+07	3,86E+07
		Jueves	3,83E+07	3,68E+07	3,73E+07	3,86E+07	4,52E+07	4,25E+07	3,75E+07	3,76E+07	3,84E+07
		Viernes	3,56E+07	3,63E+07	3,70E+07	3,90E+07	4,41E+07	4,28E+07	3,64E+07	3,77E+07	3,35E+07
	De 12H00 a 13H00	Lunes	3,54E+07	3,71E+07	3,75E+07	4,11E+07	4,56E+07	4,33E+07	3,77E+07	3,90E+07	3,31E+07
		Martes	3,53E+07	3,71E+07	3,73E+07	4,11E+07	4,25E+08	4,32E+07	3,72E+07	3,93E+07	3,90E+07
		Jueves	3,53E+07	3,73E+07	3,75E+07	3,98E+07	4,53E+07	4,22E+07	3,72E+07	3,93E+07	3,91E+07
		Viernes	3,54E+07	3,62E+07	3,74E+07	3,98E+07	4,48E+07	4,12E+07	3,73E+07	3,93E+07	3,99E+07
	De 14H00 a 15H00	Lunes	3,53E+07	3,70E+07	3,74E+07	3,98E+07	4,41E+07	4,12E+07	3,82E+07	3,88E+07	3,93E+07
		Martes	3,52E+07	3,72E+07	3,74E+07	4,00E+07	4,43E+07	4,13E+07	3,78E+07	3,89E+07	3,89E+07
		Jueves	3,53E+07	3,75E+07	3,76E+07	4,02E+07	4,44E+07	4,32E+07	3,79E+07	3,92E+07	3,92E+07
		Viernes	3,52E+07	3,72E+07	3,80E+07	4,11E+07	4,58E+07	4,30E+07	3,82E+07	3,93E+07	3,90E+07
	De 17H00 a 18H00	Lunes	3,52E+07	3,80E+07	3,70E+07	4,05E+07	4,53E+07	4,28E+07	3,77E+07	3,88E+07	3,88E+07
		Martes	3,62E+07	3,82E+07	3,73E+07	4,06E+07	4,42E+07	4,31E+07	3,72E+07	3,87E+07	3,89E+07
		Jueves	3,53E+07	3,80E+07	3,71E+07	4,04E+07	4,37E+07	4,23E+07	3,78E+07	3,84E+07	3,90E+07
		Viernes	3,53E+07	3,82E+07	3,76E+07	4,00E+07	4,35E+07	4,23E+07	3,76E+07	3,88E+07	3,31E+07
	Promedio		1.54E+07	1.72E+07	1.73E+07	2.00E+07	2.46E+07	2.25E+07	1.75E+07	1.86E+07	1.89E+07
	X ± ts 95%		1.09E+11	2.38E+11	4.09E+11	2.61E+11	1.55E+11	2.46E+11	9.66E+11	2.23E+11	7.87E+11

Gráfico.12 Límites Potenciales de Coniformes Totales ufc



Media	x	4,17E+07
Desviación	s	2,82E+06
LCS	x + 3s	5,02E+07
LCI	x - 3s	3,06E+07

ANEXOS 4

Fotografías

Fotografía 1



Equipo de análisis portatil

Fotografía 2



Muestreo de Aguas en el río

Fotografía 3



Muestreo de Aguas residuales

Fotografía 4



Análisis in situ aguas residuales

Fotografía 5



Cajas de revisión de la alcantarilla

Fotografía 6



Descarga Ibarra 2

Fotografía 7



Respirometro DBO

Fotografía 8



Descarga Ibarra2