

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO CONCEPTUAL.

1.1.1. El Agua

El agua como sustancia química está compuesta por Hidrógeno y Oxígeno, con la fórmula H_2O . Es una sustancia compuesta abundante en la Tierra, existiendo en varios estados de la materia como distribuido en diferentes lugares del planeta, principalmente en los Océanos y las capas polares, pero también en nubes, lluvia, ríos y arroyos.

Es fundamental para todas las formas de vida conocidas. Los humanos consumen agua potable. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales.

El agua es la única sustancia que se encuentra en la Tierra en los tres estados materiales (vapor, líquido y sólido). El punto de ebullición del agua a nivel del mar es de $100^{\circ} C$, y su punto de congelación es de $0^{\circ} C$. La densidad del agua es $1g/ml$, y la densidad del agua sólida es menor a la del agua líquida, $0,917 g/ml$. El agua ocupa tres cuartas partes de la Tierra.

El calor específico del agua es de $1cal/gr^{\circ}C$. El agua es considerada un solvente universal, ya que es el líquido que más sustancias disuelve porque es una molécula polar. Las moléculas de agua están unidas por puentes de Hidrógeno. (UNICEF-OMS, 1969).

1.1.2. Agua Residual Domestica

Son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. Su composición varía según los hábitos de la población que los genera. (Araiza y Zambrano, 2012).

1.1.3. Aguas Residuales Crudas

Aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas, sin tratamiento posterior a su uso. (RMCH, 1995).

1.1.4. Aguas Residuales Tratadas

Aguas procesadas en plantas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad en relación a la clase de cuerpo receptor a que serán descargadas. (RMCH, 1995).

1.1.5. Contaminación De Aguas

Alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente. (RMCH, 1995).

1.1.6. Cuerpo Receptor

Medio donde se descargan aguas residuales crudas o tratadas. (RMCH, 1995).

1.1.7. Aguas Residuales Crudas

Aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas, sin tratamiento posterior a su uso. (RMCH, 1995).

1.1.8. Límite Permisible

Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas. (RMCH, 1995).

1.1.9. Monitoreo

Evaluación sistemática cualitativa y cuantitativa de la calidad del agua. (RMCH, 1995).

1.1.10. Evaluar

Evaluar quiere decir valorar, estimar el valor de las cosas. Cuando juzgamos evaluamos, porque analizamos los datos con que contamos y al mismo tiempo damos nuestro juicio de valor. La evaluación general como su nombre lo indica, se refiere a todas las acciones en general: no hay acto humano en el que no esté presente el juicio de valor o la evaluación. (Estevens, 2006).

1.1.11. Autodepuración

La autodepuración es un sistema que tiene lugar en las aguas naturales, y consiste en una serie de mecanismos de sedimentación de las partículas presentes en ellas y de procesos químicos y biológicos que producen la degradación de la materia orgánica existente para su conversión en materia inorgánica, que servirá como nutriente a las algas; haciendo aumentar su actividad fotosintética y enriqueciendo de oxígeno el agua. Con ellos se elimina la materia extraña del agua y se restablece el equilibrio. (Revista Ambientum, 2002)

1.1.12. Muestra

Es una porción de agua representativa que se va a determinar una serie de características organolépticas, físico-químicas o microbiológicas más representativas de la fuente de la cual fue recolectada y la cual es analizada en el laboratorio. (Diccionario de la lengua española 1992).

1.1.13. Muestreo

Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características. (NB 496, 2005).

1.1.14. Punto De Muestreo

Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa, para su posterior caracterización físico-química, bacteriológica y/o radiológica. (NB 496, 2005).

1.1.15. Punto de Monitoreo o Punto de Control

Es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad (en este caso de las aguas superficiales) en forma periódica. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013).

1.1.16. Descarga

Vertido de aguas residuales crudas o tratadas en un cuerpo receptor. (RMCH, 1995).

1.1.17. Parámetro

Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva. (<http://definicion.de/parametro/>).

1.1.18. Caudal

Cantidad de un fluido que pasa por un punto determinado en una unidad de tiempo; puede considerarse también como la cantidad de agua que sale de una fuente o vertedero. (Glosario de términos ambientales).

1.1.19. Estiaje

El estiaje es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año, debido principalmente a la sequía. El término se deriva de estío o verano, debido a que en la región del Mediterráneo, el estío es la época de menor caudal de los ríos debido a la relativa escasez de precipitaciones en esta estación. Cuando nos referimos al régimen de un río, el estiaje es el período de aguas bajas. (<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Estiaje&oldid>)

1.1.20. Laboratorio Autorizado

Laboratorio que ha obtenido la acreditación del MDSMA para efectuar análisis físico-químicos y biológicos de las aguas naturales, aguas residuales, cuerpos receptores y otros necesarios para el control de la calidad del agua. (RMCH, 1995).

1.1.21. Análisis Bacteriológico

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características bacteriológicas del agua. (NB 496, 2005).

1.1.22. Análisis Físico-Químico

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características físicas químicas del agua en forma cualitativa y cuantitativa, incluyéndose las organolépticas como parte de las características físicas. (NB 496, 2005).

1.1.23. Aguas Residuales

Se consideran Aguas Residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). (Collazos, 2008).

1.1.24. 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. (Collazos, 2008).

Otra forma de denominar a las Aguas Residuales es en base al contenido de contaminantes que esta porta, así se conocen como:

- Aguas negras a las Aguas Residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y Coliformes fecales

- Aguas grises a las Aguas Residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, que aportan sólidos suspendidos, fosfatos, grasas y coliformes fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros. (Collazos, 2008).

1.1.25. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) (en mg/l).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (en mg/l). Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer biológicamente la materia orgánica carbonácea. Se determina en laboratorio a una temperatura de 20° C y en 5 días.

La cantidad de DBO₅ está en relación inversa con la cantidad de oxígeno disuelto, ya que aumenta la producción de oxígeno disminuirá la DBO₅ por la acción de las bacterias aeróbicas que tienen capacidad para degradar la materia orgánica. Se recomiendan valores inferiores a 10 mg/l para agua de consumo humano (MINAE, 2003; OMS, 2002).

1.1.26. Oxígeno Disuelto

El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. (**Milacron Marketing Co.**)

Este parámetro es vital para el estudio de contaminantes de los sistemas acuáticos, ya que los organismos necesitan oxígeno para cumplir su proceso metabólico. Su relación con el DBO₅ es fuente para analizar problemas de eutrofización, como consecuencia de una carga excesiva de materia orgánica (Basterrechea, 1997).

Los niveles de oxígeno disuelto varían entre 0 – 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 a 6 ppm para soportar una

diversidad de vida acuática. Además, los niveles de OD a veces se expresan en términos de porcentaje de saturación (bartan y balance, 1996; Mitchell y Stapp 1996; Stevens Institute of Technology, 2004)

1.1.27. Coliformes Totales.

Los Coliformes son bacterias principalmente asociadas con los desechos humanos y animales. Los Coliformes Totales proporcionan una medida de la contaminación del agua proveniente de la contaminación fecal.

http://www.ecured.cu/index.php/Microbiolog%C3%ADa_de_los_alimentos.

Dentro del grupo de los Coliformes Totales existe un subgrupo que es el de los Coliformes fecales. (<http://fundacion.usal.es/microaguas>).

1.2. MARCO TEORICO.

1.2.1. Definición y tipos de monitoreo

Spellerberg (1991) define el monitoreo como “las observaciones sistemáticas de parámetros relacionados con un problema específico, diseñadas de tal manera que nos provean información sobre las características del problema a tratar y sus cambios a lo largo del tiempo”.

En una acepción más restringida, Shear (1995) menciona que monitoreo es “la colección, análisis e interpretación rutinaria de datos físicos, químicos y biológicos en un sitio definido, a lo largo de un período dado y con una frecuencia de muestreo establecido”.

Por su parte, Roni (2005) lo define como “la evaluación sistemática de algo, con el propósito de coleccionar datos para responder a objetivos específicos”.

Puesto de manera más sencilla, el monitoreo es determinar qué está cambiando y por qué. En ecología se usa el término monitoreo como sinónimo de las acciones para detectar un cambio en los parámetros físicos, químicos o biológicos.

El concepto de monitoreo no debe entenderse como una mera actividad repetitiva por sí sola, sino como un proceso con propósitos y objetivos específicos y con mecanismos de análisis y retroalimentación que permitan mejorar y adaptar este proceso a las necesidades futuras (Spellberg, 1991).

1.2.2. Monitoreo De Aguas

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 cómo 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).

1.2.3. Porcentaje de saturación del Oxígeno Disuelto (O₂D en mg/l)

Este parámetro es vital para el estudio de contaminación de los sistemas acuáticos, ya que los organismos necesitan oxígeno para cumplir su proceso metabólico. (Basterrechea, 1997). Los niveles de oxígeno disuelto varían entre 0 - 18 partes por millón (ppm) o (mg/l) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 a 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática. Además, los niveles de OD a veces se expresan en términos de Porcentaje de Saturación (Bartram y Ballance, 1996; Mitchell y Stapp, 1996; Stevens Institute of Technology, 2004).

Parámetro determinante para mantener las formas de vida superior en los cuerpos de agua y puede su contenido correlacionarse con la calidad de agua. (Basterrechea, 1997).

CUADRO 1

NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO

NIVEL DE OXIGENO DISUELTO (mg/l)	CALIDAD
0 -3	Mala
3,1 - 5	Aceptable
5,1 - 7	Buena
+7	Muy buena

Fuente: Basterrechea, 1997.

1.2.4. ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto?

El oxígeno es el responsable de que se produzcan dos fenómenos imprescindibles para mantener un ecosistema vivo: la respiración de los seres vivos y la descomposición de la materia orgánica cuando muere. Con el análisis, obtendremos la cantidad de oxígeno en “ppm” (partes por millón, equivalente a miligramos por litro). Para conocer si el valor de oxígeno es adecuado se puede decir que, si la concentración es:

- 5 a 6 mg/l: hay oxígeno suficiente para la mayor parte de las especies.
- < 3 mg/l: dañino para la mayor parte de las especies.
- < 2 mg/l: fatal para la mayor parte de las especies.

1.2.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5 en mg/l)

Esta medida determina la cantidad de materia orgánica bioquímicamente degradable presente en una muestra de agua, la cual mide la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas. (Tetzaguic, 2002). La cantidad de DBO5 está en relación inversa con la cantidad de Oxígeno disuelto, ya que si aumenta la producción de oxígeno disminuirá la DBO5 por la acción de las bacterias aeróbicas que tienen capacidad para degradar la materia

orgánica. Debe medirse a los 5 días y a 20° C. Se recomiendan valores inferiores a 10mg/l para agua de consumo humano (MINAE, 2003; OMS, 2002).

CUADRO 2
CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l)

CONTENIDO DE DBO ₅ (mg/l)	CALIDAD
50 – 120	Muy contaminada
30 – 49	Contaminada
6 – 29	Aceptable
< 6	Buena calidad

Fuente: Basterrechea, 1997.

1.2.6. Coliforme total (NMP/100ml)

Indicador biológico de la descarga de materia orgánica. Su presencia es evidencia de contaminación fecal, los cuales tienen su origen en las excretas de animales de sangre caliente. La mayoría de estos organismos son anaeróbicos y facultativos, pero otros dependen del oxígeno disuelto para realizar procesos de metabolización (Bartram y Ballance, 1996). Aunque no es posible distinguir entre Coliformes de origen humano o animal, existen ensayos para diferenciar entre Coliformes totales, que incluyen los de animales y suelo y Coliformes fecales, que incluyen únicamente los humanos (Bartram y Ballance 1996).

1.2.7. Autodepuración

La autodepuración es el proceso de recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica.

BRANCO, S. M., 1984. *Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales*. Ser. Biol. Monogr. 28, OEA: 120 pp.

1.2.8. Procesos de Autodepuración del agua

La autodepuración es el proceso de recuperación de un curso de agua después de un episodio de contaminación orgánica. En este proceso los compuestos orgánicos son diluidos y transformados progresivamente por la descomposición bioquímica, aumentando su estabilidad.

Por otro lado vemos que la digestión de la materia orgánica desempeña un papel principal ya que se lleva a cabo por medio de bacterias. (Margalef, R. 1991. Ecología).

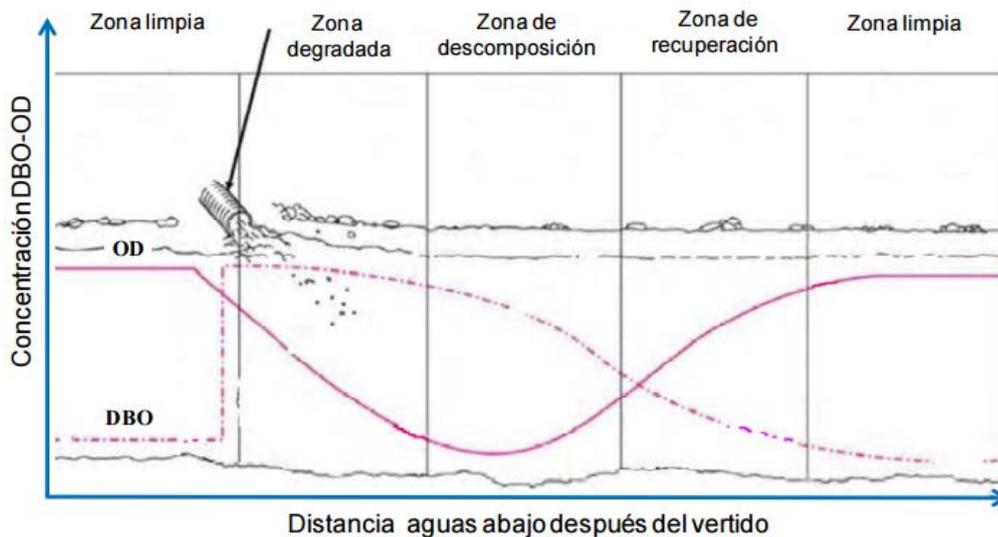
1.2.9. Autodepuración de los Ríos

En los mecanismos naturales de autodepuración de un río se distinguen cuatro zonas según su contaminación y fase de depuración. (Unda, 1998 y Hernández, 1994)

Zona de degradación: se produce al incorporarse agua residual al río. El aspecto del agua es sucio, disminuye el contenido en oxígeno y aumenta la DBO. Comienza la degradación por parte de la flora microbiana.

FIGURA 1

ZONA DE AUTODEPURACIÓN DE UN RIO



Fuente Unda, 1998 y Hernandez,(1994)-

En la zona de descomposición activa: baja la concentración del oxígeno disuelto para después subir lentamente. En función de la magnitud de la carga del contaminante podrá observarse que el agua se torna sucia y con espuma.

La tercera zona es la de recuperación: Reaparecen los vegetales y el agua se clarifica. Todo ello debido a la presencia de oxígeno disuelto o procedente de la actividad fotosintética de los vegetales, que ayuda a degradar los compuestos contaminantes.

La velocidad de autodepuración depende de (Félez, 2009).

- Movimiento del agua: a mayor velocidad mayor autodepuración, ya que se oxigenará rápidamente.
- Profundidad: a más profundidad, menos autodepuración debido a la escasez de oxígeno disuelto.
- Superficie: cuanto mayor sea la superficie, mayor será el contacto con el oxígeno del aire y será mayor la transferencia de masa aire/agua.

1.2.10. Fundamentos teóricos de la Autodepuración

Toda corriente de agua tiene cierta capacidad para estabilizar la carga orgánica que le cae procedente de su cuenca misma, de descarga de aguas residuales de poblaciones y de desechos industriales. Esta propiedad de las corrientes de agua se conoce con el nombre de capacidad de autodepuración o purificación natural.

Conforme transcurre un río, la absorción de oxígeno del aire va tendiendo a restablecer las condiciones naturales iniciales. Este es el proceso conocido como autodepuración.

La purificación natural de las aguas es muy lenta cuando la contaminación es alta, se requiere que el río recorra grandes distancias para lograr una purificación apreciable. (RODOLFO SÁENZ).

1.2.11. Factores que dependen el proceso de autodepuración

Tiempo. Es necesario para que los descomponedores actúen. Así que a medida que pasa tiempo, la cantidad de materia orgánica disminuirá (porque la eliminaran los descomponedores) pero también el oxígeno disuelto pues es consumido en dicho proceso. Cuando toda la materia orgánica haya sido eliminada las concentraciones de O_2 volverán hacer iniciales.

Cantidad y calidad del receptor. Si el volumen del agua es las posibilidades de dispersión son mayores.

Características dinámicas o estáticas. Un río caudaloso y que circula por una fuerte pendiente (alta montaña) tendrá mayor capacidad de dispersar los contaminantes y además, al tener mayor agitación intercambiara mayor gases (O_2) con la atmosfera (será un sistema acuático oxigenado).en cambio, un lago con guas estáticas tendrá mendo posibilidades de dispersar contaminantes y oxigenarse porque su dinámica es nula.

Cantidad de O_2 disuelto. Es un parámetro clave para analizar la vida en el agua y está muy relacionado con el factor anterior y por supuesto, con la cantidad de materia orgánica (contaminación) que tenga el agua, porque a mas materia orgánica más gasto de O_2

Temperatura. Importante porque está relacionado con la cantidad de oxígeno disuelto.

Biocenosis. Tiene que haber microorganismos (bacterias fundamente) que sean capaces de degradar la materia orgánica.

Característica de la zona donde se localiza el receptor acuático. Índice de pluviosidad (si llueve mucho= mayor caudal y mayor renovación y dispersión de los contaminantes). Relieve (si hay fuerte pendiente, la dispersión y la oxigenación serán mayores; por esto un río de alta montaña, nunca suele aparecer contaminado)

Tipo de vertido. No todos los vertidos son biodegradables. Las sustancias no orgánicas biodegradables (metales pesados, algunos plaguicidas y pesticidas, etc.) no podrán ser eliminadas en la autodepuración. (Unda,1998y Hernandez,1994)

1.2.12. Modelos de autodepuración

El propósito del modelo de auto depuración se fundamenta en terminar el contenido de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno mediante su evolución en los ríos de estudio.

1.2.13. Capacidad Autodepuradora de las aguas superficiales.

La autodepuración es un proceso que la naturaleza provee a los cuerpos hídricos, la capacidad para eliminar por sí mismo las sustancias que la contaminan.

naturahttp://www.ambientum.com/revista/2002_11/AUTDPRCNGS2.aspl.

1.2.14. Índice de Prati

Un importante parámetro para la discusión de la calidad fisicoquímica del agua, es el oxígeno disuelto. Una concentración alta es primordial para el desarrollo de la vida acuática; igualmente, este juega un rol importante en la autodepuración en los ríos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el investigador Italiano Prati (Prati, 1971), desarrollo una fórmula para la variable de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno que transformada, es usada para definir clases de calidad.

Propuso en 1971 un índice para las aguas superficiales, también llamado implícito contaminación Índice de Prati, basado en los sistemas de clasificación de calidad del agua utilizada en varios países europeos y algunos estados de Estados Unidos.

Los investigadores observaron el índice como una posible herramienta para hacer un inventario comparativo de la calidad del agua en diferentes regiones o países.

El índice de “Prati” permite trasladar información de concentraciones de las variables de mayor importancia en la valoración de contaminación orgánica de una corriente de

agua a un índice que permita evaluar los grados de contaminación de fuentes de agua superficiales.

CUADRO 3

Puntaje asignado para el Índice Prati de calidad del agua

CLASE	PI	GRADO DE CONTAMINACION
1	0-1	No contaminada
2	1-2	Poco contaminada
3	2-4	Modernamente contaminada
4	4-8	Contaminada
5	8-16	Muy contaminada
6	>16	Altamente contaminada

Fuente: Índice Prati

1.2.15. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

El análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de aplicación son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que persiguen, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso. (Massart, 1997).

1.3. MARCO LEGAL

Nueva constitución política del Estado Plurinacional

1.3.1. Derecho Al Medio Ambiente

Artículo 33. Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Artículo 34. Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas de actuar de oficio frente a los atentados contra el medio ambiente.

Artículo 343. La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultado e informado previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente.

Artículo 347. I. el estado y la sociedad promoverán la mitigación de los efectos nocivos al medio ambiente, y de los pasivos ambientales que afectan al país. Se declara la responsabilidad por los daños ambientales históricos y la imprescriptibilidad de los delitos ambientales.

II. quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.

EN EL MARCO LEGAL SE TOMARA EN CUENTA EL REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE LA LEY DEL MEDIO AMBIENTE N° 1333.

1.3.2. Ley 1333 De Medio Ambiente.

ARTICULO 1º La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medioambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

En 1992 se establecen, a través del Decreto Supremo N° 24176, los reglamentos a la Ley del Medio Ambiente (Ley 1333) integrada por los siguientes Reglamentos:

- a) Gestión ambiental
- b) Prevención y control ambiental
- c) Contaminación atmosférica
- d) Contaminación hídrica
- e) Actividades con sustancias peligrosas
- f) Gestión de Residuos Sólidos

Los lineamientos y políticas para el manejo de la contaminación del agua, se presentan en el Reglamento de Contaminación Hídrica, cuyos puntos más importantes son:

Autoridades ambientales

Nivel Nacional. El Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente está encargado de definir la política nacional para la prevención y control de la calidad hídrica y de coordinar con los Organismos Sectoriales Competentes.

- Nivel Departamental. La Prefectura del departamento, a través del Prefecto, está encargada de hacer el inventario de los recursos hídricos y de otorgar los permisos de descarga de aguas residuales crudas o tratadas.

- Gobiernos Municipales. Las Alcaldías Municipales coordinan las actividades con las gobernaciones.

- Cooperativas de Agua Potable y Alcantarillado. Se encargan de elaborar los procedimientos técnicos y administrativos, a fin de establecer convenios con las industrias, instituciones y empresas de servicios que descarguen sus aguas residuales

crudas y/o tratadas en los colectores sanitarios de su propiedad o que estén bajo su control.

1.3.3. Reglamento En Materia De Contaminación Hídrica

ARTICULO 1º La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la Contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible.

SEGÚN EL REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACION HIDRICA

De la clasificación de cuerpos de aguas.

ARTICULO 4º. La clasificación de los cuerpos de agua, según las clases señaladas en el Cuadro N° 1 - Anexo A del presente reglamento, basada en su aptitud de uso y de acuerdo con las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, será determinada por el MDSMA. Para ello, las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.

Esta clasificación general de cuerpos de agua; en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

CLASE “A” Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

CLASE “B” Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

CLASE “C” Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.

CLASE “D” Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

En caso de que la clasificación de un cuerpo de agua afecte la viabilidad económica de un establecimiento, el Representante Legal de éste podrá apelar dicha clasificación ante la autoridad ambiental competente, previa presentación del respectivo análisis costo – beneficio.

LIMITES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARAMETROS EN CUERPOS RECEPTORES

ARTICULO 4º. Los límites de calidad de las Clases A, B, C y D de cuerpos receptores en las que se han clasificado los cuerpos de agua se presentan en el Cuadro N° A-1

CUADRO 4
VALORES MAXIMOS ADMISIBLES DE PARAMETROS EN CUERPOS RECEPTORES

No	PARAMETRO	UNIDAD	CLASE “A”	CLASE”B”	CLASE”C”	CLASE”D”
1	DBO5	mg/l	< 2	<5	<20	<30
2	NMP Colifecales	N/100ml	<50 y <5 en 80% de muestras	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	<50000 y <5000 en 80% de muestras
3	Oxígeno disuelto	mg/l	> 80% sat.	>70% sat.	>60% sat.	50% sat.

Fuente: RMCH, Elaboración propia

CUADRO 5
CLASIFICACION DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE
USO

ORDEN	USOS	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
1	Para abastecimiento doméstico de aguas potable después de:				
	a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento	SI	NO	NO	NO
	b) Tratamiento solamente físico y desinfección	No necesario	SI	NO	NO
	c) Tratamiento físico-químico completo; coagulación, floculación, filtración y desinfección	No necesario	No necesario	SI	NO
	d) Almacenamiento prolongado o pre-sedimentación; seguidos de tratamiento, al igual que c)	No necesario	No necesario	No necesario	SI
2	Para recreación de contacto primario; natación, esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y fruta de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO (*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación (***)	NO (**)	SI	SI	SI

(SI) Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes

(*) No en represas usadas para abastecimiento de agua potable

(**) No a navegación a motor

(***) No aplicable a acuíferos

ARTICULO 29°.

Las tasas y tarifas por descarga de las aguas residuales crudas o tratadas a los colectores serán calculadas por los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado y las administraciones de parques industriales, en relación al volumen de agua, la DBO5 y los sólidos suspendidos totales, tomando en cuenta las siguientes condiciones:

a) Las aguas residuales tienen, como promedio, una DBO5 de 250 mg/l y los sólidos suspendidos totales una concentración de 200 mg/l. Las descargas de agua residual con concentraciones mayores a estas cifras, estarán sujetas a una tarifa adicional en relación a las cargas en toneladas por mes, tanto de DBO5 como de sólidos suspendidos totales. Dichas tarifas serán calculadas por los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado correspondientes

Artículo 32. Los muestreos y análisis concernientes a las aguas residuales crudas o tratadas y a los subproductos que se generen durante el tratamiento de las mismas, deberán ser realizados por laboratorios autorizados.

Artículo 28. Quedan prohibidas las descargas de materiales radioactivos procedentes de uso médico o industrial a los colectores de alcantarillados o a los cuerpos de agua, por encima de los límites permisibles dispuestos en este Reglamento.

Las contravenciones serán sancionadas conforme al Art. 71 del presente Reglamento, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales que correspondan.

Artículo 47. Todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a ríos arroyos, procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o de cualquier otra actividad que contamine el agua, deberán ser tratadas previamente a su descarga, si corresponde, para controlar la posibilidad de contaminación de los acuíferos por infiltración, teniendo en cuenta la posibilidad de que esos ríos y arroyos sirvan para usos recreacionales eventuales y otros que se pudieran dar a estas aguas. Para el efecto se deberá cumplir con lo siguiente:

- a) En caso de arroyos, dichas aguas residuales crudas o tratadas deberán satisfacer los límites permisibles establecidos en el presente reglamento para el cuerpo receptor respectivo.
- b) Toda descarga de aguas residuales a ríos, cuyas características no satisfagan los límites de calidad definidos para su clase, deberá ser tratada de tal forma que, una vez diluida, satisfaga lo indicado en el Cuadro N° 1 del presente reglamento.
- c) Cuando varias industrias situadas a menos de 100 metros de distancia una de la otra descarguen sus aguas residuales a un mismo tramo de río, la capacidad de dilución será distribuida proporcionalmente al caudal de descarga individual, considerando el caudal mínimo del río y como está descrito en el Art. 45 del presente Reglamento.

1.3.4. Norma Boliviana Nb 496: Agua Potable Toma de Muestras.

1. Introducción

La determinación de los parámetros físicos-químicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, son esenciales para el control de la calidad y permiten garantizar la salud pública. La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

2. Objeto

Esta Norma establece las condiciones y frecuencias necesarias para llevar a cabo el muestreo representativo de agua potable para ser sometida a análisis físicos, químicos, bacteriológicos y radiológicos y determinar su calidad.

3. Campo de Aplicación

El campo de aplicación de esta norma comprende los sistemas de agua potable en los cuales se realizara el muestreo para la caracterización, el control y la vigilancia de la calidad del agua potable.

CAPITULO II
MATERIALES Y METODOS

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

CUADRO 6
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA O'CONNOR

País	Bolivia
Departamento	Tarija
Provincia	O'Connor
Ubicación	21°31'35"S, 64°10'24"O
Altitud	1230 msnm
Distancia	110 km a Tarija
Población	5000 hab. Aprox.

Fuente: PDM Gobierno Municipal de Entre Ríos

El Municipio de Entre Ríos, pertenece a la Provincia O'Connor, del Departamento de Tarija, siendo de esta su Primera y única Sección Municipal. Ubicado en la parte central del Departamento de Tarija, limitando al norte con el Departamento de Chuquisaca, al Sud y al Este con la Provincia Gran Chaco, al Oeste con la Provincia Cercado, hacia el Noroeste con la Provincia Méndez y hacia el Sudoeste con las Provincias Avilés y Arce. Una extensión territorial de 6.406 km² aproximadamente, que representa el 17,2% de la superficie departamental y el 0,58% del territorio nacional. (PDM 2007-2012).

2.1. Clima.

El tipo de clima presente en el Municipio de Entre Ríos es Templado semihúmedo (Tsh). Esta unidad climática se caracteriza por presentar una superficie de 88.269,417

hectáreas que representa el 81,68 %, este clima se encuentra distribuido en una parte de la región alta, en la parte media y baja de la cuenca Salinas, abarcando comunidades como Narváez, San Diego Sud, Gareca, El Pajonal, Nogalito, El Badén, Las Lomas, Entre Ríos, Moreta, Buena Vista, Alambrado, Naranjos, Valle del Medio, Rio la Sal, El puesto, Fuerte Santiago, San Antonio, La Cueva, Huayco El Tigre, Los Campos, Santa Clara, Salinas y La Misión. (PDM 2007-2012).

2.2. Fisiografía

El área de estudio se encuentra en la Provincia fisiográfica del subandino formado por Valles Coluvio – aluviales disección ligera.

Esta unidad pertenece a los valles de los ríos Santa Ana, Pajonal, Salinas, Río La Sal y San Antonio, entre las comunidades de Pajonal, Entre Ríos, Alambrada, Buena Vista, Los Naranjos, Valle del Medio, Fuerte Santiago, La Cueva, San Antonio, Huayco El Tigre, y Salinas, formados por terrazas aluviales, relieve ligeramente ondulado a moderadamente escarpado, alcanzando alturas en un rango de 500 a 1.500msnm. (PDM 2007-2012).

2.3. Suelos

En el Municipio de Entre Ríos, presenta suelos superficiales (limitados por contacto lítico) a profundos, bien a algo excesivamente drenados, con erosión hídrica laminar generalmente ligera a moderada. Los colores varían de pardo rojizos oscuros a pardo oscuros, la textura varía de franco arenosa a arena francosa, con muy pocos a muchos fragmentos de grava fina a gruesa. La estructura generalmente es en bloques subangulares o masiva, no son calcáreos, con pH de 5,5 a 8 y la disponibilidad de nutrientes varía de moderada a baja. El tipo de suelos presente en el área de estudio pertenece a la unidad, **Asociación fluvisol – cambisol**. Tomando como referencia a las siguientes comunidades: en la parte media se encuentra el Pajonal, El Badén, Las Lomas, Entre Ríos, Moreta, Buena Vista y Alambrados. En dirección Sur se encuentran las comunidades de Fuerte Santiago, La Cueva, Huayco el Tigre, Los Campos, Santa Clara, Salinas y La Misión. (PDM 2007-2012).

2.4. Flora

Aproximadamente el 80% del territorio del Municipio de Entre Ríos está cubierto por bosques de diferente tipología y potencialidad. El 20% restante tiene cobertura de matorrales, pastizales y cultivos. (PDM 2007-2012).

CUADRO 7

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN EL MUNICIPIO DE ENTRE RIOS

Especie	Nombre Científico	Especie	Nombre Científico
Afata	Malvastrum sp	Membrillo	Caparis twediana
Alfilla flor roja	Ruellia sp.	Mistol	Ziziphus mistol
Aguay	Chrysophyllum gonocarpum	Paja	Stipa ichu
Arrayan	Eugenia uniflora	Palo blanco	Calycophyllum multiflorum
Barroso	Slaicifolius O.B.	Palo huanca	Bugainvillea sp
Cebil	Anadenanthera colubrina	Palo mataco	Achatocarpus praecox
Cari	Piptadenia sp	Perilla	Phyllostilon rhamnoides
Algarrobo	Prosopis alba	Pino del cerro	Podocarpus parlatorei
Algarrobillo	Caesalpinea paraguarienses	Quebracho blanco	Aspidosperma quebracho
Cedro	Cederela balansae	Quebracho colorado	Schinopsis quebracho
Coquilla del monte	Erytroxylon sp	Quina	Myroxilon periuforum
Cheroque	Ruprechtia triflora	Quinilla	Pogonopus tubulosus
Chirimolle	Bimelia sp.	Roble	Amburuma cearensis
Churqui	Acacia cavens	Soto	Sinopsis haenkeana
Duraznillo morado	Ruprechtia sp.	Tala	Celtis spinosa
Garbancillo o porotillo	Caesalpinea sp	Tipa	Tijuana tipu
Guayabo	Eugenia pseudo-mato	Toboroche	Chorisia insignis
Hediondilla o mata gusano	Solanum trichoneuron	Tusca	Acaccia aroma

Ibobe o monte hojudo	Capparis sp.	Urundel	Astronium urundeuva
Jarquilla o garrancho	Acacia sp.		
Kanlli	Tetraglochin cristatum		

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2007-2012

2.5. Fauna

El Municipio de Entre Ríos presenta una gran diversidad de especies de animales silvestres entre mamíferos, aves, reptiles y peces, entre los que menciona en el cuadro siguiente: (PDM 2007-2012).

CUADRO 8
RESUMEN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN EL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS

AVES		MAMÍFEROS	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Águila	<i>Buteo peocilochrous</i>	Anta	<i>Tapirus terrestres</i>
Cardenal	<i>Paroaria coronata</i>	Ciervo andino	<i>Hipoocamelus antisíensis</i>
Cuervillo	(*)	Coati tejón	<i>Naua nasua</i>
Carcancho	<i>Coragyps atratus</i>	Comadreja	<i>Didelphys marsupiales</i>
Chulupia	<i>mimus gilvus</i>	Hormiguero tomandua	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Gallinazo	(*)	León	<i>Felis concolor sp.</i>
Garza	<i>Trigisoma fasciatum</i>	Mirikina	<i>Aotus trivírgatus</i>
Gavilán	<i>Parabuteo uncictus</i>	Oso andino	<i>Tremarctos ornatus</i>
Hornero	<i>Furnarius rufus</i>	Oso hormiguero	<i>Myimecophaga tridactyla</i>
Jilguero	(*)	Quirquincho bola	<i>Tolypeutes matacus</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>	Quirquincho mulita	<i>Chaetophractus chinga</i>
Loro quiriví	<i>MyopsIta monechus</i>	Tigre	<i>Felis onca</i>
Loro maracana	<i>Pyrrhura molinae</i>	Tigre onza	<i>Felis yagoarundi</i>
Loro choclero	<i>Nandayus nenday</i>	Urina corzuela	<i>Manzama gounazoubira</i>

REPTILES		PECES	
Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	Misquincho	(*)
Coral	<i>Brotops neuwiedi</i>	Sardina	(*)
Ciega	(*)	Sábalo	<i>Prochilodus lineatus</i>

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2007-2012

2.6. Calidad de las aguas

En general las fuentes de agua de la provincia presentan bajos índices de adsorción de sodio, lo que indica que no pueden existir problemas de alcalinización en los suelos, por lo que el uso de agua para riego implica bajos riesgos de salinización; el 75 % de las fuentes se encuentran dentro de las de aptitud normal a excepción de la cuenca menor del río Saladito cuyo curso principal es el río salado, presenta altas concentraciones de sales de sodio, calcio y magnesio.

Los niveles de flúor en todas las corrientes de agua especialmente en los cursos de agua que fluyen al río Tarija, son bajos lo cual tiene relación con los problemas dentales endémicos en comunidades campesinas correspondientes a esta cuenca.

La contaminación de las fuentes de agua es sin duda el mayor problema que tiene la provincia y esto está relacionado por factores como: presencia de poblaciones urbanas (Entre Ríos) y rurales, actividad minera (Extracción de Sal) y zonas de uso agrícola intenso de suelos y aguas superficiales, para regadío o como abrevaderos.

En general, se puede afirmar que la intensidad de la contaminación aumenta considerablemente en periodos de estiaje o de mínima por la disminución notable de los caudales. En consecuencia en el sistema del río Pilcomayo el principal contaminante es de origen minero, mientras que en el sistema del río Bermejo, los contaminantes son las aguas residuales domésticas y el uso de corrientes por los centros urbanos. (PDM 2007-2012).

3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RIO SALINAS.

3.1. Ubicación de la cuenca del Rio Salinas.

La cuenca del río Salinas, se localiza al Suroeste del Municipio de Entre Ríos tiene una superficie de 107.952 ha. Según la división territorial, se ubica al centro del departamento de Tarija, en la provincia O'Connor; entre las siguientes coordenadas geográficas:

21° 58'06,88" y 21° 17' 12,81" de Latitud Sur

64° 27'07,81" y 64° 05' 14,48" de Longitud Oeste

Área de estudio



Fuente: Google earth, Elaboración propia

3.2. Descripción de la cuenca del Rio Salinas.

La cuenca del Rio Salinas presenta un gradiente de humedad desde 800 mm/año en el sector Noroeste hasta los 1.700 mm/año en el sector Sur; un comportamiento similar presenta la temperatura, desde 16° C. en el sector Norte a 21 °C. En el sector Sur.

Aproximadamente el 91% del territorio de la cuenca corresponde a paisaje de montañas, serranía y colinas, con disección y pendientes generalmente fuertes, y solo el 11% son paisajes de valles (piedemontes y terrazas), de los cuales, más del 85% corresponden al subandino; los suelos tienen fuertes restricciones físicas y riesgo a procesos de erosión hídrica. El 51% del territorio de la cuenca, está cubierto por bosques naturales densos a ralos, siempre verdes a semidecíduos, de éstos, cerca del 26 % son bosques nublados de cabeceras de cuenca con características frágiles, con volúmenes maderables generalmente bajos a medios. Todas las masas boscosas, de manera particular, los bosques que flanquean los valles son los más empobrecidos por la extracción de especies valiosas como el cedro, nogal, quina, en menor escala, la tipa, lapacho amarillo y laurel; por otro lado, el chaqueo y la agricultura migratoria, la falta de manejo de suelos, la ganadería extensiva permanente, también están generando procesos de erosión hídrica, disminución de la fertilidad de los suelos. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Rio Salinas, 2008).

3.3. Caudales

El rio pajonal presenta un caudal de 0.804 m³/s y el rio Santa Ana con un caudal de 0,814 m³/s. por lo tanto el rio Salinas presenta un caudal medio de 1.618m³/s. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología 13-08-2015).

El aporte del caudal de los ríos está directamente relacionado con la variación de la precipitación pluvial, área de recarga de la cuenca, el mismo que se halla condicionado por la composición geológica del terreno. Los ríos de la provincia presentan crecidas máximas durante los meses de enero y febrero, con una leve disminución progresiva hasta los meses de abril y mayo, a partir de donde se inicia la curva de agotamiento hasta los meses de septiembre a octubre punto crítico o de mínima. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Rio Salinas, 2008).

3.4. Vegetación natural

La vegetación natural tiene múltiples relaciones con los componentes bióticos y abióticos del medio como protector del suelo, estabilizador de pendientes, regulador

de la calidad y cantidad de agua en las cuencas, hábitat de la fauna silvestre; expresión de las condiciones locales ambientales y estabilidad ecológica y calidad general del ecosistema. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Río Salinas, 2008).

3.5. Producción Mineral No Metálica:

Con relación a la minería no se cuenta con información registrada sobre los niveles y costos de producción, pero se tiene información de la existencia de grandes yacimientos de sal, yeso y cal en diversos puntos de la cuenca. El sistema de explotación es muy rudimentario y no se consideran factores muy importantes como la geología, pendientes y la vegetación. Por lo general los trabajos son realizados a cielo abierto y en fuertes pendientes, lo que ocasiona derrumbes a partir de la parte superior de las lomas formándose conos de derrubio que destrazan la cobertura vegetal sin posibilidades de recuperación. Estos derrubios que tienen grandes cantidades de material suelto absorben en la temporada de lluvias grandes cantidades de agua, formándose peligrosas remociones en masa.

La explotación minera de estas características trae consigo grandes daños al medio ambiente, siendo los principales: La erosión por los movimientos de tierra, la indiscriminada quema de árboles y arbustos utilizados como combustibles para el proceso de quemado del yeso.

También se provoca contaminación atmosférica por las partículas en suspensión que provoca esta actividad, la emisión de gases a la atmósfera por la quema de material vegetal sin control, de igual manera se provoca la contaminación de cursos de agua principalmente aquellos que se encuentran próximos a los yacimientos de minerales o vetas. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Río Salinas, 2008).

3.6. Caracterización Ambiental De La Cuenca Del Río Salinas:

La cuenca del río Salinas, abarca una superficie de 1.070 km², que hace un 20% aproximadamente de la superficie de la Provincia O'Connor.

La longitud del río Salinas desde la unión de los ríos Pajonal y Santa Ana hasta la Cuenca del río Tarija tiene 79.78 km aproximadamente. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Río Salinas, 2008).

3.7. Recursos Hídricos.

En lo que respecta a los recursos hídricos, podemos decir que en general las fuentes de agua de la cuenca presentan bajos índices de adsorción de sodio, lo que indica que no pueden existir problemas de alcalinización en los suelos, por lo que el uso del agua para riego implica bajos riesgos de salinización. Es necesario aclarar que existen algunos cursos de agua que son afluentes del río Salinas como por ejemplo el río Salado, que presenta altas concentraciones de sales de sodio, calcio y magnesio.

La contaminación de las fuentes de agua, está relacionado por factores como: Presencia de poblaciones concentradas rurales, actividad minera, o a la contaminación natural debido a la presencia de vetas de sal, zonas de uso agrícola intensivo de suelos y aguas superficiales para regadío o como abrevaderos.

Existen problemas de contaminación de los ríos Pajonal y Santa Ana afluentes del río Tarija, ya que son receptores de las aguas residuales domésticas de Entre Ríos, suponiendo potenciales problemas de salud pública para las comunidades aguas abajo de la unión de ambos ríos, es decir el río Salinas, específicamente las comunidades de Alambrado, Naranjos y Valle del Medio, las que usan sus aguas principalmente para riego.

La eliminación de aguas residuales domésticas por las poblaciones rurales concentradas no es significativa, pero la población urbana de Entre Ríos no cuenta con una planta de tratamiento de sus aguas residuales, por lo tanto son vertidas directamente a los cursos de aguas que forman parte de la cuenca del río Salinas. Provocando una contaminación al agua que es utilizada para riego de sus cultivos y para el consumo humano y animal en todas las comunidades que se encuentran asentadas en las riveras de los cursos de agua. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Río Salinas, 2008).

3.8. Residuos Sólidos

En la mayoría de las comunidades del Municipio de Entre Ríos, no se realiza ningún tipo de tratamiento a los residuos sólidos.

La población de Entre Ríos cuenta con el servicio de aseo urbano, a cargo de la Honorable Alcaldía Municipal, la cobertura de este servicio solo alcanza al 47%. Dada la situación marginal, la falta de equipo y personal capacitado, no permite tener una mayor cobertura.

La limpieza no ha sido considerada en forma técnica, por lo que el servicio es deficiente. La recolección de residuos sólidos se realiza dos veces por semana; la limpieza de aceras y calzadas que debería ser realizada por los habitantes de las viviendas del área urbana, no lo realizan, produciendo la acumulación de basurales en las calles con el consiguiente mal aspecto y por otro lado en la época de lluvia toda la basura acumulada en las calles es arrastrada por las aguas de precipitación hasta el cauce principal del río que forma parte de la cuenca del río Salinas.

En la población de Entre Ríos se realiza una feria todos los días domingos, produciendo una considerable cantidad de basura, que es recolectada el día lunes por el personal de limpieza de la Alcaldía Municipal.

La disposición final se la realiza en un vertedero a cielo abierto y no controlado en una zona erosionada ubicada en la comunidad de Buena Vista, a 1,4 Km. del radio urbano, este lugar no cuenta con un cerco perimetral, por lo que el ingreso de animales domésticos en busca de alimentos en el vertedero es libre. También se tiene la emanación de gases propios del proceso de descomposición de los residuos sólidos, produciendo malos olores y la proliferación de vectores (insectos y roedores), con gran peligro para la salud de las poblaciones circundante y el medio ambiente.

Por otro lado, también existe una contaminación al medio ambiente por la generación de residuos sólidos, puesto que la población urbana de Entre Ríos por las actividades propias de la población urbana, genera una gran cantidad de residuos sólidos (un promedio de 0,48 Kg./habitante), si se tiene una población promedio del área urbana

de Entre Ríos de 2.178 habitantes y si el servicio cubre el 47%, entonces se produce aproximadamente unos 500 Kg./día de residuos sólidos, los mismos que son depositados a campo abierto en algunos casos en cárcavas y en otros cerca a los cursos de aguas. Por la acción de las lluvias estos son trasladados hasta los cursos de aguas provocando la contaminación de los mismos y también son transportados por la acción del viento contaminando terrenos de cultivos por materiales que no son biodegradables. Se menciona estos fenómenos de contaminación provocados por la población urbana de Entre Ríos, porque los efectos son para las comunidades de la cuenca del río Salinas que se encuentran ubicadas aguas abajo de la capital de la provincia O'Connor. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Rio Salinas, 2008)

3.9. Temperaturas

El área de estudio se encuentra sometida a frecuentes intercambios de masas de aire tropical y polar y debido a su situación geográfica, en gran parte del año, bajo la influencia del sistema de alta presión del Atlántico Sur, esto quiere decir que las lluvias prevalecen del Sur y Sureste; por su parte, los vientos que provienen del Norte o Noreste son cálidos y secos provocando ocasionalmente temperaturas superiores a los 40° C., incluso en los meses de agosto a octubre. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Rio Salinas, 2008)

3.10. Suelos.

Según Cochrane (1974), esta zona (cuenca del río Salinas) estaría integrada dentro del nivel de susceptibilidad moderada, debido a que la mayor parte de su superficie está cubierta por bosques y otras cubiertas vegetales que atenúan los procesos erosivos tanto hídricos como eólicos. Sin embargo al avance de la frontera agrícola en terrenos con pendientes mayores a las técnicamente recomendables, quema y chaqueo incontrolados y explotación forestal sin planificación, asociado a un relieve de fuertes pendientes por el carácter montañoso de la región y a la intensidad de las lluvias, están ocasionando un acelerado deterioro del recurso suelo, evidenciándose altos niveles de erosión hídrica en terrenos de ladera, también se manifiesta erosión de tipo

surcos y cárcavas, además de la fuerte y súbita creciente de los ríos en precipitaciones de tipo torrencial, disminución de la fertilidad y crecimiento de las tierras

“en descanso”, las cuales no pueden ser utilizadas en un mediano plazo por la baja fertilidad del suelo.

Los principales cambios y transformaciones en el medio ambiente están ligados a las actividades del hombre, entre ellas la agricultura que en los últimos tiempos ha ampliado su frontera y la ganadería que no ha alcanzado niveles tecnológicos que permitan un uso óptimo de los campos de pastoreo. Asociadas a las anteriores, se encuentra la explotación maderera que tiene actividades que datan de varias décadas atrás. (Plan de manejo integral de la Cuenca del Rio Salinas, 2008)

3.11. Vegetación

Aproximadamente el 80% (4.275 Km²) del territorio de la Provincia O'Connor está cubierto por bosques de diferente tipología y potencialidad, ubicados íntegramente en paisajes de serranías y colinas, estos paisajes dominan el 93% de la fisiografía de la Provincia, según el “**Inventario y Clasificación Tipológica de Bosques en la Provincia O'connor**”, realizado por el ZONISIG (2002), clasifican al territorio provincial en dos grandes formaciones boscosas:

- Los bosques húmedos mayormente siempre verdes (el área de estudio es parte de esta formación)
- Bosques secos mayormente deciduos (el área de estudio ya no forma parte de esta formación). (PDM, Entre Ríos ^{2104 - 2018}).

3.12. Demografía.

De acuerdo al Censo de 2012, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población del área de influencia del Municipio alcanzaba a 21.991 habitantes, de los cuales los hombres componían el 47,1% y las mujeres el 52,9%.

Una cantidad de 4.044 habitantes vive en el área urbana del Municipio, que es la capital Entre Ríos, y 17.947 habitantes viven en el área rural. (PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL ENTRE RIOS 2014 – 2018)

En el cuadro siguiente se observa la población por comunidad, cantón y distrito cercanos a las orillas del Rio Salinas.

CUADRO 9

División población por comunidad vecinas a las orillas del rio Salina - Municipio de O'Connor

Distrito	Cantón	Nº	Comunidades	Población Total
Distrito 1	Moreta	1	Entre Ríos (Urbana)	4.044
		2	Alambrado	209
		3	Los Naranjos	515
		4	Valle del Medio	161
Distrito 3	La Cueva	1	El Puesto	179
		2	Huayco el Tigre	16
		3	Rio la Sal	67
		4	San Antonio	487
	Salinas	5	La Misión, Santa clara, Lagunillas	600

Fuente: Elaboración propia con datos del INE, De acuerdo al Censo de 2012.

4. MATERIALES DE CAMPO

- Sistema de Posicionamiento Global GPS
- Brazo mecánico
- Envases definitivos de laboratorio para trasladar muestra compuesta
- Sistema de refrigeración para mantención y traslado de muestras (Conservadora).
- Etiquetas para conservar las muestras.
- Hielo
- Libretas de campo y bolígrafos
- Cámara fotográfica
- Cinta adhesiva
- Marcador indeleble

Materiales de escritorio

- Computadora
 - Impresora
 - Útiles de oficina
 - Flash
- **Materiales utilizados para la toma de muestras para determinación de la demanda bioquímica de oxígeno**
- 5 Envases de botellas pett de 2litros
 - Hielo
 - GPS
 - Cinta adhesiva

- Tablero
- **Materiales utilizados para la toma de muestras para determinación de Coliformes Totales**
 - ❖ Cinta adhesiva
 - ❖ 5 Envases esterilizados de 1 litro
 - ❖ Conservadora de temperaturas
 - ❖ Hielo
 - ❖ Tablero
 - ❖ GPS
- **Materiales utilizados para la toma de muestras para determinación del oxígeno disuelto**
 - 5 Envases de botellas pett de 2litros
 - Hielo
 - GPS
 - Cinta adhesiva
 - Tablero

5. METODOLOGÍA

La siguiente investigación es de carácter descriptivo analítico , inductivo, de campo, laboratorio y cuantificable; ya que se establecerá, analizaran y recolectara la información según al propósito de estudio, así para poder realizar observaciones exactas que describan y analicen los resultados tomados de las muestras obtenidos por los análisis en laboratorio cuyas conclusiones serán de carácter general

El presente trabajo de investigación está orientado a determinar mediante el análisis físico – químico la autodepuración del Rio Salinas tomando en cuenta una longitud de 40km, se tomó en cuenta esa distancia debido a la accesibilidad hacia el rio ya que no existe acceso aguas abajo, los tres parámetros que se tomaron en cuenta fueron a

que el Rio Salinas están siendo contaminadas mayormente por descargas y desechos de materia orgánica esto se determinó haciendo un recorrido previo al Rio Salinas, también se pudo evidenciar que no están siendo contaminadas por fuentes industriales que en no existe industrias.

En este estudio se realizó análisis en el laboratorio de los siguientes parámetros (Oxígeno Disuelto, Bioquímica de Oxígeno y Coliformes Totales con el número más probable) tal como se planteó en los objetivos específicos.

Parámetros que son más utilizados para determinar la autodepuración de un rio. (R.S.RAMALHO)

Y de la misma manera determinar la calidad de aguas Teniendo en cuenta las consideraciones, del investigador Italiano Prati, que desarrolló una fórmula para la variable de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno que transformada, es usada para definir clases de calidad. (Prati, 1971).

5.1. Cuantitativa

La metodología cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. (Tamayo, 2007).

5.2. Descriptivo

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. (Tamayo, 2003).

5.3. Analítica

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, en sus partes o elementos para observar las causas, la

naturaleza y los efectos. Es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Ruiz, 2007).

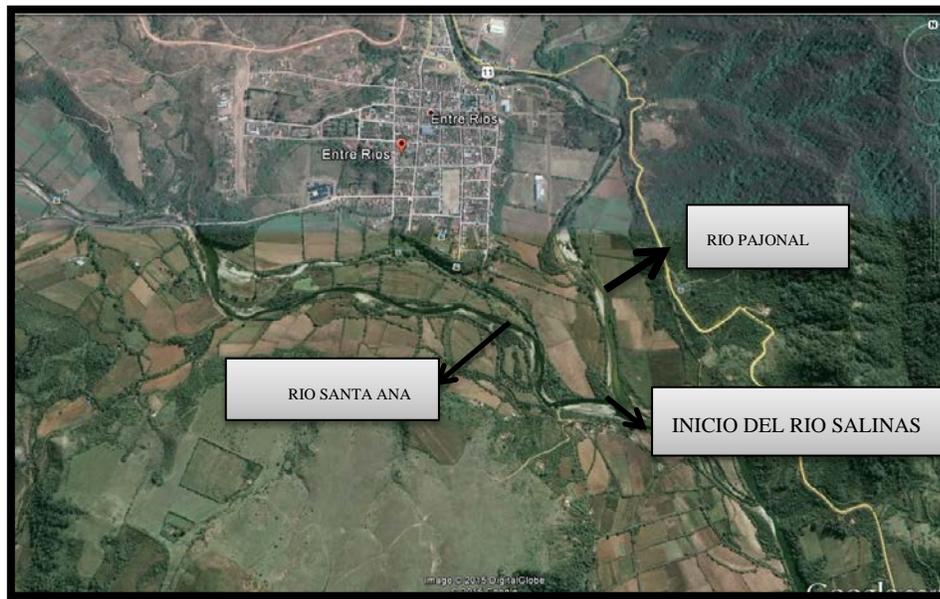
6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1. Identificación Del Área De Estudio

El estudio se realizó en el Rio Salinas las muestras se tomaron en las comunidades de alambrado, valle del medio, la colmena, huayco el tigre y Salinas. Estas comunidades se encuentran en la parte baja de la cuenca salinas, donde se verificara la afectación a los parámetros del agua de los ríos producida por la descarga de aguas residuales aguas residuales domésticas de Entre Ríos.



Fuente: Google earth, Elaboración propia



Fuente: Google earth, Elaboración propia

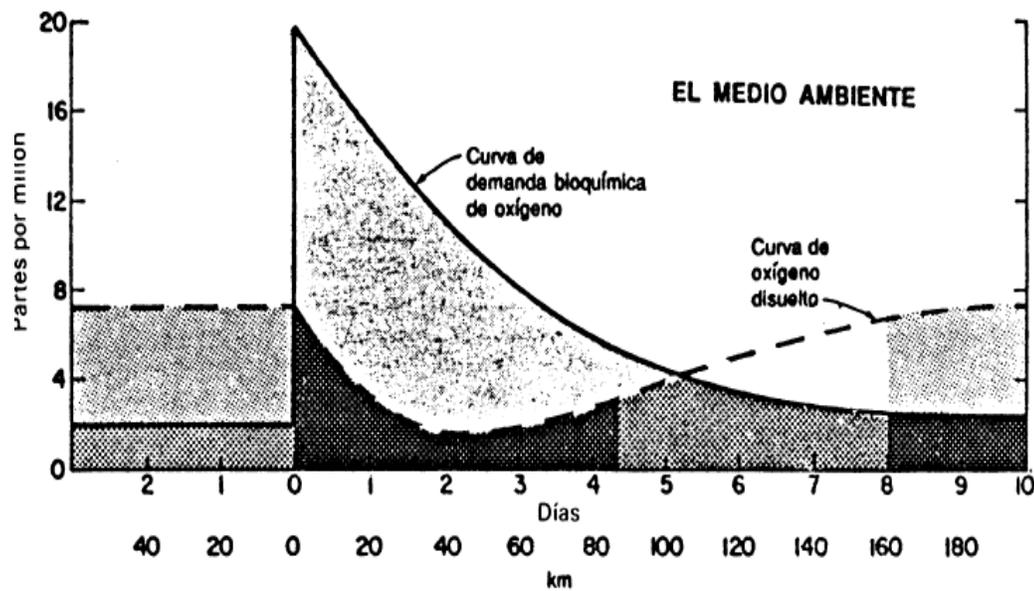
6.2. Metodología para la toma de muestras

La metodología seguida esta en base a los investigadores (Bartscha y Ingram), donde realizaron una investigación acerca de la Autodepuración y la relación que existe entre Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno

La autodepuración de un río se consigue aproximadamente unos 160km aguas abajo del punto de descarga. La DBO y OD están relacionadas de tal forma que la concentración en Oxígeno Disuelto es baja donde la DBO es alta y asimismo puede establecerse lo contrario. Bartsch, A. F. e Ingram, W.M. (1959).

Figura 2

Curva de Oxígeno Disuelto y curva de Demanda Bioquímica de Oxígeno



Fuente: Bartscha e Ingram.

En base a esta metodología se planteó el siguiente procedimiento para mi trabajo de investigación.

- Recorrido de todo el área de estudio.
- Ubicación de los puntos de muestreo se utilizó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS).
- Se tomó en cuenta la accesibilidad para un rápido y seguro acceso al lugar establecido para la toma de muestras.
- Se determinó 5 puntos de muestreo debido a que la longitud del Río Salinas es de 79, 78 km.
- Se tomaron cada 10 km considerando las curvas de DBO y OD. Según los investigadores Bartscha e Ingram, se requieren 160 km de distancia para que un río llegue a su estado inicial.

6.3. Plan de Muestreo

El plan de muestreo se estableció como parte de la planificación para evaluar la Calidad de las aguas del Rio Salinas, donde se definió los puntos de monitoreo y la frecuencia de muestreo, etc.

El muestreo se realizó en los meses de Julio, Agosto y Octubre en época de estiaje del año 2015. Se escogieron 5 puntos desde la intersección del Rio Pajonal y Rio Santa Ana aguas abajo teniendo una longitud de 10 km de un punto a otro esta distancia se tomó debido que para la autodepuración de las aguas de un rio se requiere que recorra grandes distancias.

La purificación natural de las aguas es muy lenta cuando la contaminación es alta, se requiere que el rio recorra grandes distancias para lograr una Audepuracion apreciable. (RODOLFO SÁENZ).

La toma de muestra se realizó en 5 puntos específicos:

CUADRO 10
COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Punto	Coordenada (X)	Coordenada (Y)	Lugar de muestreo	Tipo de análisis
P ₁	379269	7618376	Alambrado	DBO ₅ Oxígeno disuelto Coliformes totales
P ₂	381332	7611552	Valle del Medio	DBO ₅ Oxígeno disuelto Coliformes totales
P ₃	377759	7604494	La Colmena	DBO ₅ Oxígeno disuelto Coliformes totales
P ₄	374366	7598185	Huayco el Tigre	DBO ₅ Oxígeno disuelto Coliformes totales
P ₅	372244	7589583	Salinas	DBO ₅ Oxígeno disuelto Coliformes totales

Fuente: Elaboración propia

Parámetros que se utilizaron:

- Oxígeno disuelto (Análisis Físico).
- Demanda Biológica De Oxígeno (DBO₅) (Análisis Químico).
- Coliformes totales (NMP/100ml) (Análisis Microbiológico).

Se tomaron en cuenta estos tres parámetros basados en las curvas matemáticas de DBO y OD. De la misma manera se determinó estos parámetros debido a que el Río Salinas está siendo contaminado más por materia orgánica por la falta de un buen alcantarillado y una planta de tratamiento, según lo investigado no se conocen fuentes de contaminación industrial por lo que no se tomó en cuenta los otros parámetros.

6.4. Índice de contaminación orgánica

Han sido diseñados y enfocados para la determinación específica de cierta fuente de contaminación, es así que el índice de Prati es empleado para la determinación del grado de contaminación orgánica en cuerpos de agua. (Prati, 1971).

Este Índice de Prati fue para determinar exclusivamente el grado de contaminación orgánica y fue aplicado en el río Salinas de la provincia O'Connor, basándome en los siguientes criterios:

- Priorización de los parámetros indicadores de contaminación orgánica (DBO).
- Facilidad para establecer matemáticamente la unidad de contaminación orgánica.
- Déficit de oxígeno en aguas del río.

De acuerdo a los criterios antes señalados se determinó emplear 3 parámetros para la determinación del grado de contaminación a partir del Índice de Prati, dichos parámetros son: OD (Oxígeno disuelto), DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno) y Coliformes Totales, que son las más representativas para determinar la contaminación orgánica.

6.5. Diseño y Descripción de las Etapas

ETAPA I:

Muestreo

Para la elaboración del presente trabajo dentro el área de estudio nos basamos en la norma Boliviana 496 que nos dice: la toma de muestras destinadas al análisis organoléptico, físico-químico, metales pesados, compuestos orgánicos, bacteriológicos y/o radiológico debe ser a través de muestras simples, necesariamente debe ser realizada por una persona experimentada o entrenada para tal fin. Para que los datos recolectados sean confiables, el cual nos indica los procedimientos a seguir.

También nos basamos al Manual de procedimientos de toma de muestras de aguas para análisis físico-químico y Microbiológico – Servicio Nacional de aprendizaje Peru que dice: Las técnicas empleadas para la obtención de muestras de agua pueden ser de forma manual o automática, dependiendo de la profundidad del cuerpo de agua por muestrear y de los recursos económicos de que se dispongan.

Consideraciones del muestreo

Las consideraciones generales a tener en cuenta durante el muestreo se pueden resumir de la siguiente manera:

- Usar envases compatibles con los parámetros que se van a analizar.
- Enjuagar los envases con el agua a muestrear por lo menos dos veces de manera consecutiva.
- En el caso del empleo de muestreadores, inmediatamente después de la extracción de la muestra, enjuagarlo varias veces hasta eliminar cualquier vestigio de impureza y finalmente enjuagarlo con agua destilada.
- Identificar clara e inmediatamente la muestra. En algunos casos es mejor emplear un número correlativo o una clave que indique la fuente o el lugar de procedencia de la muestra.

- Las muestras se deberán tomar en los sitios de mayor mezcla, o inmediatamente después de ésta, para asegurar la representatividad del agua contenida en el punto de muestreo.
- Evitar tomar las muestras en sitios muy cercanos a la orilla o bordes del cuerpo de agua.
- No recolectar sedimentos o materiales adheridos a la orilla o bordes del cuerpo de agua o superficie del mismo, así como tampoco es recomendable recolectar partículas grandes.
- De preferencia usar solamente recipientes nuevos en la toma de muestras de agua

➤ **Identificación puntos de muestreo:** Para la identificación de los puntos de muestreo se realizó un recorrido previo para que el sitio de los puntos a tomar en cuenta sea el más representativo posible y la muestra sea la más homogénea.

Para realizar la verificación se tomó en cuenta la metodología descriptiva que nos permitirá la descripción, registro, análisis e interpretación del estado actual que se encuentra el Rio Salinas. (Tamayo, 2003).

El recorrido se realizó desde la intersección de los ríos Santa Ana y Pajonal naciente del rio salinas llegando hasta la parte de la comunidad Salinas, se ubicaron 5 puntos la distancia entre los puntos P_0 , P_1 , P_2 , P_3 y P_4 es de 10 km, esta distancia se tomó debido a que el área de estudio desde el punto de inicio tiene una distancia de 79.78 km aguas abajo hasta el final del Rio.

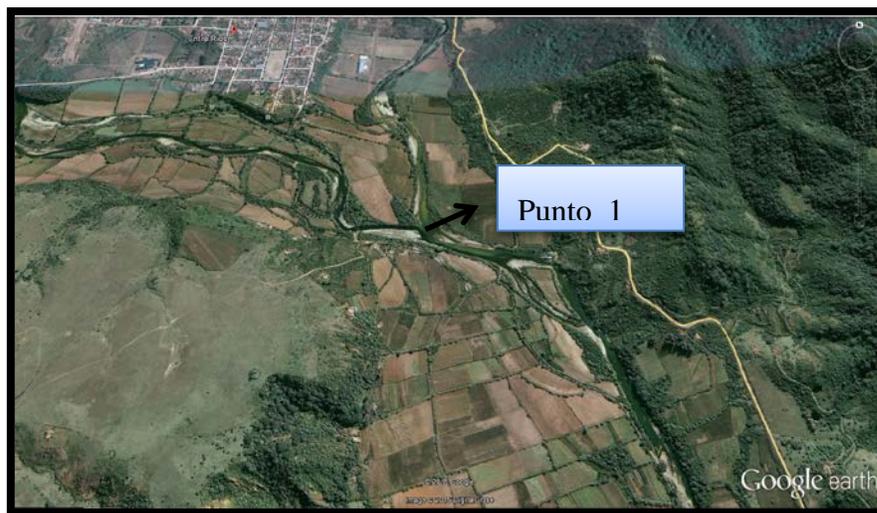
También para la ubicación de los puntos se tomó en cuenta la accesibilidad al rio para que no exista riesgos o accidentes, concentración de viviendas los cuales generan residuos, que por diferentes causas llegan al cauce del rio, áreas de cultivo, de la misma manera se tomó en cuenta la corriente y la turbulencia del rio así para que las muestras sean más homogéneas y representativas.

➤ **Tipo de Muestra, condiciones de muestreo:** El tipo de muestra seleccionado para realizar el análisis de las aguas del Rio Salinas fue muestra puntual y compuesta que tiene como objetivo el producir una muestra representativa de la calidad del agua en el punto de muestreo. Por lo consiguiente se recolecto muestras en diferentes puntos.

Se realizó en función al protocolo de monitoreo el protocolo establece una metodología para la toma de muestras de aguas superficiales con el fin de garantizar la representatividad de las mismas. Consiguiendo la caracterización y calidad del sistema a estudiar. (Oficina de Medio Ambiente, Perú, 2013)

Punto de muestreo #1

El primer punto de muestreo (P_0) se ubicó en la Comunidad de Alambrado al inicio del Rio Salinas entre la intersección del Rio Pajonal y el Rio Santa Ana a una distancia de 50 metros de la descarga de las aguas residuales de la ciudad de Entre ríos, a una profundidad de 20cm a horas 7:00am, en dirección opuesta al cauce del rio.



Fuente: Google earth, Elaboración propia

Punto de muestreo #2.

El segundo muestreo (P_1) se ubicó a 10 km del punto cero (P_0) aguas abajo del río Salinas en la comunidad de Valle del Medio, cerca al llegar al punto se pudo evidenciar extracción de áridos y un campamento de maestranza. La muestra se recolectó a horas 7:20am a una profundidad de 15cm.



Fuente: Google earth, Elaboración propia

Punto de muestreo #3.

El tercer muestreo P_2 se ubicó a 20 km del punto cero (P_0) aguas abajo del río Salinas entre las comunidades de Colmena y el Puesto, en este lugar se puede ver que existen áreas de cultivo. La muestra se recolectó a horas 7:40am a una profundidad de 10cm.



Fuente: Google earth, Elaboración propia

Punto de muestreo #4.

El cuarto muestreo (P_3) se ubicó a 30 km del punto cero (P_0) aguas abajo del río Salinas en la comunidad de Huayco el tigre, en este punto se notó que en las orillas del río había restos de desechos de vegetales y presencia de animales equinos y vacunos. Las muestras se recolectaron a horas 8:00 am a una profundidad de 15cm.



Fuente: Google earth, Elaboración propia

Punto de muestreo #5.

El quinto punto de muestreo (P_4) se ubicó en la comunidad de Salinas a 40 km del punto cero (P_0) aguas abajo del río Salinas, cerca al llegar a este punto se puede decir, áreas de cultivo. En este punto se pudo apreciar que existen viviendas concentras, establecimiento educativo (colegio) a casi 50 metros del río. Las muestras se recolectaron a horas 8:20 am a una profundidad de 15cm.



Fuente: Google earth, Elaboración propia

PASO 2:

- **Disposición de materiales.** Se utilizó frascos autorizados por el laboratorio previamente esterilizado, un brazo mecánico de 2 metros de largo para la extracción de la muestra, 2 conservadoras guardar las muestras para su posterior traslado al laboratorio.
- **Mecanismos de Recolección.** Consistió en tomar muestra en recipientes de volumen de 500ml y 2 litros suficientes para el tamaño de muestra requerido.

ETAPA 3:

➤ **Condiciones de muestreo.** Se recolectaron muestras compuestas, utilizando envases de plástico con capacidad de 500 ml y 2 litros, previamente lavados y esterilizados para luego proceder a recoger la muestra.

➤ **Recolección de muestra.** La recolección de muestra se efectuó de manera manual sin usar muchos equipos.

La muestra en cada punto se tomó lo más cercano al centro del eje del cauce del río.

➤ **Extracción de la muestra.** Se recolecto la muestra empleando el brazo mecánico echando el agua directamente al embace.

Para el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y el Oxígeno disuelto (OD) se usaron embaces de 2 litros, se depositó la muestra a la botella hasta que esté completamente lleno y no dejar ni una burbuja para que no se agite en el transcurso del traslado al laboratorio y no altere los resultados.

Para el análisis de Coliformes Totales se usaron frascos de 500 ml previamente esterilizados, la muestra se obtuvo un 80% del frasco esto debido para que los microorganismos no mueran

En todos los puntos no hubo dificultad para la recolección de las muestras se lo depósito de manera directa al envase.

➤ **Conservación.** Utilice hielo y se protegió las muestras de la acción directa del sol para asegurar que las muestras no sufra alteraciones significativas y sean transportadas hasta el laboratorio de forma segura.

➤ **Transporte.** El tiempo de entrega de las muestras al laboratorio no excedió de 12 horas.

Se realizó el etiquetado (lugar y fecha) en cada punto antes de efectuar el transporte de las muestras recolectadas, lo que permitió la rápida y correcta identificación de las muestras; nos aseguramos de que los envases estén perfectamente cerrados para evitar la pérdida de la muestra durante el tiempo que duro su traslado hasta el laboratorio.

ETAPA 4:

➤ **Transporte de la muestra.** Una vez obtenida la muestra se lo puso a la conservadora con abundante hielo para su conservación y su posterior traslado al laboratorio.

➤ **Frecuencia de muestreo.** La Frecuencia de muestreo fue establecida como un plan para evaluar los parámetros establecidos, el tiempo de investigación fue mensual durante tres meses (julio, Agosto y Octubre), no se lo pudo realizar el mes de septiembre por el cierre del laboratorio por problemas de la UAJMS (Universidad Autónoma Juan Misael Saracho), por lo cual recurrimos a otro laboratorio.

Se tomaron 3 muestras en cada punto en diferentes meses, el análisis se lo realizo en la ciudad de Tarija.

Las Muestras fueron analizadas en:

El Laboratorio centro de análisis, investigación y desarrollo “CEANID”

El laboratorio de control de calidad de aguas “COSAALT LTDA”

Índice de “Prati”.

Para obtener el valor del índice de calidad de Prati se utilizaron los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), oxígeno disuelto (OD). Cada una de estas variables se obtuvo aplicando una ecuación de transformación requerida por el índice.

En la siguiente tabla se detalla las ecuaciones planteadas para obtener unidades de concentración de los valores por cada parámetro Físico- químico que fue evaluado, el cual se aplica a la ecuación de “Prati”

CUADRO 11

Ecuaciones de transformación para obtener unidades de concentración de los parámetros.

Parámetro	Rangos de parámetro	Ecuación
OD	< saturación 50-100%	$X = 0.08*(100-Y)$
DBO ₅	Mg/l	$X = Y/1.5$

Fuente: Índice de “Prati”, elaboración propia

Y = Valor medido

X = Unidad de contaminación (mg/l)

Los valores obtenidos de la ecuación de transformación para cada parámetro, se aplicaron a la ecuación para obtener el valor del índice “Prati”, descrita a continuación:

Ecuación 1

$$PI = (1/n) * \sum(X_1 + X_2)$$

N = número de parámetros.

X = Unidad de contaminación mg/l

Este índice fue diseñado para aguas con potencial uso humano y no incorpora el efecto de sustancias tóxicas, tales como pesticidas o metales pesados (menezes, 2003). De acuerdo a un código asignado a cada clase se determina el nivel de contaminación presentes en los cuerpos de agua monitoreados.

CAPITULO III

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

9. RESULTADOS E INTERPRETACION DE DATOS.

Julio = Muestra A

CUADRO 12

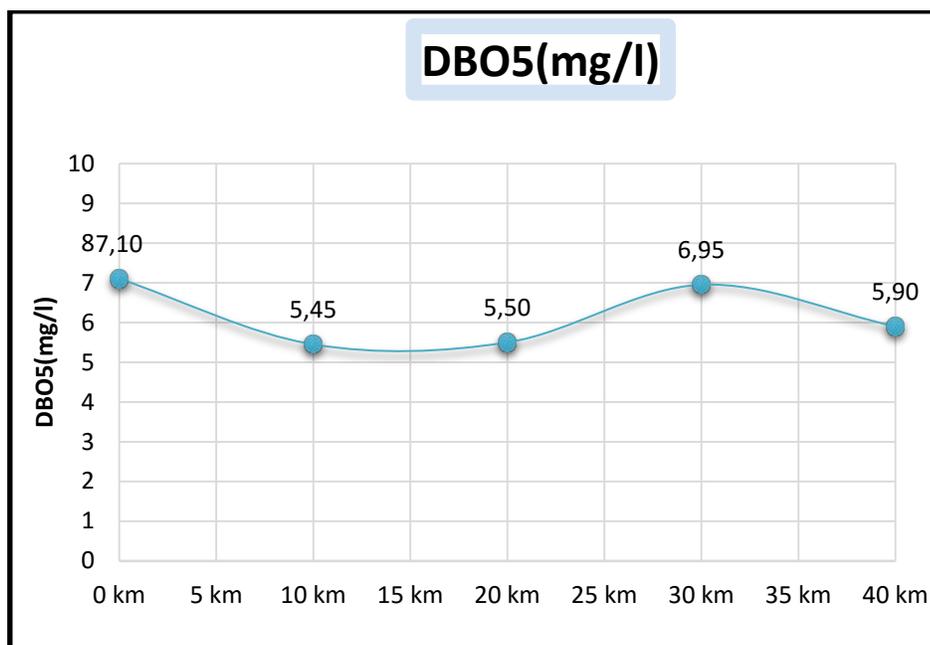
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
DBO ₅ (mg/l)	7,10	5,45	5,50	6,95	5,90

Fuente: Datos obtenidos de los análisis realizados laboratorio CEANID, Elaboración propia

Grafica 1

Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)



Fuente: CEANID, Elaboración propia

De acuerdo a la gráfica 1 podemos ver que en el mes de julio existe una variación de la DBO₅ empezando de 7,1 mg /l en el kilómetro 0 disminuyendo en el kilómetro 10, en una cantidad de 1,65mg/l debido a su recuperación natural del río. En el kilómetro 20 hay un leve ascenso del DBO₅ (0.05mg/l) a consecuencia de un leve aumento en la materia orgánica del río. Para en el kilómetro 30 tener un gran aumento del DBO₅ (1,45mg/l) debido a que en este tramo se contaminó con materia orgánica, posiblemente de las comunidades asentadas en las márgenes del río como son, San Antonio, La Colmena, la Cueva y Huayco el Tigre haciendo un total de 626 habitantes (datos obtenidos del INE, De acuerdo al Censo de 2012) a que verificamos la crianza porcina y vacuna en esta zonas. En el kilómetro 40 volverse a recuperar el río o auto depurarse de 6,95mg/l a 5,90mg/l de DBO₅ porque en este último tramo no se tiene una contaminación en materia orgánica.

Como se muestra en la figura 2 el DBO₅ disminuye en función a que

- No se tiene contaminación orgánica externa
- A medida que el río continúa su curso el DBO₅ disminuye

Por lo que el río Salinas desde el kilómetro cero hasta el kilómetro cuarenta tiene similar comportamiento, a excepción del kilómetro 30 debido a la contaminación externa.

CUADRO 13

CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l)

CONTENIDO DE DBO ₅ (mg/l)	CALIDAD
50 – 120	Muy contaminada
30 – 49	Contaminada
6 – 29	Aceptable
< 6	Buena calidad

Fuente: Basterrechea, 1997.

CUADRO 14

CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l) CON RESPECTO AL RIO SALINAS

KILÓMETRO	CONTENIDO DE DBO₅ (mg/l)	CALIDAD
0	7,10	Aceptable
10	5,45	Buena calidad
20	5,50	Buena calidad
30	6,95	Aceptable
40	5,90	Buena calidad

Fuente: Elaboración propia

Según el contenido de calidad de la DBO₅ (mg/l), en el mes de julio el Rio Salinas se encuentra en el contenido de calidad de “Aceptable” en los kilómetros cero y treinta, y de “Buena calidad” en los kilómetros diez, veinte y cuarenta.

Agosto = Muestra B

CUADRO 15

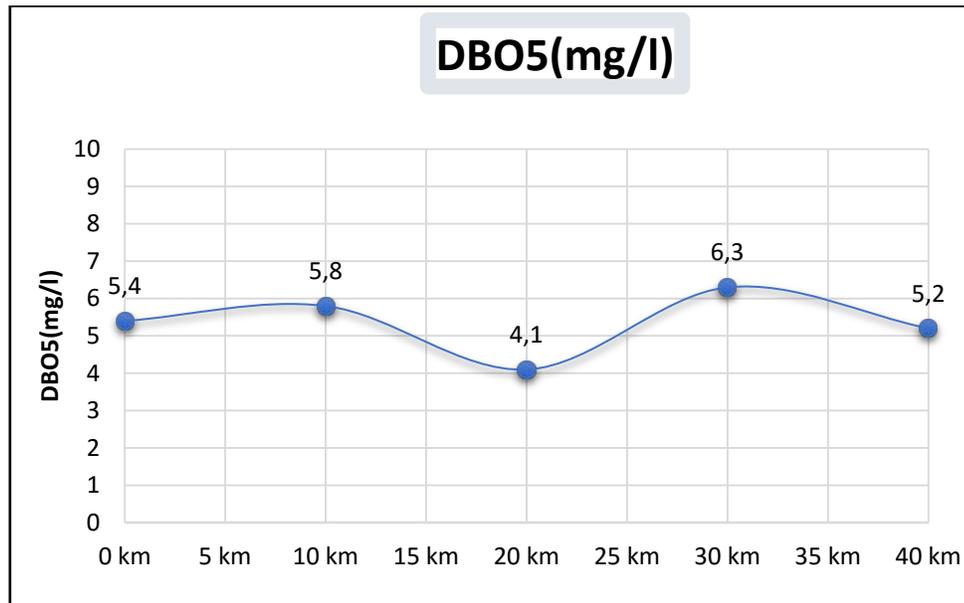
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/l)

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
DBO ₅ (mg/l)	5,4	5,8	4,1	6,3	5,2

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio CEANID, Elaboración propia

Gráfica 2

Demanda Bioquímica de Oxígeno



Fuente: CENAID, Elaboración propia

En el mes de agosto de acuerdo a la gráfica 4 se puede ver una variación de la DBO5, empezando de 5,4mg/l en el kilómetro 0, teniendo un leve incremento de 0,4 mg/l en el kilómetro 10. En el kilómetro 20 se ve una disminución de (-1,7 mg/l) de su carga orgánica, para luego tener un gran aumento en el kilómetro 30 de (2.2 mg/l) esto se da a que en esa zona está siendo contaminada con materia orgánica por sus diferentes actividades ya que en esta zona hay más concentración de comunidades a las orillas de Rio Salinas. En el kilómetro 40 la disminución de su carga orgánica es (-1,1mg/l) demostrándonos que si hay autodepuración.

CUADRO 16**CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l)**

CONTENIDO DE DBO₅ (mg/l)	CALIDAD
50 – 120	Muy contaminada
30 – 49	Contaminada
6 – 29	Aceptable
< 6	Buena calidad

Fuente: Basterrechea, 1997.

CUADRO 16**CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l) CON RESPECTO AL RIO SALINAS**

KILÓMETRO	CONTENIDO DE DBO₅ (mg/l)	CALIDAD
0	5,4	Buena calidad
10	5,8	Buena calidad
20	4,1	Buena calidad
30	6,3	Aceptable
40	5,2	Buena calidad

Fuente: Elaboración propia

El contenido de calidad de la DBO₅ (mg/l), en el mes de agosto el Rio Salinas se encuentra en el contenido de calidad “Aceptable” en el kilómetro treinta y de “Buena calidad” en los kilómetros cero, diez, veinte y cuarenta.

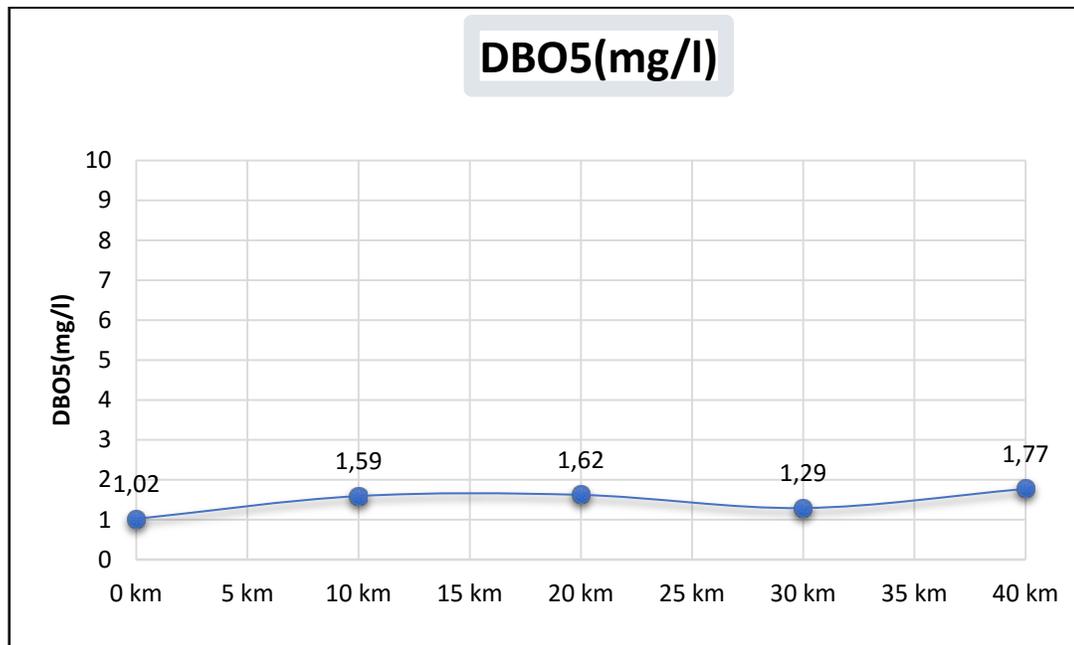
Octubre = Muestra C.

CUADRO 17
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (mg/l)

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
DBO ₅ (mg/l)	1.02	1.59	1.62	1.29	1.77

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio COSAALT, Elaboración propia

Gráfica 3
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (mg/l)



Fuente: COSAALT, Elaboración propia

En el mes de octubre según los datos obtenidos del laboratorio COSAALT en el kilómetro 0 se tiene una DBO₅ de 1,02mg/l, aumentando su carga orgánica de (0.6 mg/l) en los kilómetros 10 y 20. En el kilómetro 30 se tiene una disminución de (-

0,33mg/l) para luego aumentar en el kilómetro 40, esto nos demuestra que en el mes de octubre la autodepuración es muy baja de un punto a otro de muestreo.

CUADRO 18

CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l)

CONTENIDO DE DBO ₅ (mg/l)	CALIDAD
50 – 120	Muy contaminada
30 – 49	Contaminada
6 – 29	Aceptable
< 6	Buena calidad

Fuente: Basterrechea, 1997.

CUADRO 19

CONTENIDO DE CALIDAD DE LA DBO₅ (mg/l) CON RESPECTO AL RIO SALINAS

KILÓMETRO	CONTENIDO DE DBO ₅ (mg/l)	CALIDAD
0	1.02	Buena calidad
10	1.59	Buena calidad
20	1.62	Buena calidad
30	1.29	Buena calidad
40	1.77	Buena calidad

Fuente: Elaboración propia

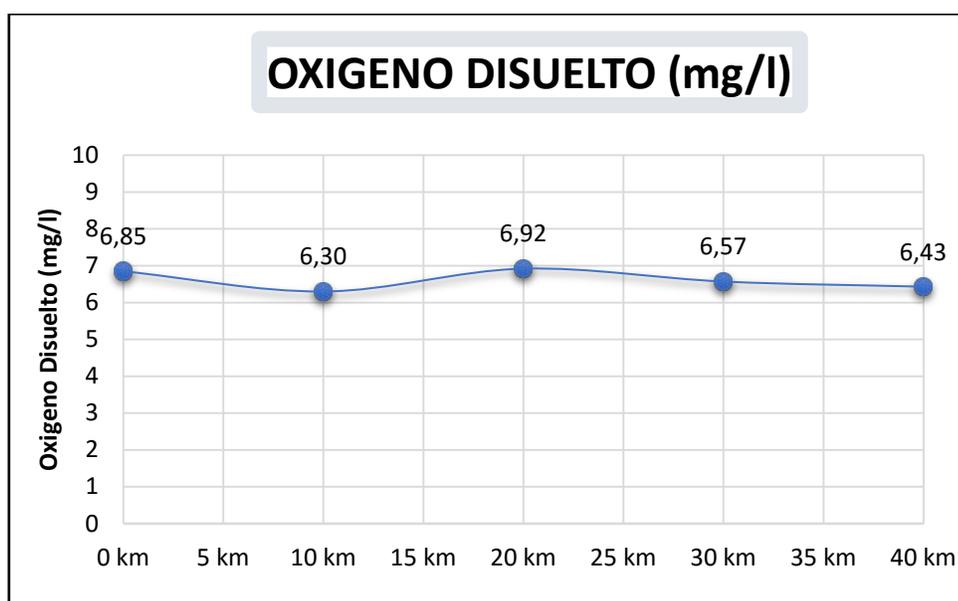
El contenido de calidad de la DBO₅ (mg/l), en el mes de octubre el Rio Salinas se encuentra en el contenido de calidad “Buena calidad”

Julio = Muestra A

CUADRO 20**OXÍGENO DISUELTO (mg/l)**

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
Oxígeno disuelto (mg/l)	6,85	6,30	6,92	6,57	6,43

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio CEANID, Elaboración propia

Gráfica 4**Oxígeno Disuelto (mg/l)**

Fuente: CEANID, Elaboración propia

De acuerdo a la Muestra A realizada en el mes de julio según los datos obtenidos del laboratorio CEANID en la gráfica 2 kilómetro 0, el Oxígeno Disuelto tiene un nivel de 6,85 mg /l, disminuyendo el OD en los kilómetros 10, 30 y 40 y volviendo a incrementar en el kilómetro 20 a 6,92 mg/l, la disminución que se da en los kilómetros 10, 30 y 40 es por el mayor consumo de OD para la descomposición de la materia orgánica.

Estos datos nos muestran que en el mes de julio tiene una oxigenación aceptable para degradar la materia orgánica.

CUADRO 21

NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO

NIVEL DE OXIGENO DISUELTO (mg/l)	CALIDAD
0 - 3	Mala
3,1 - 5	Aceptable
5,1 - 7	Buena
+7	Muy buena

Fuente: Basterrechea, 1997.

CUADRO 22

NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO OD (mg/l) EN EL RIO SALINAS

KILÓMETRO	NIVEL DE OD (mg/l)	CALIDAD
0	6,85	Buena
10	6,30	Buena
20	6,92	Buena
30	6,57	Buena
40	6,43	Buena

Fuente: Elaboración propia

El nivel de calidad de oxígeno disuelto OD (mg/l) en el mes de julio, el Rio Salinas se encuentra en la clasificación de “Buena”

Agosto = Muestra B

CUADRO 23

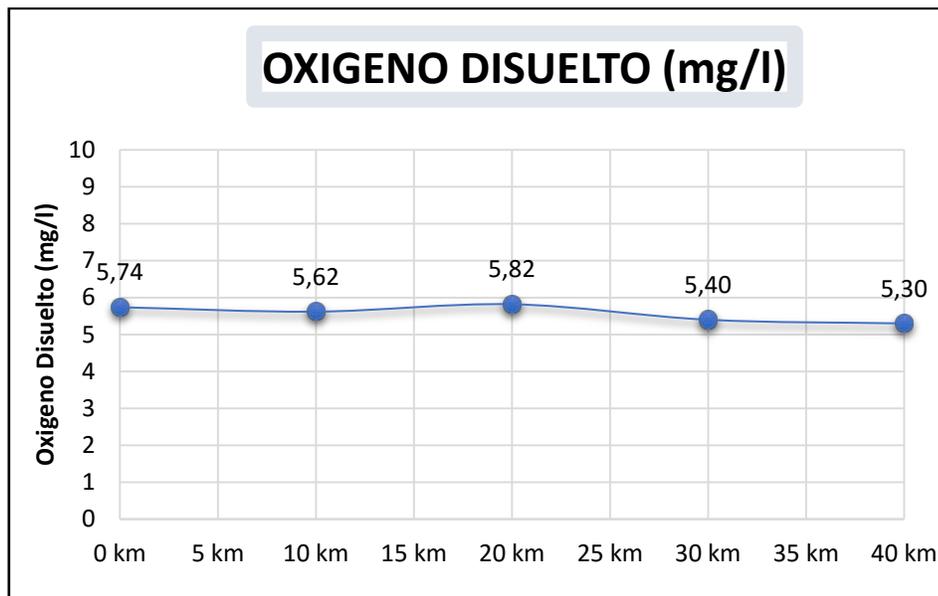
OXÍGENO DISUELTO (mg/l)

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
Oxígeno disuelto (mg/l)	5,74	5,62	5,82	5,40	5,30

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio CENAID

Gráfica 5

Oxígeno Disuelto (mg/l)



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo en el mes de agosto muestra B en la gráfica 5 se tiene que el oxígeno disuelto es 5,74 mg /l en el kilómetro 0 disminuyendo en el kilómetro 10 a 5,62 mg/l, para volver a subir en el kilómetro 20 a 5,82 mg/l y reduciendo en el kilómetro 30 y 40, esta disminución se da a que existe más consumo de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica.

CUADRO 24**NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO**

NIVEL DE OXIGENO DISUELTO (mg/l)	CALIDAD
0 -3	Mala
3,1 - 5	Aceptable
5,1 - 7	Buena
+7	Muy buena

Fuente: Basterrechea, 1997.

CUADRO 25**NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO OD (mg/l) EN EL RIO SALINAS**

KILÓMETRO	NIVEL DE OD (mg/l)	CALIDAD
0	5,74	Buena
10	5,62	Buena
20	5,82	Buena
30	5,40	Buena
40	5,30	Buena

Fuente: Elaboración propia

El nivel de calidad de oxígeno disuelto OD (mg/l) con respecto al mes de Agosto, el Rio Salinas se encuentra en la clasificación de “Buena”

Octubre = Muestra C.

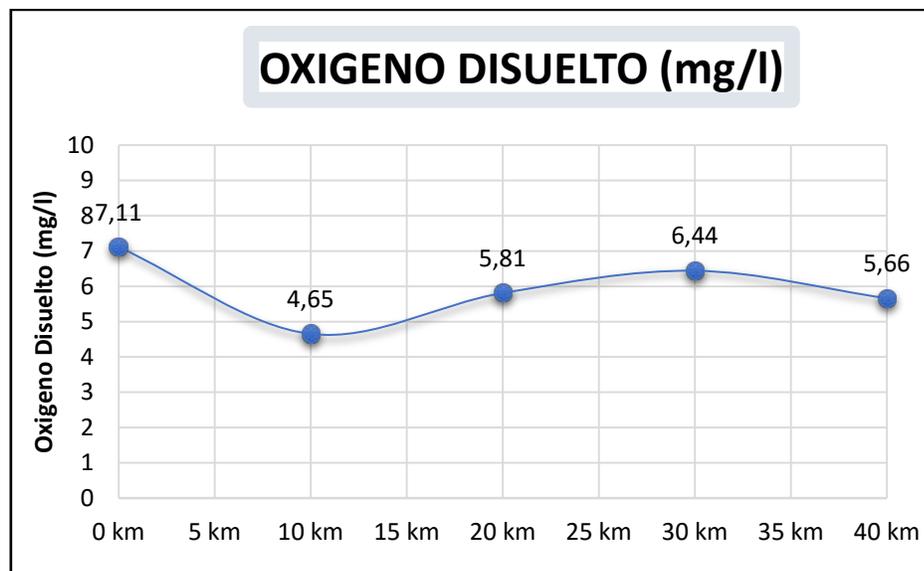
CUADRO 26
OXÍGENO DISUELTO (mg/l)

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,11	4,65	5,81	6,44	5,66

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio COSAALT.

Gráfica 6

OXIGENO DISUELTO (mg/l)



Fuente: COSAALT, Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de laboratorio COSAALT en el mes de octubre se observa que en la gráfica 8, el Oxígeno Disuelto en el kilómetro 0 es de 7,11mg/l, teniendo un descenso de OD en el kilómetro 10 de 4,65mg/l considerando aceptable para la vida acuática, recuperándose en el kilómetro 20 y 30, donde vuelve a disminuir en el kilómetro 40 a 5.66 mg/l.

Los niveles bajos de OD se dan porque se encuentran material orgánico (plantas muertas y algunos vertidos) están en descomposición.

Las bacterias requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua. (Navarra, 1998).

CUADRO 27

NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO

NIVEL DE OXIGENO DISUELTO (mg/l)	CALIDAD
0 -3	Mala
3,1 - 5	Aceptable
5,1 - 7	Buena
+7	Muy buena

Fuente: Basterrechea, 1997.

CUADRO 28

NIVEL DE CALIDAD DE OXIGENO DISUELTO OD (mg/l) EN EL RIO SALINAS

KILÓMETRO	NIVEL DE OD (mg/l)	CALIDAD
0	7,11	Muy buena
10	4,65	Aceptable
20	5,81	Buena
30	6,44	Buena
40	5,66	Buena

Fuente: Elaboración propia

El nivel de calidad de oxígeno disuelto OD (mg/l) con respecto al mes de Octubre, el Rio Salinas se encuentra en la clasificación de “Muy Buena” en el kilómetro cero, “Aceptable” en el kilómetro diez y “Buena” en los kilómetros veinte, treinta y cuarenta.

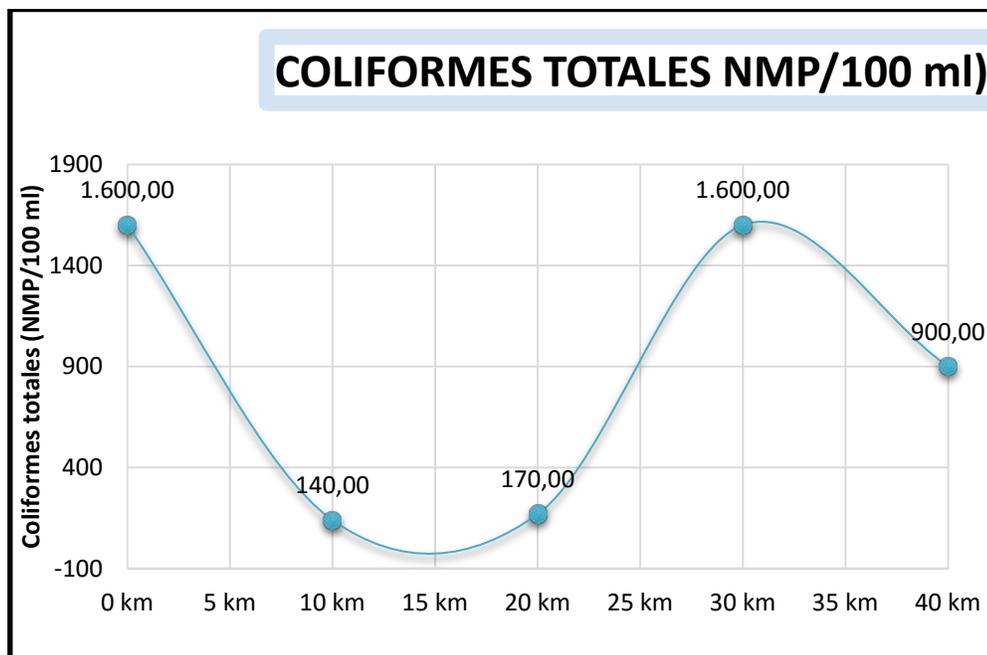
Julio = Muestra A

CUADRO 29
COLIFORMES TOTALES

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
Coliformes totales (NMP/100ml)	1600	140	170	1600	900

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio CEANID, Elaboración propia

Gráfica 7
COLIFORMES TOTALES



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al mes de julio muestra B y la gráfica 3 podemos observar que en el punto cero se inicia con una carga contaminante orgánica de 1600NMP/100ml de Coliforme Totales, para luego descender en el kilómetro 10 debido a que el río se autodepura no existiendo una contaminación externa, para luego tener un leve ascenso en el

kilómetro 20 y una gran elevación de contaminación orgánica en el kilómetro 30, existiendo una contaminación externa (heces fecales y heces humanos). En el kilómetro 40 nuevamente se tiene una autodepuración del río con un descenso de Coliformes Totales teniendo un mínimo nivel de (900 NMP/100ml).

Agosto = Muestra B

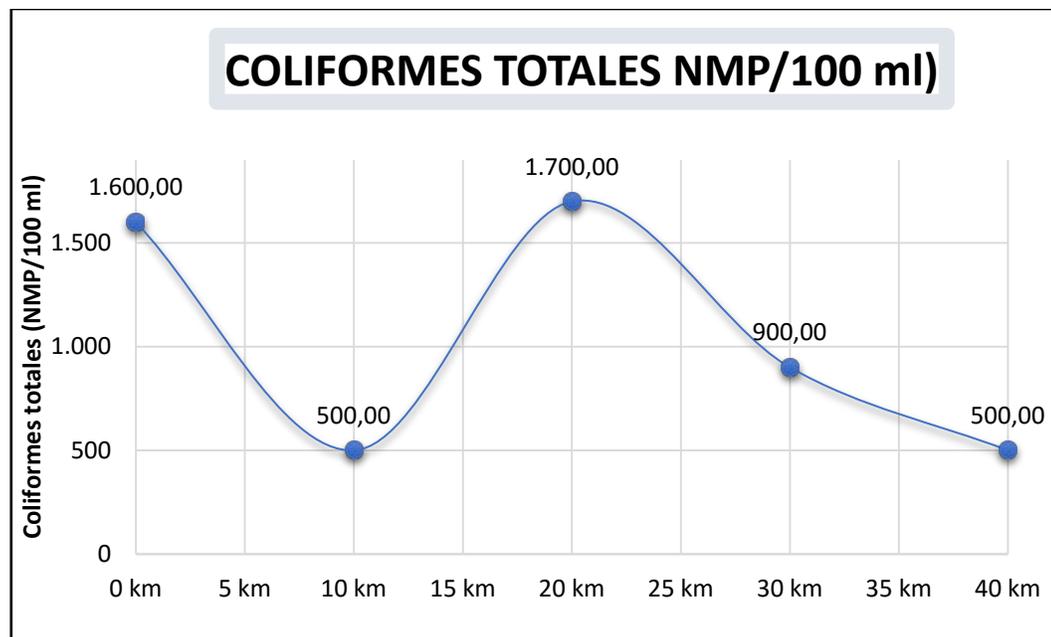
CUADRO 30
COLIFOMES TOTALES

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
Coliformes totales (NMP/100ml)	1600	500	1700	900	500

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio CENAID, Elaboración propia

Gráfica 8

COLIFOMES TOTALES



Fuente: Elaboración propia

En relación al mes de Agosto muestra B, gráfica 6 podemos observar un aumento y disminución a lo largo de los 40 km excepto en los kilómetros 20 y 30 que tiene un ascenso como se muestra en la gráfica 6 esto es debido a que en estos puntos están siendo contaminados por materia orgánica ya que en esos puntos se encuentran diferentes comunidades a las orillas del río por sus diferentes actividades.

Octubre = Muestra C.

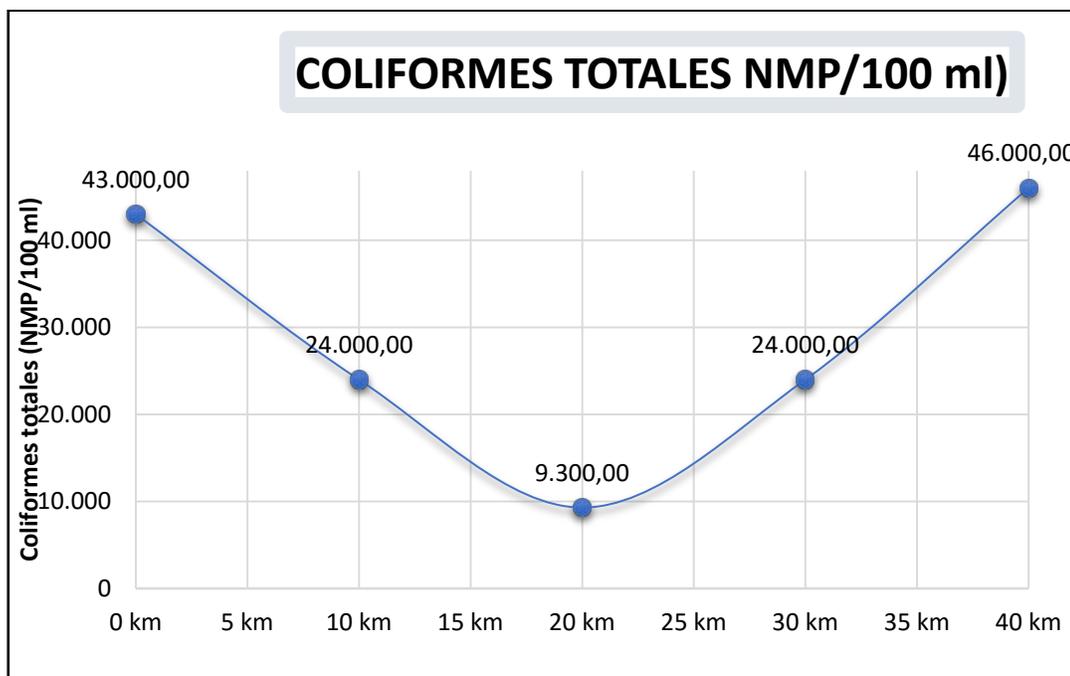
CUADRO 31
COLIFORMES TOTALES (NMP/100ML)

Parámetro	Kilómetro 0	Kilómetro 10	Kilómetro 20	Kilómetro 30	Kilómetro 40
Coliformes totales (NMP/100ml)	43000	24000	9300	24000	46000

Fuente: datos obtenidos de los análisis realizados laboratorio COSAALT, Elaboración propia

Gráfica 9

COLIFORMES TOTALES



Fuente: COSAALT, Elaboración propia

En el mes de octubre muestra C gráfica 6 nos demuestra que en el kilómetro 0 existe una gran contaminación por materia orgánica debido a las descargas que están ubicadas a 50 metros del punto de muestro, en los kilómetros 10 y 20 nos demuestra que hay una autodepuración, en los kilómetros 30 y 40 existe un ascenso debido a contaminación orgánica externa que existe en sus alrededores las comunidades que se encuentran son La Colmena, La Cueva, Huayco el Tigre, Santa Clara y Salinas.

CUADRO 32

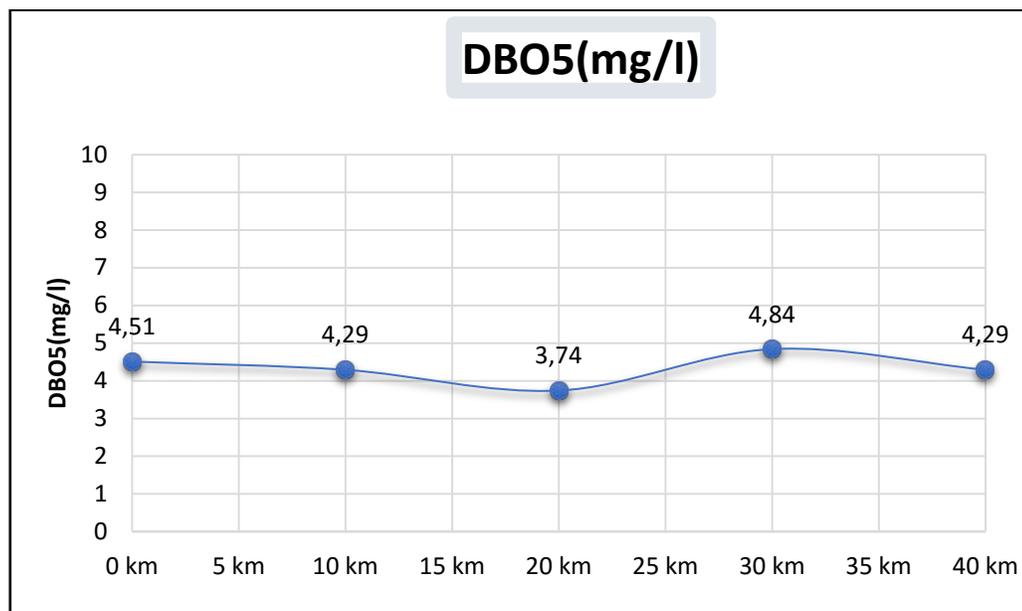
PROMEDIOS DE LOS PARÁMETROS MUESTREADOS EN LOS TRES MESES

PARÁMETRO	0 km	10 km	20 km	30 km	40 km
(DBO) ₅	4,51	4,29	3,74	4,84	4,29
OD	6,57	5,52	6,18	6,14	5,79
Coliformes Totales	15.400	8.213	3.457	8.833	15.800

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 10

PROMEDIO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO



Fuente: CEANID, Elaboración propia

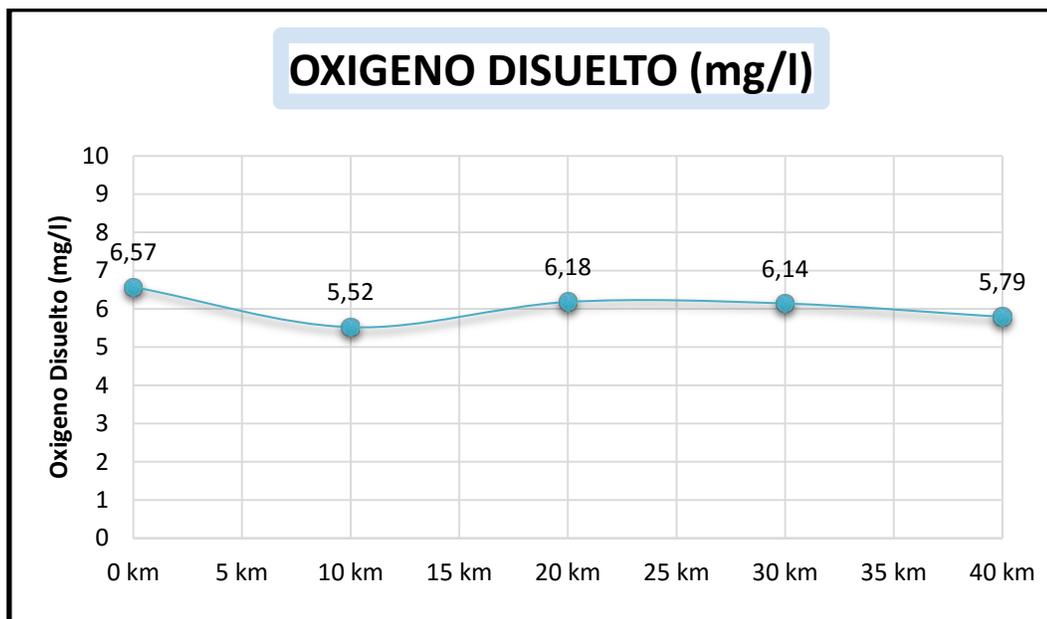
Según los promedios de la DBO5 vs Km, gráfica 8 nos muestra que el Rio Salinas si tiene autodepuración desde el kilómetro 0 hasta el kilómetro 20, para en el kilómetro 30 aumentar la carga contaminante orgánica por encima del punto 0 esto por la contracción de las comunidades cercanas al rio, debido a las diferentes actividades dinámicas tales como crianza de ganado vacuno y porcino en la zona, las comunidades que se encuentran próximas a este punto son Colmena, San Antonio, Fuerte Santiago, La Cueva, Huayco el Tigre, otros con un total de 826 habitantes, (datos obtenidos del INE, De acuerdo al Censo de 2012). En el kilómetro 40 tener autodepuración importante más alta que en el primer tramo

Se puede decir que una distancia de 40 kilómetros el Rio salinas está siendo autodepurada de manera natural.

Se requiere que el rio recorra grandes distancias para lograr una purificación apreciable. (RODOLFO SÁENZ)

Gráfica 16

PROMEDIOS DEL OXIGENO DISUELTO (OD)

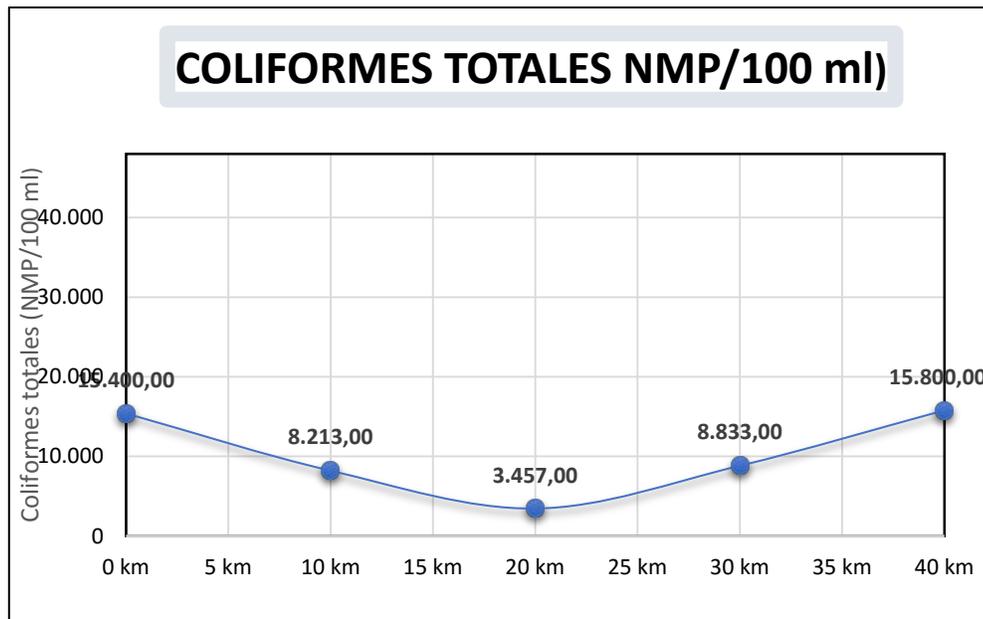


Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la gráfica 11, de los promedios del Oxígeno Disuelto, y con relación a la tabla 1, podemos afirmar que desde el kilómetro 0 hasta el kilómetro 40 se tiene una "Buena" calidad de Oxígeno Disuelto en el río.

Gráfica 12

PROMEDIOS DE LOS COLIFORMES TOTALES



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la gráfica 12 los Coliformes Totales tienen un descenso hasta el kilómetro 20 para luego en el kilómetro 30 ascender en la cantidad de microorganismos, debido a que se tiene en la zona importante actividad ganadera. Y en el kilómetro 40 aumentar la cantidad de microorganismos por la actividad ganadera de la comunidades de Santa Clara y Salinas.

1.4. Intervalos de recuperación de DBO₅ promedio

CUADRO 33

DISTANCIA (km)	DBO ₅	Intervalo de recuperación
0	4,51	0,22
10	4,29	0,55
20	3,74	-1,1
30	4,84	0,55
40	4,29	

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 26 tiene un intervalo de recuperación de 0,55 mg/l y una mínima de 0,22mg/l entre el P₀ y el P₁, posteriormente en el kilómetro 30 subir con 1.1 mg/l.

Según estos datos obtenidos el P₃ está siendo contaminada por la actividad ganadera y los de plantas que se encuentran a las orillas del río.

CUADRO 34

VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES SEGÚN EL RMCH

PARÁMETROS	UNIDAD	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
DBO ₅	mg/l	< 2	< 5	< 20	< 30
OD	mg/l	>80% sat.	>70% sat.	>60% sat.	> 50% sat.
NMP Colifecales	N/100ml	< 50 y < 5 en 80% de muestras	< 1000 y < 200 en 80% de muestras	< 5000 y < 1000 en 80% de muestras	< 50000 y < 5000 en 80% de muestras

Fuente: RMCH, elaboración propia.

CUADRO 35
VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS
RECEPTORES SEGÚN EL RMCH

Resultados de Laboratorio (Promedios)				CLASIFICACIÓN
Parametros	Julio	Agosto	Otubre	
DBO₅	6,18 mg/l	5,36 mg/l	1.46 mg/l	CLASE “C”
OD	6,61 mg/l	5,58 mg/l	5,93 mg/l	CLASE “C”
Coliformes Totales	882 N/100ml	734 N/100ml	29200 N/100ml	CLASE “D”

Fuente: Elaboración propia.

INDICE DE “PRATI”

Determinación del grado de contaminación de acuerdo a la ecuación del índice de prati

Para calcular el grado de contaminación, los valores que emplearemos son los recolectados durante el monitoreo del Rio Salinas.

Se empleara la siguiente ecuación:

$$PI = (1/n) * \sum (X_1 + X_2)$$

n = número de parámetros

X= unidad de contaminación

En nuestro caso las unidades de contaminación que utilizaremos son la DBO₅ y el OD.

Ecuaciones para calcular el Índice de Prati.

$$DBO_5 = Y/1.5$$

$$OD = 0,08(100 - Y)$$

Y = concentración en la muestra

X = unidad de concentración

Las unidades del DBO₅ y del OD deben estar en mg/l.

- Calculo para el DBO₅ para la muestra A (Julio)

$$DBO_5 = 7,1/1,5$$

$$DBO_5 = 4,73$$

- Calculo para el DBO₅ para la muestra B (Agosto)

$$DBO_5 = 5,4/1,5$$

$$DBO_5 = 3,6$$

- Calculo para el DBO₅ para la muestra C (Octubre)

$$DBO_5 = 1,02/1,5$$

$$DBO_5 = 0,68$$

De la misma manera se calculó para la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los diferentes puntos.

- Calculo para el OD en la muestra A (Julio)

$$OD = 0,08(100 - 6.85)$$

$$OD = 7,45$$

- Cálculo para el OD en la muestra B (Agosto)

$$OD = 0,08(100 - 5,74)$$

$$OD = 7,54$$

- Cálculo para el OD en la muestra C (Octubre)
-

$$OD = 0,08(100 - 7,11)$$

$$OD = 7,43$$

De igual manera se calculó para el Oxígeno Disuelto en los diferentes puntos.

- Cálculo del índice de Prati para la muestra A

$$PI = (1/2) * \sum (4,73 + 7,45)$$

$$PI = 6,09$$

- Cálculo del índice de Prati para la muestra B

$$PI = (1/2) * \sum (3,6 + 7,54)$$

$$PI = 5,57$$

- Cálculo del índice de Prati para la muestra C

$$PI = (1/2) * \sum (0,68 + 7,43)$$

$$PI = 4,06$$

De la misma manera se calculó el Índice de Prati para los diferentes puntos.

Una vez calculados todos los resultados de los diferentes puntos se sacó un promedio de los tres resultados de la muestra para luego comparar con el cuadro 24 Así determinar la calidad de agua en cada punto.

CUADRO 36
RESULTADOS DEL RIO SALINAS SEGÚN EL ÍNDICE DE PRATI

Punto de muestro Rio Salinas	Muestreo rio Salinas	Concentraciones		Unidad de contaminación		Índice de Prati IP
		DBO5	OD	DBO5	OD	
Kilómetro Cero	A	7,1	6,85	4,73	7,45	6,09
	B	5,4	5,74	3,6	7,54	5,57
	C	1,02	7,11	0,68	7,43	4,06
	Promedio					5,24
Kilómetro Diez	A	5,45	6,3	3,63	7,50	5,56
	B	5,8	5,62	3,87	7,55	5,71
	C	1,59	4,65	1,06	7,63	4,34
	Promedio					5,21
Kilómetro Vente	A	5,5	6,92	3,67	7,45	5,56
	B	4,1	5,82	2,73	7,53	5,13
	C	1,62	5,81	1,08	7,54	4,31
	Promedio					5,00
Kilómetro Treinta	A	6,95	6,57	4,63	7,47	2,42
	B	6,3	5,4	4,20	7,57	5,88
	C	1,29	6,44	0,86	7,48	4,17
	Promedio					4,16
Kilómetro Cuarenta	A	5,9	6,43	3,93	7,49	5,71
	B	5,2	5,3	3,47	7,58	5,52
	C	1,77	5,66	1,18	7,55	4,36
	Promedio					5,20

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 37
CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ÍNDICE DE
“PRATI”

CLASE	PI	GRADO DE CONTAMINACION
1	0-1	No contaminada
2	1-2	Poco contaminada
3	2-4	Modernamente contaminada
4	4-8	Contaminada
5	8-16	Muy contaminada
6	>16	Altamente contaminada

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 38
Clasificación del PI del Rio Salinas según los datos del PI de Prati

Distancia (km)	CLASE	IP	Grado de contaminación
0	4	5,24	Contaminada
10	4	5,21	Contaminada
20	4	5	Contaminada
30	4	4,16	Contaminada
40	4	5,2	contaminada

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la clasificación de las aguas del Rio Salinas con el Índice de Prati, dentro el área de estudio todos los puntos se encuentran en un rango de 4-8, según la tabla 38 se clasifica con un grado de “Contaminada”.

ANALISIS DE VARIANZA – ANOVA

CUADRO 39

ANALISIS ANOVA DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO 5 DBO5 mg/l

Parámetro (km)	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Muestra A	7,10	5,45	5,50	6,95	5,90
Muestra B	5,4	5,8	4,1	6,3	5,2
Muestra C	1,02	1,59	1,62	1,29	1,77
Promedios	4,51	4,28	3,74	4,85	4,29
Desvió Estándar	3,14	2,34	1,97	3,1	2,2
Numero de Fischer calculado (Fc):	0,0725				
Numero de Fischer tabulado (Ft):	3,48				

Fuente: Elaboración propia

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS MEDIAS - DSM

Se tomó el valor de la DBO5 del kilómetro cero y se descartó el valor de 4,85 por ser mayor del inicial.

CUADRO 40

DSM: 4,723

No	Diferencias	Significancia
1	0,22	No Significativo
2	0,23	No Significativo
3	0,77	No Significativo

Fuente: Elaboración propia

Comparación del mayor valor del dbo5 (km cero) vs Menor valor (km 40)

CUADRO 41
DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

N°	Diferencias	Significancia
1	5,33	Significativo

Elaboración propia

PORCENTAJE DE RECUPERACION (PR):

PR: 75,07 %

CUADRO 42
ANALISIS ANOVA DEL OXIGENO DISUELTO OD mg/l

Parámetro (km)	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Muestra A	6,85	6,30	6,92	6,57	6,43
Muestra B	5,74	5,62	5,82	5,4	5,3
Muestra C	7,11	4,65	5,81	6,44	5,66
Promedios	6,57	5,52	6,18	6,14	5,8
Desvió Estándar	0,73	0,83	0,64	0,64	0,58
Numero de Fischer calculado (Fc):	1,003				
Numero de Fischer calculado (Ft):	3,48				

Fuente: Elaboración propia

No existen Diferencias Significativas del Oxígeno Disuelto y sus valores individuales.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- ❖ Teniendo la naciente del Rio Salinas como punto cero, y conservando los tramos de 10 kilómetros como puntos de muestreo respectivo hasta el kilómetro 40, y tomando en cuenta la figura 2 podemos concluir que se ha podido graficar de forma adecuada para su comparación de la autodepuración del Rio Salinas.
- ❖ Podemos decir que con los resultados obtenidos mediante el monitoreo realizado durante tres meses, Rio Salinas hasta el kilómetro 40 tiene una autodepuración aceptable conforme transcurre su cauce, con respecto a la figura 2
- ❖ La autodepuración con respecto al Rio Salinas el contenido de la DBO_5 (mg/l) está en la calidad de “Aceptable” a “Buena Calidad”. El oxígeno disuelto del Rio Salinas está caracterizada como “Buena” desde el kilómetro cero hasta el kilómetro 40. Y los Coliformes Totales que presentan en el último tramo un ascenso debido a la actividad ganadera.
- ❖ Según los resultados obtenidos en los análisis realizados en los laboratorios de CEANIT y COSAALT en la ciudad de Tarija se verifico que no sobrepasan los límites permisibles establecidos por e RMCH el cual nos indica que los diferentes puntos ubicados no presentan un alto grado de contaminación.
- ❖ Las actividades antropogénicas influyen decisivamente en el comportamiento natural del rio, como se muestra en la gráfica.

RECOMENDACIONES.

- ❖ Lograr que se construya lo más antes posible una nueva planta de tratamiento para disminuir las descargas de efluentes al río.
- ❖ Proteger el Río Salinas ya que es un cuerpo de agua con muchos beneficios para las comunidades que viven a orillas el río ya sea para recreación o consumo de agua.
- ❖ También se debería implementar equipos de medición en la Universidad ya que esto facilita para realizar análisis IN –SITU
- ❖ Las autoridades del sector deben realizar campañas de concientización a los pobladores para cuidar los recursos acuíferos que hay en la provincia ya que estas están siendo degradadas.
- ❖ El municipio debe realizar una reestructuración de su sistema de alcantarillado y a su vez implementar un tratamiento de aguas residuales para la disminución de contaminantes.
- ❖ Realizar campañas de educación ambiental en escuelas y colegios de la Provincia para incentivar la conciencia ambiental de los pobladores del sector.
- ❖ Buscar apoyo de algunas instituciones municipales o gubernamentales para complementar el estudio debido al alto costo que implica la realización del mismo.