

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO CONCEPTUAL

1.1.2. Monitoreo

Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo; la misma que se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente. Glosario Ambiental Perú (2012).

1.1.3. Aguas residuales crudas

Son aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas, sin tratamiento posterior a su uso.

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.

1.1.5. Área de descarga

Área de influencia directa de la descarga de aguas residuales crudas o tratadas a un cuerpo receptor que incluye a los puntos de descarga y de dilución o al sistema de drenaje o alcantarillado.

1.1.6. Cuerpo receptor

Medio donde se descargan aguas residuales crudas o tratadas.

1.1.7. 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 humano y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas.

1.1.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅ 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.

1.1.9 Sólidos suspendidos totales

Peso de las partículas sólidas suspendidas en un volumen de agua, retenidas en papel filtro N° 42.

1.1.10 Sólidos sedimentables

Volumen que ocupan las partículas sólidas contenidas en un volumen definido de agua, decantadas en dos horas; su valor se mide en mililitros por litro (ml/l). Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (1995)

1.1.11 Oxígeno disuelto

Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido.

1.1.12 pH

Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones de hidrógeno, expresado en moles por litros.

1.1.13. Sedimentación

La sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en el tratamiento de las aguas residuales. Los términos sedimentación y decantaciones se utilizan indistintamente.

1.1.14. Composición de las aguas residuales

La composición de las aguas residuales se refiere a las cantidades de constituyentes físico, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales. Metcalf y Eddy (1995).

1.1.15. Coliformes fecales y coliformes totales

Las Coliformes fecales se denominan termo tolerantes, por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Ésta es la característica que distingue a los Coliformes totales y fecales. Las coliformes fecales son un subgrupo de las coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5 °C.

Aproximadamente, el 95% del grupo de Coliformes presentes en heces, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *klebsiella*.

El grupo de coliformes totales comprende todos los bacilos Gram-negativos aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 horas a 35 °C ±1°C.

Este grupo está conformado por cuatro géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Armando Marín Ocampo y Manuel Oses Pérez (2013).

1.2. MARCO LEGAL

Norma Boliviana (NB) 496 Agua Potable- toma de muestras.

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/o radiológicos y determinar su calidad.

Ley 1333 del Medio Ambiente

Artículo 1º.- La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente 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.

Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

Artículo 47º Todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a ríos y 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.

Artículo 67° El reuso de aguas residuales crudas o tratadas por terceros, será autorizado por el Prefecto cuando el interesado demuestre que estas aguas satisfacen las condiciones de calidad establecidas en el cuadro N°1 -Anexo A- del presente Reglamento.

CUADRO 1
CLASIFICACIÓN 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 agua potable después de: a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento. b) Tratamiento solamente físico y desinfección c) Tratamiento físico – químico, completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección. d) Almacenamiento prolongado o pre sedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	SI No necesario No necesario No necesario	NO SI No necesario No necesario	NO NO SI No necesario	NO NO NO SI
2	Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión.	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológico	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscaras 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(**)	NO(**)	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.

CAPÍTULO II

2.1.-MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1. Descripción del área de estudio

Localización

El Nuevo Mercado Central “Entre Ríos” se encuentra ubicado en el Barrio Banda Mealla, distrito 5 del Municipio de Entre Ríos, Provincia O’Connor, del Departamento de Tarija.

IMAGEN 1

UBICACIÓN DEL NUEVO MERCADO CENTRAL “ENTRE RÍOS”



Población

La población de Entre Ríos cuenta con 5418 habitantes según el Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Entre Ríos año 2008-2012.

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 Narvárez, San Diego Sud, Gareca, El Pajonal, Nogalito, El Badén, Las Lomas, Entre Ríos, Moreta, Buena Vista, Alambrado, Naranjos, Valle del Medio, Río La Sal, El Puesto, Fuerte Santiago, San Antonio, La Cueva, Huayco El Tigre, Los Campos, Santa Clara, Salinas y La Misión.

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, Alambrado, 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. Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Salinas (2008).

Recursos hídricos

El Municipio de Entre Ríos presenta dos ríos importantes como son: el Pajonal y el Santa Ana, que al unirse estos dos forman el río Salinas

Caudales

El Río Pajonal presenta un caudal de 0,442 m³/s y el río Santa Ana con un caudal de 0,852 m³/s. por lo tanto el Río Salinas presenta un caudal medio de 1,294 m³/s. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2014).

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Para la Medición del caudal

- Balde de 10 litros
- Cámara fotográfica
- Guantes y barbijo
- Cronómetro
- Libreta y bolígrafo

Toma de muestras

- Recipiente de Polietileno (PET) de 2 litros
- Recipiente bacteriológico
- Conservadora
- Hielo
- Cámara fotográfica
- Guantes y barbijo

2.3. METODOLOGÍA

Diseño de la Investigación

El trabajo se enmarcará dentro de una investigación de carácter analítico y cuantitativo.

Método analítico

Consiste en dividir un todo abstracto o concreto de sus elementos integrantes, para investigar su naturaleza y efecto. El análisis implica resolver, pues, el todo actual en las diferentes partes que se integran.

<http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/3/1027/4.pdf>

Método cuantitativo

El enfoque cuantitativo se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas. Según Sampieri R. et al (2004)

Los métodos de análisis de laboratorio que usaremos para este trabajo de investigación serán en base al trabajo que realiza el CEANID, por lo tanto los métodos serán: gravimétricos, volumétricos y otros.

2.4. DISEÑO METODOLÓGICO

2.4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA POR ETAPAS

ETAPA I

MEDICIÓN DE CAUDAL

La medición del caudal para este trabajo se realizó por el método volumétrico

Este método se aplica cuando la corriente presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente; se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1litro. El recipiente debe ser colocado bajo la corriente de agua de tal manera que reciba todo el flujo y simultáneamente se activa el cronómetro. Este proceso inicia en el preciso instante en que el recipiente se introduce a la corriente de agua y se detiene en el momento en que se llena el recipiente. El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$Q = V / t$$

Donde

Q = Caudal en litros por segundo, (l/s)

V = Volumen del recipiente, (l)

t = tiempo de llenado del recipiente, (s).

Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que sale por la corriente; se debe evitar la pérdida de muestra en el momento de aforar. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas.

Para este método se realizó 5 pruebas, estas pruebas se tomaron a las 7:00, 10:00, 12:00, 17:00 y 19:00 durante una semana.

ETAPA II

METODOLOGÍA DE MONITOREO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Las muestras de agua han sido recogidas en frascos de plástico como así también frascos de vidrio, lo cual dependerá del parámetro a analizar. Asimismo el volumen necesario de muestra queda determinado por método analítico empleado por el laboratorio responsable de los análisis. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Autoridad Nacional del Agua – DGCRH.

Para la toma de muestra se procedió de acuerdo con lo que establece la (NB 496-2005), agua potable- toma de muestras.

Para esto se tomó tres muestras de las aguas, (metodología del CEANID).

Se tomaron 2 litros de agua residual en cada muestra la cual se realizó en la cámara de salida del Nuevo Mercado Central “Entre Ríos” para el análisis físico-químico y biológico que se realizó en el laboratorio.

Para el análisis microbiológico se tomó, medio litro de agua, usando un envase especial y totalmente desinfectado proporcionado por (COSAALT LTA.).

Para el monitoreo de las aguas residuales del Nuevo Mercado Central “Entre Ríos “se tomó un solo punto de muestreo en el cual se trabajó durante 3 semanas tomando muestras en diferentes horarios del día, como nos dice la Normativa, estas muestras fueron inmediatamente colocadas en frío, usándose una conservadora y bastante hielo, para que dichas muestras no se alteren.

Una vez concluida la toma de muestras, se llevó de forma inmediata al laboratorio de CEANID y COSAALT LTA. para que se realicen los análisis respectivos.

ETAPA III

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON NORMATIVA BOLIVIANA VIGENTE.

Los datos obtenidos del CEANID y COSAALT LTA de los parámetros fueron comparados con el ANEXO 2 Límites Permisibles para Descargas Líquidas del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333 del Medio Ambiente, para así conocer si están dentro o por encima de los límites permisibles.

SELECCIÓN DE PARAMETROS

Los parámetros que se escogieron para realizar el monitoreo respectivo están en base a los objetivos planteados para así dar su respuesta respectiva. Estos parámetros son: pH, Oxígeno disuelto, DBO₅, Coliformes totales, Nitrógeno total, Sólidos suspendidos, Sólidos totales, Aceites y grasas y Coliformes totales.

Estos parámetros nos permitirán conocer el grado de contaminación que tiene las Aguas Residuales del Nuevo Mercado Central Entre Ríos, a través de su comparación con los límites máximos permisibles que se tiene en la normativa boliviana.

SELECCIÓN DE PUNTO DE MONITOREO

La ubicación de los puntos de monitoreo de aguas residuales depende de la ubicación del punto de la descarga.

El lugar ideal para ubicar el punto de monitoreo es exactamente antes de que la descarga ingrese a un cuerpo de agua (corriente natural).

Se eligió como punto de muestreo en la cámara de salida, correspondiente al efluente del agua residual que sale del Nuevo Mercado Central Entre Ríos, hacia la Quebrada el Badén, por tratarse de un primer acceso. Este punto de muestreo es precisamente la cámara de salida de las aguas residuales, ya que se podrá lograr que los parámetros sean lo más fidedignos con respecto a las aguas arriba de dicho efluente.

CAPÍTULO III

RESULTADO Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta los resultados obtenidos de acuerdo a la metodología mencionada donde se presentan los caudales por días durante una semana.

3.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES

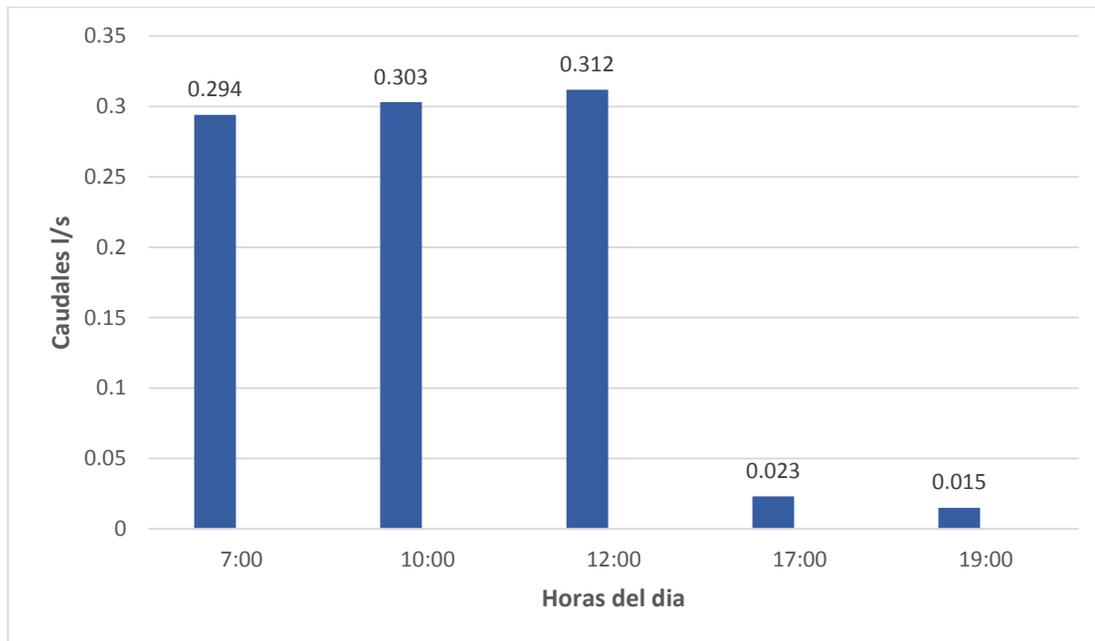
CUADRO 2

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DIA SABADO

N° de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,294	07:00
2	0,303	10:00
3	0,312	12:00
4	0,023	17:00
5	0,015	19:00
Promedio	0,189 l/s	

GRÁFICA 1

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA SÁBADO



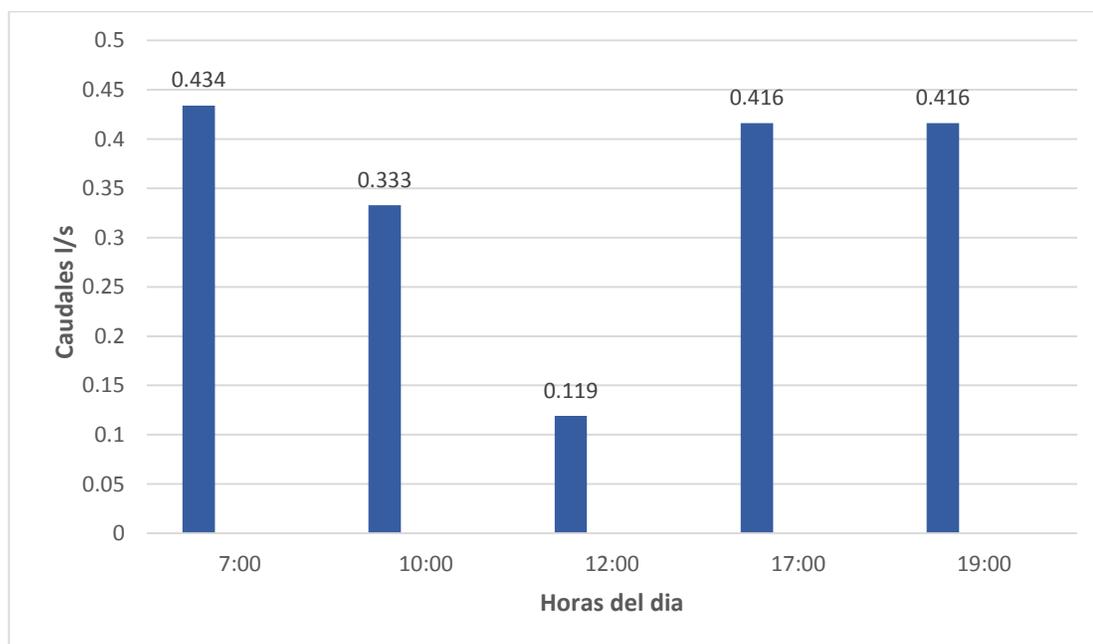
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 2 se puede notar que las mínimas de caudal se da a las 19:00 de la noche con 0.015l/s por motivo que el mercado ya se encuentra sin atención y las máximas entre las 12:00 con 0.312 l/s, debido a las actividades que realizan las personas en el Nuevo Mercado Central Entre Ríos, con respecto a la venta de comidas, ya que en esa hora existe más concentración de la población de Entre Ríos en el mismo.

La diferencia del caudal entre las 12:00 y las 19:00 es aproximadamente de 0.3 l/s.

CUADRO 3**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA DOMINGO**

N° de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,434	07:00
2	0,333	10:00
3	0,119	12:00
4	0,416	17:00
5	0,416	19:00
Promedio	0,343 l/s	

GRÁFICA 2**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA DOMINGO**

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3 y gráfica 2 del día domingo es todo lo contrario al anterior, ya que por motivo de los festejos de la fiesta de la virgen de Guadalupe y a la gran concentración de la población y las comunidades se aumentaron los caudales, donde la mínima de caudal se dio a las 12:00 con 0.119 l/s y la máxima a las 07:00am 0.434 l/s.

La diferencia de la máxima y la mínima es de 0.3 l/s.

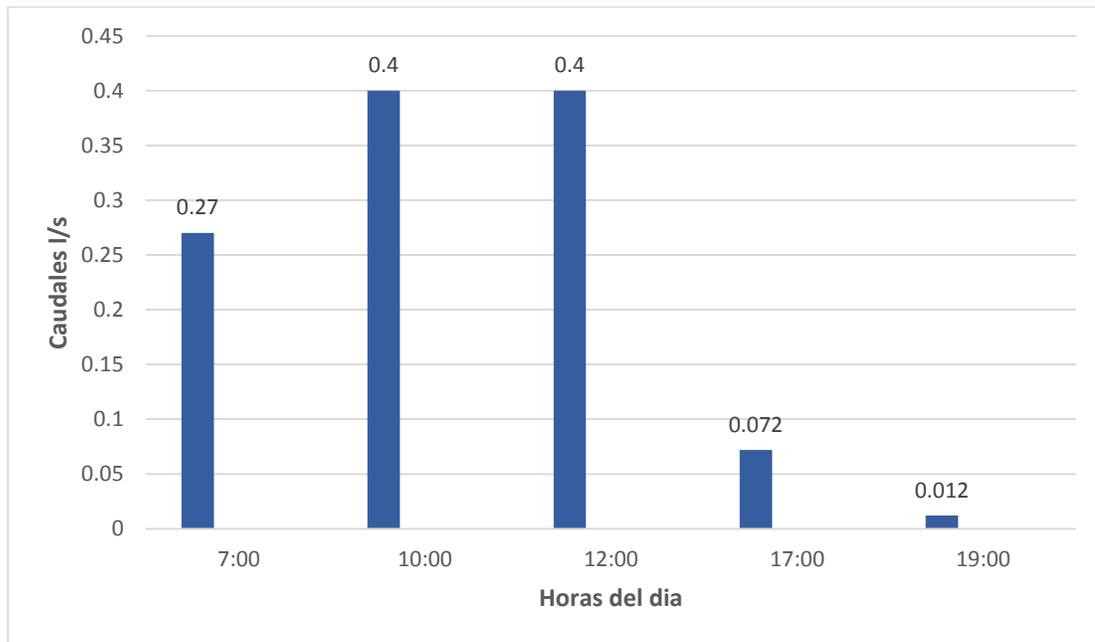
CUADRO 4

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA LUNES

N° de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,270	07:00
2	0,400	10:00
3	0,400	12:00
4	0,072	17:00
5	0,012	19:00
Promedio	0,230 l/s	

GRÁFICA 3

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA LUNES



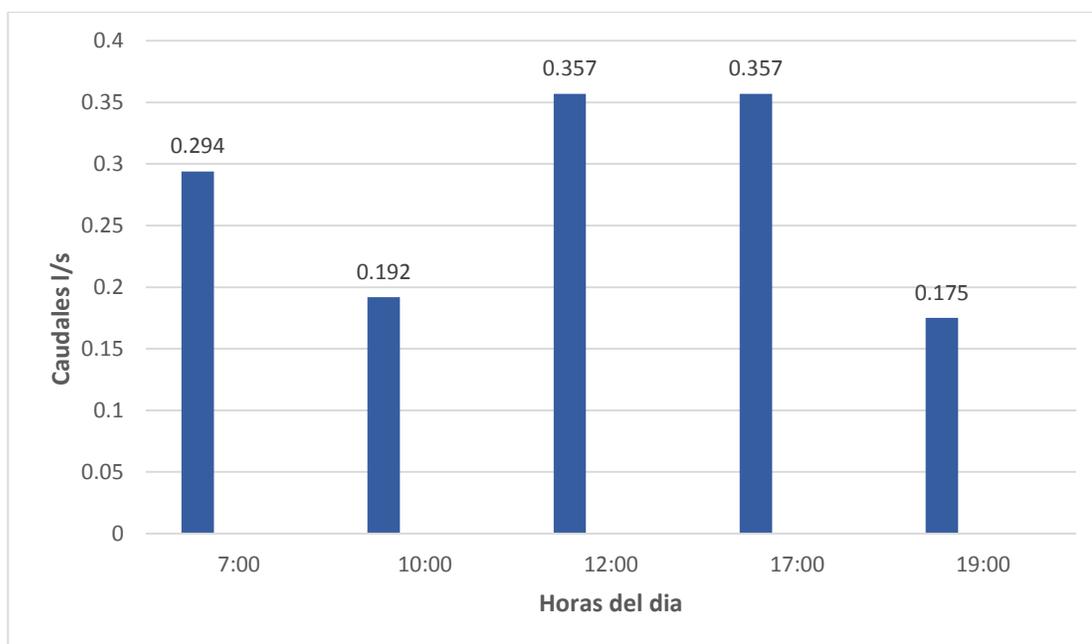
Fuente: Elaboración propia

Con respecto al cuadro 4 las máximas se da a las 10:00 y 12:00 con un caudal de 0.4 l/s y la mínima a las 19:00 horas con un caudal de 0.012 l/s.

La diferencia del caudal entre la mínima y la máxima es de 0.4 l/s por lo tanto la diferencia es mayor que el día sábado, ya que las personas vuelven a sus fuentes de trabajo.

CUADRO 5**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MARTES**

N° de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,294	07:00
2	0,192	10:00
3	0,357	12:00
4	0,357	17:00
5	0,175	19:00
Promedio	0,275 l/s	

GRÁFICA 4**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MARTES**

Fuente: Elaboración propia

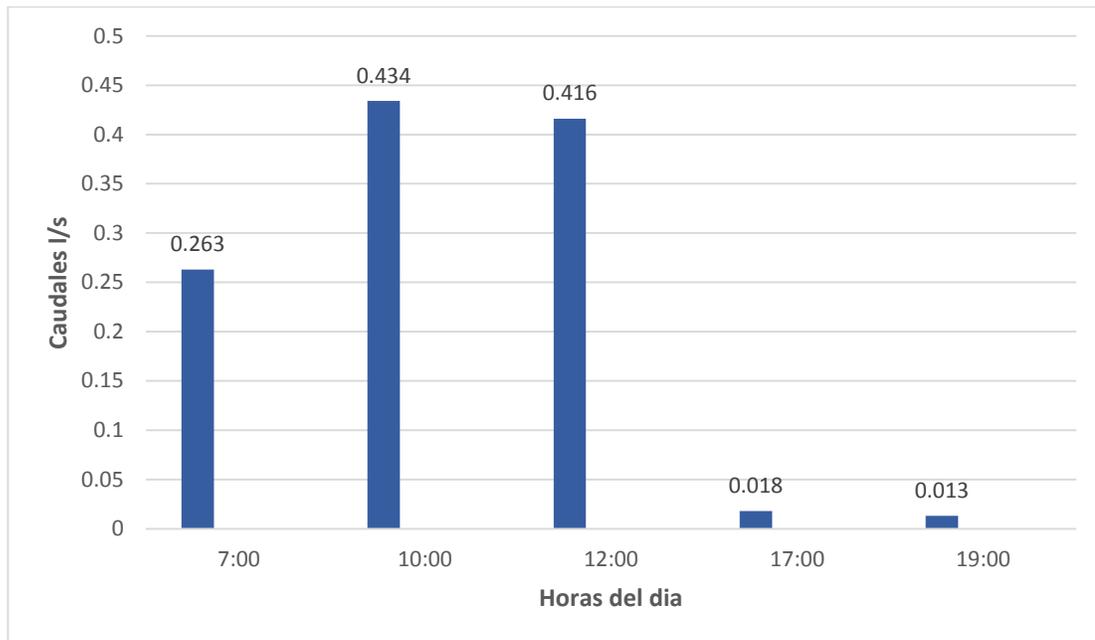
En el cuadro 5 las máximas están entre las 12:00 y 17:00 con un caudal de 0.357, mientras que la mínima es de 0.175 a las 19:00 de la noche, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.2 l/s.

Como ya se mencionó anteriormente las máximas están durante el día y las mínimas durante las noches ya que a partir del lunes las personas vuelven a sus fuentes de trabajo por eso van disminuyendo los caudales.

CUADRO 6

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MIERCOLES

Nº de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,263	07:00
2	0,434	10:00
3	0,416	12:00
4	0,018	17:00
5	0,013	19:00
Promedio	0,228 l/s	

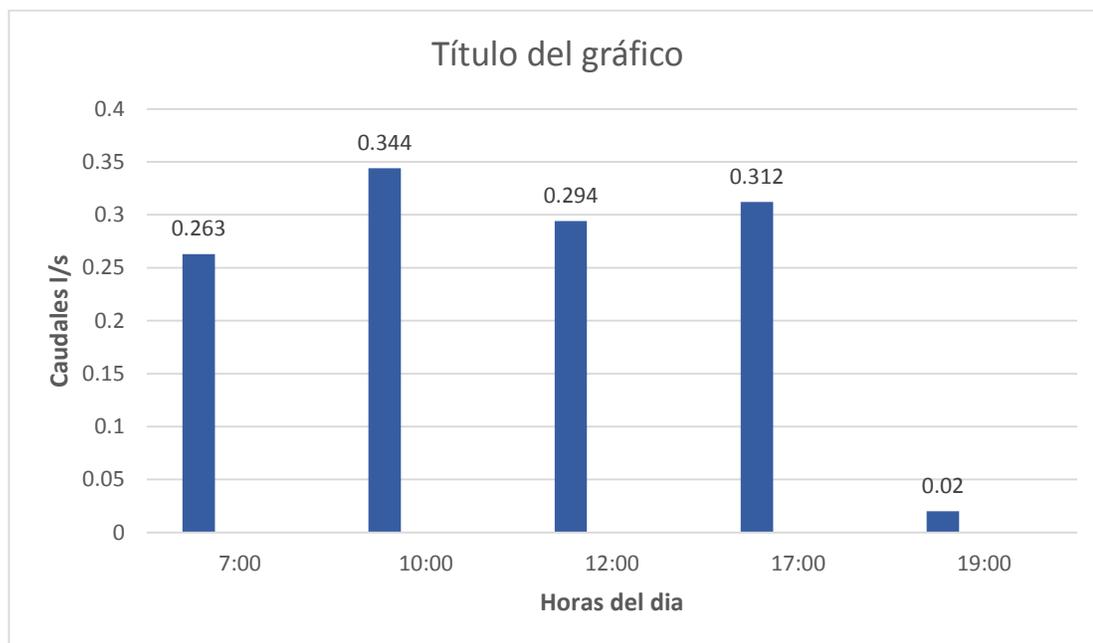
GRÁFICA 5**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MIÉRCOLES**

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al cuadro 6 del día miércoles se tiene un caudal promedio de 0.228 l/s durante el día y las máximas están a las 10:00 y 12:00 con 0.434 y 0.416 l/s, mientras que las mínimas se encuentran entre las 17:00 y 19:00 con un caudal de 0.018 y 0.013 l/s. La diferencia entre las máximas y mínimas de este día es de 0.4 l/s, al igual que el día lunes.

CUADRO 7**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA JUEVES**

N° de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,263	07:00
2	0,344	10:00
3	0,294	12:00
4	0,312	17:00
5	0,020	19:00
Promedio	0,246 l/s	

GRÁFICA 6**CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA JUEVES**

Fuente: Elaboración propia

Con relación al cuadro 7 tenemos la máxima a las 10:00 con un caudal de 0.344 y una mínima a las 19:00 con un caudal de 0.02 l/s, como se puede observar este día existe un caudal reducido en la noche debido a que esa hora ya el mercado se encuentra cerrado sin funcionamiento y las personas ya se encuentran descansando.

La diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.3 l/s y el caudal promedio es de 0.246 l/s

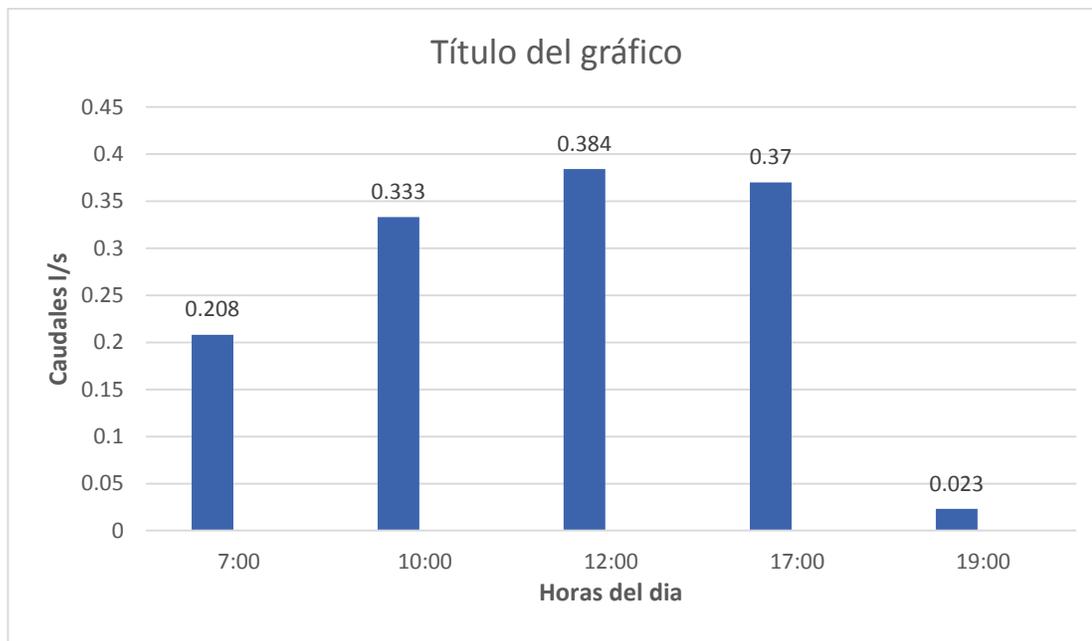
CUADRO 8

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA VIERNES

Nº de Pruebas	Caudal promedio l/s	Hora de Medición
1	0,208	07:00
2	0,333	10:00
3	0,384	12:00
4	0,370	17:00
5	0,023	19:00
Promedio	0,263 l/s	

GRÁFICA 7

CAUDAL MEDIO DE CINCO PRUEBAS MEDIDO EL DÍA VIERNES



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8 del día viernes se tiene un caudal promedio de 0.263 l/s, con una máxima de 0.384 en horas 12:00md y una mínima de 0.023 en la noche a las 19:00.

La diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.3 l/s, como se mencionó anteriormente las mínimas se encuentran en la noche por motivo que el mercado ya se encuentra cerrado con excepción del día domingo.

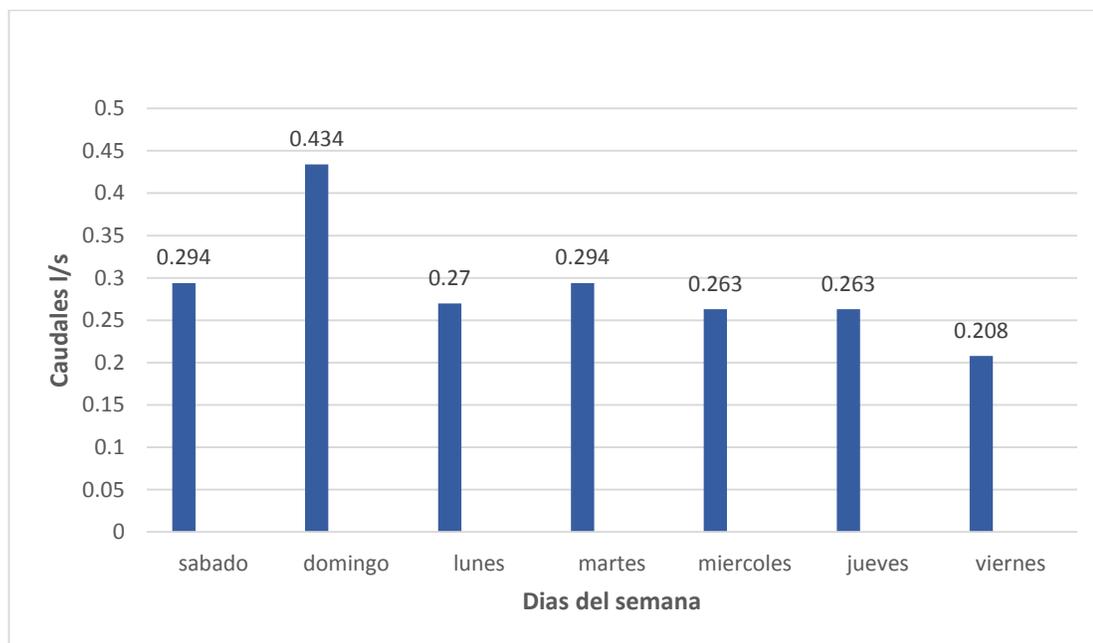
CUADRO 9

CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 7:00am

N°	Caudal medio durante la semana (l/s)	Hora de medición	Días de medición
1	0,294	7:00	Sábado
2	0,434	7:00	Domingo
3	0,270	7:00	Lunes
4	0,294	7:00	Martes
5	0,263	7:00	Miércoles
6	0,263	7:00	Jueves
7	0,208	7:00	Viernes
Promedio	0,289 l/s		

GRÁFICA 8

CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 7:00am



Fuente: Elaboración propia

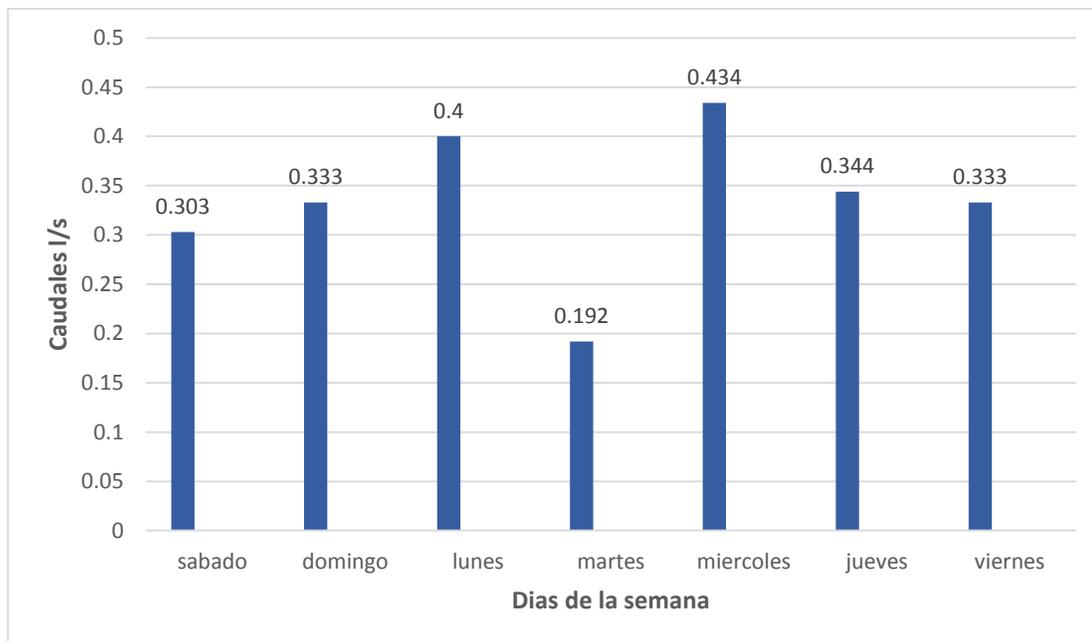
En el cuadro 9 se ha podido notar que la máxima de toda la semana está en el día domingo con un caudal de 0.434 l/s y la mínima se encuentra en el día miércoles y jueves con un caudal de 0.263 l/s tomando en cuenta a horas 07:00, los demás días es constante, con los siguientes datos: 0.294, 0.27, 0.294 y 0.208 l/s los días sábado, lunes, martes y viernes.

Por lo tanto la diferencia entre la máxima y la mínima durante toda la semana a las 07:00 es de 0.2 l/s aproximadamente y un caudal promedio de 0.289 l/s, debido a que las personas recién están concentrándose en sus puestos de venta.

CUADRO 10

CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 10:00am

N°	Caudal medio durante la semana (l/s)	Hora de medición	Días de medición
1	0,303	10:00	Sábado
2	0,333	10:00	Domingo
3	0,400	10:00	Lunes
4	0,192	10:00	Martes
5	0,434	10:00	Miércoles
6	0,344	10:00	Jueves
7	0,333	10:00	Viernes
Promedio	0,334 l/s		

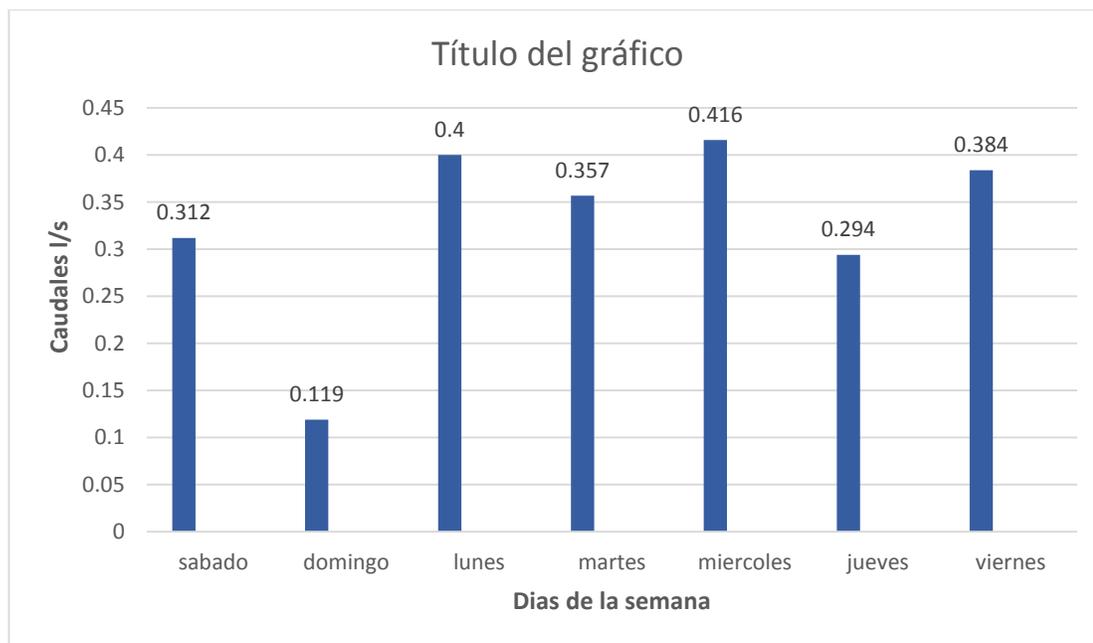
GRÁFICA 9**CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 10:00am**

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 10 de la medición del caudal a horas 10:00 am, la máxima se encuentra en el día miércoles con 0.434 l/s y la mínima de 0.192 l/s del día martes, los demás días de la semana son constante con los siguientes datos: 0.303, 0.4, 0.344 y 0.333, los días sábado, lunes, jueves domingo y viernes los caudales son iguales, el caudal promedio de la semana es de 0.334 l/s.

CUADRO 11**CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 12:00**

N°	Caudal medio durante la semana (l/s)	Hora de medición	Días de medición
1	0,312	12:00	Sábado
2	0,119	12:00	Domingo
3	0,400	12:00	Lunes
4	0,357	12:00	Martes
5	0,416	12:00	Miércoles
6	0,294	12:00	Jueves
7	0,384	12:00	Viernes
Promedio	0,326 l/s		

GRÁFICA 10**CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 12:00**

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11 la medición del caudal a las 12:00 durante la semana se tiene la máxima en el día miércoles con un caudal de 0.416 l/s y la mínima se concentra en el día domingo con 0.119 l/s, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.2 l/s y un caudal promedio de 0.326 l/s.

Los demás días tienen los siguientes datos: 0.312, 0.4, 0.357, 0.294 y 0.384 l/s los cuales corresponden a los días sábado, lunes, martes, jueves y viernes.

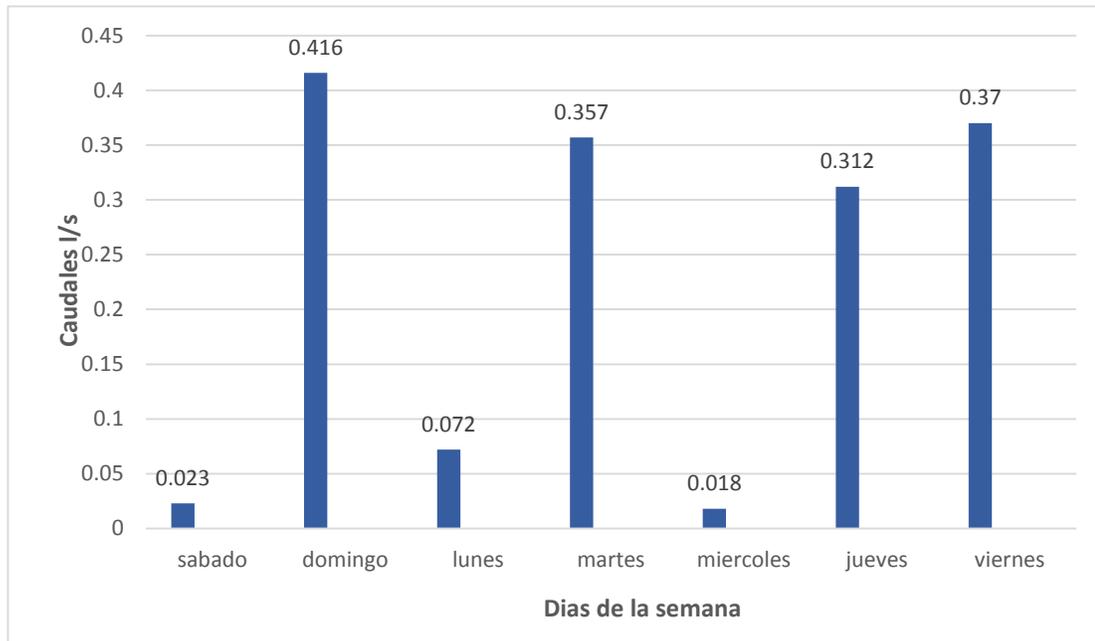
CUADRO 12

CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 17:00

Nº	Caudal medio durante la semana (l/s)	Hora de medición	Días de medición
1	0,023	17:00	Sábado
2	0,416	17:00	Domingo
3	0,072	17:00	Lunes
4	0,357	17:00	Martes
5	0,018	17:00	Miércoles
6	0,312	17:00	Jueves
7	0,370	17:00	Viernes
Promedio	0,224 l/s		

GRÁFICA 11

CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 17:00



Fuente: Elaboración propia

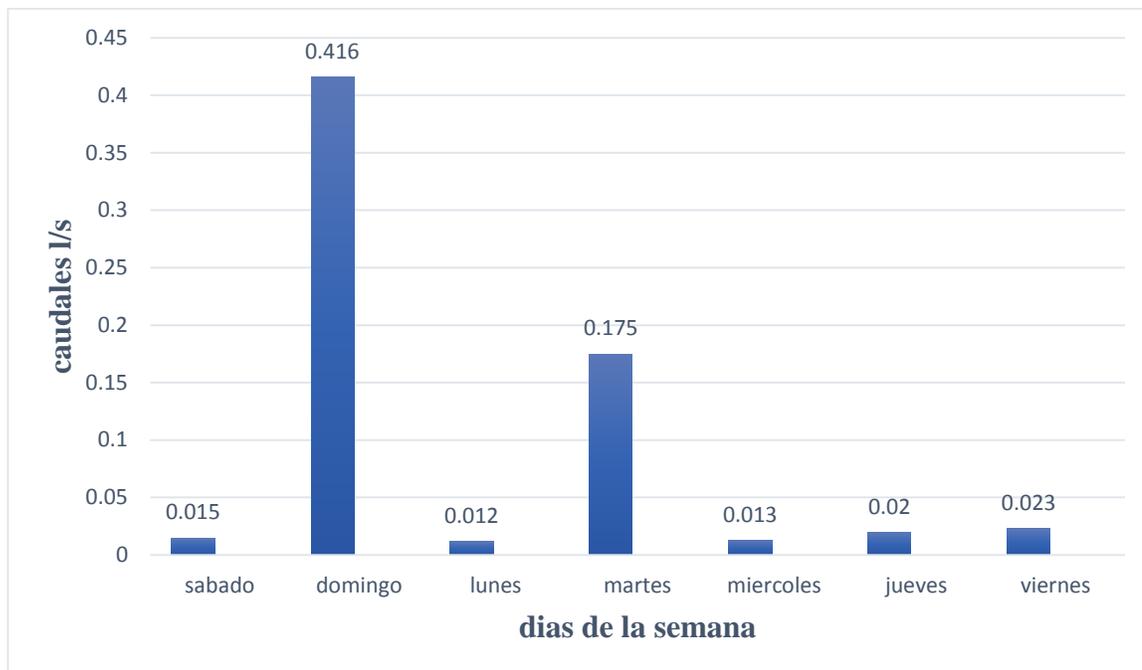
De acuerdo a este cuadro 12 las mediciones de caudales son los siguientes: 0.023, 0.072, 0.357, 0.312 y 0.37 l/s, los cuales corresponden a los días sábado, lunes, martes, jueves y viernes.

La máxima se concentra en el día domingo con un caudal de 0.416 y la mínima en el día miércoles con un caudal de 0.018 l/s, el caudal promedio de toda la semana es de 0.224 l/s.

La diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.3 l/s.

CUADRO 13**CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 19:00**

N°	Caudal medio durante la semana (l/s)	Hora de medición	Días de medición
1	0,015	19:00	Sábado
2	0,416	19:00	Domingo
3	0,012	19:00	Lunes
4	0,175	19:00	Martes
5	0,013	19:00	Miércoles
6	0,020	19:00	Jueves
7	0,023	19:00	Viernes
Promedio	0,096 l/s		

GRÁFICA 12**CAUDAL MEDIO DURANTE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 19:00**

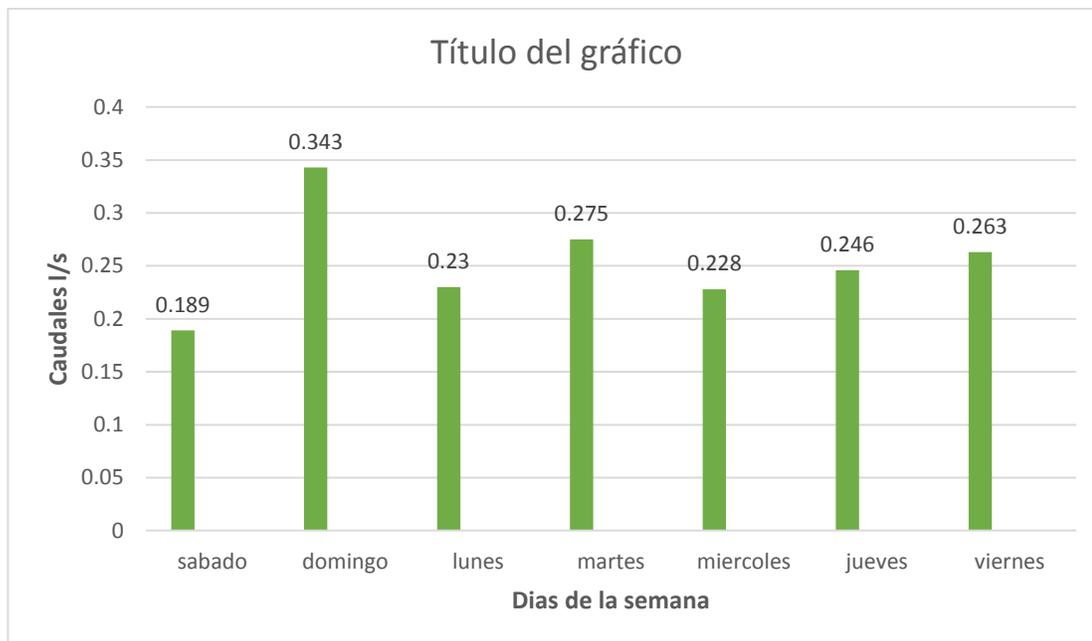
Fuente: Elaboración propia

Con relación al cuadro 13 los caudales medidos a las 19:00 durante toda la semana son los siguientes: 0.015, 0.175, 0.013, 0.02 y 0.023 l/s, los cuales corresponden a los días sábado, martes, miércoles, jueves y viernes. La máxima se concentra en el día domingo y la mínima en el día lunes, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.4 l/s.

El caudal promedio de la semana es de 0.096 l/s, lo cual indica que existe un caudal reducido en la noche debido a que el mercado se encuentra cerrado sin funcionamiento.

CUADRO 14**CAUDAL MEDIO SEMANAL A PARTIR DE LA MEDIAS DIARIAS**

Caudal medio semanal a partir de las medias diarias l/s	días	Promedio semanal l/s
0,189	Sábado	0,253
0,343	Domingo	
0,230	Lunes	
0,275	Martes	
0,228	Miércoles	
0,246	Jueves	
0,263	Viernes	

GRÁFICA 13**CAUDAL MEDIO SEMANAL A PARTIR DE LA MEDIAS DIARIAS**

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 14 nos indica que la máxima de los caudales se concentra en el día domingo con 0.343 l/s como ya mencionamos anteriormente debido a la mayor concentración de las personas que vienen de las comunidades por ser fin de semana y por los festejos de fiesta de la Virgen de Guadalupe, la mínima está en el día sábado con 0.189 l/s.

El caudal promedio semanal se concentra en 0.253 l/s, la diferencia entre la máxima y la mínima es de 0.2 l/s.

3.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

CUADRO 15

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES CRUDAS

MUESTRA N° 1

PARÁMETRO	TÉCNICA	UNIDAD	CANTIDAD
Nitrógeno total	SM 4500-Norg-B	mg/l	26,3
Grasas y aceites	SM 5520-B	mg/l	0,08
Oxígeno disuelto(17,5 °C)	SM4500-O-G	mg/l	0,73
pH (18,0 °C)	SM 4500-H-B	mg/l	6,05
Sólidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	68
Sólidos totales	SM2540-B	mg/l	558
Fuente: CEANID.			
PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
DBO5	Oxímetro	mg/l	83,16
Coliformes totales	Tubos múltiples	NMP/100ml	2,4E+06

Fuente: COSAALT Ltda.

CUADRO 16

PARÁMETROS	LP DIADIA	LP MENSUAL	CUMPLE/NO CUMPLE
Nitrógeno total		10,0	No cumple
Grasas y aceites	10,0		Cumple
Oxígeno disuelto(17,5 °c)	8,31 (**)		No cumple
pH (18,0 °c)	6 a 9		Cumple
Sólidos suspendidos	60,0		No cumple
Sólidos totales		500,0	No cumple
DBO5	80,0		No cumple
Coliformes totales (*)	1000,0		No cumple

En el cuadro 15 y 16 comparamos los resultados de los parámetros con los Límites Permisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica y se pudo observar que de los 8 parámetros que se tomaron 6 se encuentran incumpliendo los límites permisibles los cuales son: Nitrógeno Total, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendedos Solidos Totales, DBO₅ y Coliformes totales.

Datos para calcular el oxígeno disuelto mediante esta fórmula

Fórmula N° 1

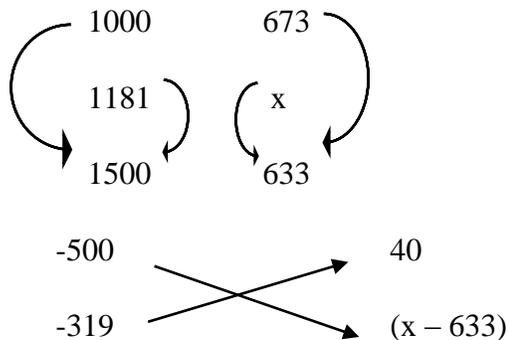
$$OD = \frac{(P - Pv) * 0,678}{35 + T^{\circ}}$$

Datos

$$T^{\circ} = 17,5$$

Altura Entre Ríos = 1181 m.s.n.m

Interpolación para encontrar el valor de Presión (P)



$$-12760 = -500(x-633)$$

$$-12760 = -500x+316500$$

$$-12760 - 316500 = -500x$$

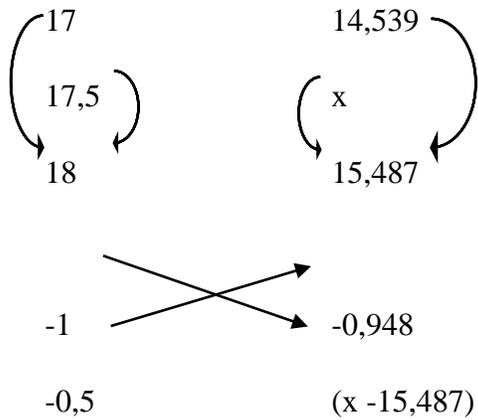
$$-329260 = -500x$$

$$X = \frac{329260}{500}$$

$$X = 658,52$$

$$P = 658,52$$

Interpolación para encontrar el valor de Presión de Vapor (Pv)



$$0,474 = -1(x - 15,487)$$

$$0,474 = -x + 15,487$$

$$0,474 - 15,487 = -x$$

$$-15,013 = -x$$

$$P_v = 15,013$$

Remplazando en la fórmula

$$OD = \frac{(658,52 - 15,013) * 0,678}{35 + 17,5}$$

$$OD = \frac{643,507 * 0,678}{52,5}$$

$$OD = \frac{436,298}{52,5}$$

$$OD = 8,310 \text{ Mg/l}$$

(**) Dato calculado con fórmula de OD, (ver fórmula número 1)

CUADRO 17

MUESTRA N° 2

PARÁMETROS	TÉCNICA	UNIDAD	CANTIDAD
Nitrógeno total	SM 4500-Norg-B	mg/l	29,3
Grasas y aceites	SM5520-B	mg/l	0,09
Oxígeno disuelto(23,1 °C)	SM4500-O-G	mg/l	1,01
pH (24,3 °C)	SM 4500-H-B	mg/l	6,58
Sólidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	125
Sólidos totales	SM2540-B	mg/l	440
Fuente: CEANID			
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
DBO ₅	Oxímetro	mg/l	100,8
Coliformes totales(*)	Tubos múltiples	NMP/100ml	2,4E+07

Fuente: COSAALT Ltda.

CUADRO 18

PARÁMETROS	LP DIARIA	LP MENSUAL	CUMPLE/NO CUMPLE
Nitrógeno total		10,0	No cumple
Grasas y aceites	10,0		cumple
Oxígeno disuelto(23,1°C)	7,44(**)		No cumple
pH (24,3°C)	6 a 9		cumple
Sólidos suspendidos	60,0		No cumple
Sólidos totales		500,0	cumple
DBO5	80,0		No cumple
Coliformes totales(*)	1000,0		No cumple

Se comparó los resultados obtenidos de los laboratorios con los Límites Permisibles en el cuadro 17 y 18 por lo que nos muestra que de los 8 parámetros 5 se encuentran por encima de los límites permisibles los cuales son: Nitrógeno Total, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos, DBO₅ y Coliformes Totales y los parámetros Grasa y Aceites, pH y sólidos Totales se encuentran dentro de los Límites Permisibles.

CUADRO 19**MUESTRA N°3**

PARÁMETROS	TECNICA	UNIDAD	CANTIDAD
Nitrogeno total	SM 4500-Norg-B	mg/l	29,3
Grasas y aceites	SM 5520-B	mg/l	<0,01
Oxígeno disuelto(19,4 °C)	SM4500-O-G	mg/l	1,01
pH (20,8 °C)	SM 4500-H-B	mg/l	7,12
Sólidos suspendidos	SM 2540-D	mg/l	70
Sólidos totales	SM 2540-B	mg/l	360
Fuente: CEANID			
PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
DBO5	Oxímetro	mg/l	67,8
Coliformes totales	Tubos multiples	NMP/100ml	9,3E+06

Fuente: COSAALT Ltda.

CUADRO 20

PARÁMETROS	LP DIARIA	LP MENSUAL	CUMPLE/NO CUMPLE
Nitrogeno total		10,0	No cumple
Grasas y aceites	10,0		Cumple
Oxígeno disuelto(19,4 °C)	7,99(**)		No cumple
pH (20,8 °C)	6 a 9		Cumple
Sólidos suspendidos	60,0		No cumple
Sólidos totales		500,0	Cumple
DBO ₅	80,0		Cumple
Coliformes totales	1000,0		No cumple

Los parámetros que se tomaron en la tercera muestra del cuadro 19 y 20 se encuentran incumpliendo los límites permisibles, de los 8 parámetros el 50% se encuentran dentro de los límites permisibles a diferencia de la dos primeras muestras.

Estos parámetros son: Grasas y Aceites, pH, Sólidos Totales y DBO₅ y los que sobrepasan los límites permisibles son: Nitrogeno Total, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos y Coliformes Totales

CUADRO 21

PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS N°1, N°2 y N°3

PARAMETROS	PROMEDIO	LP DIARIA	LP MENSUAL	CUMPLE/NO CUMPLE
Nitrogeno total	28,3		10,0	No cumple
Grasas y aceites	0,05	10,0		Cumple
Oxígeno disuelto	0,92	7,91(**)		No cumple
pH	6,58	6 a 9		Cumple
Sólidos suspendidos	87,67	60,0		No cumple
Sólidos totales	452,67		500,0	Cumple
DBO ₅	83,92	80,0		No cumple
Coliformes totales(*)	1,19*10 ⁷	1000,0		No cumple

Fuente:elaboracion propia

(*)Estas coliformes totales, corresponde a coliformes fecales.

Los parámetros analizados de las Aguas Residuales del Nuevo Mercado Central, se encuentran incumpliendo la normativa vigente de la Ley 1333 de nuestro País, tal como se muestra en el Cuadro No 21. Siendo, estos parámetros el DBO₅, OD, SS, Nitrógeno total y Coliformes totales, de los cuales el Nitrógeno total, las Coliformes Totales y los SS tienen procedencia orgánica.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ❖ La medición del caudal de las aguas residuales del Nuevo Mercado Central “Entre Ríos”, en el efluente de la tubería de salida a la Quebrada del Badén y posteriormente al Río Pajonal, dio un promedio de 0,253 lt/s,
- ❖ En base al monitoreo realizado, se obtuvieron los siguientes promedios de los parámetros respectivos, siendo éstos los siguientes: (N Total 28.3), (Grasas y Aceites 0.05), (OD 0.92), (pH 6,58), (SS 87,67), (ST 452,67), (DBO₅ 83,92), y (Coliformes Totales $1,19 \cdot 10^7$ NMP/100ml).
- ❖ En base al monitoreo de los parámetros mencionados y comparándolos con los Límites Permisibles del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333 del Medio Ambiente de Bolivia, podemos afirmar que el pH, grasas y aceites y sólidos totales se encuentran dentro de los Límites Permisibles, el BBO₅, el Nitrógeno Total, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos y Coliformes Totales se encuentran por encima de ellos. Por lo que esta agua residual del Nuevo Mercado Central Entre Ríos, tiene una contaminación orgánica por encima de la normativa vigente en Bolivia.
- ❖ Podemos afirmar que nuestra hipótesis planteada es verdadera, ya que estas aguas residuales del Nuevo Mercado Central “Entre Ríos”, se encuentran contaminadas con Materia Orgánica, por encima de la normativa vigente en Bolivia.

4.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Para los nuevos trabajos de investigación se recomienda realizar las mediciones de caudales cada hora del día, durante un periodo mayor de tiempo, para poder analizar las variaciones en distintas épocas del año. Así mismo usar otros métodos y equipos de medición para obtener datos que aporten al estudio de las aguas residuales.
- ❖ Se recomienda a los nuevos trabajos que en el análisis de aguas residuales se tomen más parámetros para la investigación para así tener un mayor conocimiento sobre las aguas residuales.
- ❖ Se recomienda a las vendedoras del Nuevo Mercado Central “Entre Ríos” usar detergentes biodegradables para disminuir grasas, aceites y sólidos totales.
- ❖ Se recomienda a las autoridades competentes implementar una planta de tratamiento para tratar estas aguas residuales, para que así no sean descargadas directamente al cuerpo receptor sin tratamiento.