



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

“DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA”

---

Presentado por el Bachiller:  
Kevin Arnold Ayma Román

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Asesor:  
Ing. Carlos Luna Loayza

CUSCO – PERÚ  
2018





## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado con todo mi cariño y amor a mi madre Celinda Roman, mi familia y amigos de toda una vida escolar y universitaria.

Con una dedicación especial para aquellos que ya no me acompañan, pero significaron mucho en mi vida: a mi abuelita Javiera y a mi profesor Enrique Gutiérrez, caballero Scout del Perú con Palmas de Oro, un amigo y hermano franciscano.



## AGRADECIMIENTO

A mi colegio San Francisco de Asís del Cusco, institución en la que pase 11 años maravillosos de mi vida y que me enseñó que la educación no es solo la obtención de conocimientos, si no que la formación de valores es igual o aún más importante, y siempre hemos de seguir el camino de Paz y Bien.

A la Universidad Andina del Cusco, mi casa de estudios superior, por impartirme la educación en la profesión que escogí; la cual amo y quiero, y por tantas lindas experiencias que pase durante cuatro años espectaculares, llenos de experiencias.

A mi abuelita, mi mamá Javiera, quien ya no me acompaña físicamente, pero sé que desde donde esté mira orgullosa a su pequeño nieto; con todo su cariño incondicional.

A mi madrecita Epifania Celinda Roman Atausupa, quien es la lucha y el cariño hecho mujer, por su apoyo incondicional en todo momento y por quien soy la persona que soy.

A mi padre Washington Nicolas Ayma Coila, quien siempre estuvo ahí viendo que nunca les falte nada a sus hijos y brindándome siempre todo con cariño.



A mis hermanas Shirley Maribel Ayma Roman y Priana Camila Ayma Roman quienes son esas hermanas cariñosas que me brindaron su apoyo y cariño en todo momento.

A mi Asesor Ing. Carlos Luna Loayza por brindarme su apoyo en el desarrollo de este trabajo de investigación, siempre concediéndome los momentos prudentes para el avance adecuado del trabajo.

Al Ing. Álvaro Horacio Flores Boza Gerente de Operación y Mantenimiento de la EPS SEDACUSCO quien cordialmente me apoyo en el avance del trabajo de investigación, siempre con buenos consejos y nuevas ideas para la mejora de la investigación.

A mi madrina Blga. Mariela Paredes Centeno, jefa del laboratorio de la PTAR San Jerónimo – Cusco EPS. SEDACUSCO quien me brindó su apoyo y las facilidades en todo momento.

A mis hermanos franciscanos, esos con los que compartí un aula de clases y mil experiencias

A mis amigas de toda una vida universitaria Mary Cielo Aranibar, Katherine Cueva, Abigail Nayhua y Dayoeth Pereira por siempre brindarme su amistad y apoyo en todo momento.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo la determinación y cálculo de los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria reales presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco ubicado en el distrito de San Jerónimo evaluados en los puntos de ingreso y salida de todo este sistema de tratamiento el cual viene funcionando desde el mes de febrero del año 2014, así como los valores de dos de los parámetros de calidad de agua como son la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los Sólidos Totales en Suspensión para la evaluación de la calidad de agua y el cumplimiento de las normas establecidas en nuestro país según el Ministerio del Ambiente para la evacuación de aguas residuales municipales tratadas.

Para dicha investigación se realizó la medición de caudales in situ, apoyado por la lectura de los medidores automatizados de flujo ultrasónico; el primero realizado en el canal de ingreso y el segundo en el canal Parshall, empleando los conceptos de hidráulica y mecánica de fluidos para el cálculo de los caudales. Mientras que para la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales en Suspensión se realizó la toma de muestras en los puntos planteados según el manual de monitoreo establecido por la Empresa Prestadora de Servicios SEDACUSCO realizando los procedimientos para los cálculos respectivos en el laboratorio acreditado de dicha empresa.



### ABSTRACT

The objective of this research work is to determine and calculate the values of the actual daily and hourly variation coefficients present in the Wastewater Treatment Plant of the city of Cusco located in the district of San Jerónimo, evaluated at the points of entry and exit of all this treatment system which has been in operation since February 2014, as well as the values of two of the water quality parameters such as the Oxygen Biochemical Demand and the Total Solids in Suspension for the water quality assessment and compliance with the standards established in our country according to the Ministry of the Environment for the disposal of municipal wastewater treated.

For this investigation the measurement of in situ steps was carried out, supported by the reading of the automated ultrasonic flow meters; the first carried out in the entrance channel and the second in the Parshall channel, using the concepts of hydraulics and fluid mechanics for the calculation of the flows. While for the measurement of the Biochemical Demand of Oxygen and Total Solids in Suspension, samples were taken at the points indicated according to the monitoring manual established for the Services Provider SEDACUSCO performing the procedures for the calculations in the accredited laboratory of said company.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los principales problemas dentro de nuestro contexto es la falta de información, debido a la carencia de estudios técnicos en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales por lo que hacen muy generales los criterios de diseño de estas infraestructuras, por tal motivo es necesario el conocimiento de valores como los coeficientes de variación diaria, coeficientes de variación horaria y parámetros de calidad del agua, por ello se busca determinar estos coeficientes así como los parámetros de calidad en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco, ya que esta Planta viene operando desde febrero del 2014 y trata el 83% de las aguas servidas de toda la población de la ciudad del Cusco.

La elaboración del presente trabajo de investigación comprende primero de la identificación de la problemática que es el desconocimiento de valores como los coeficientes de variación diaria y horaria en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), seguido del planteamiento de los objetivos que serán netamente la determinación de estos coeficientes así como relaciones de los parámetros de calidad de agua en los puntos de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo, para esto se identifican las variables dependientes e independientes, la toma y recolección de datos se realiza en coordinación con la Gerencia de Operación y Mantenimiento así como la oficina de Aguas Residuales de la E.P.S. SEDACUSCO, los datos registrados se obtienen de los equipos automatizados presentes en la PTAR los cuales brindan registros horarios de los caudales reales, se identifican los puntos donde se requiere las mediciones y de donde se tomaran los datos los cuales han de ser debidamente colocados en los formatos elaborados previamente. Estos datos serán procesados estadísticamente, identificando medidas de tendencia, así como registros extraordinarios, para finalmente poder obtener los valores representativos de los coeficientes de variación diaria y horaria de la PTAR San Jerónimo, así como su relación con la calidad de agua en los puntos de ingreso y salida de la infraestructura. Finalmente se procede a la elaboración de las conclusiones con los valores obtenidos por el estudio realizado.





**ÍNDICE GENERAL**

**DEDICATORIA .....i**

**AGRADECIMIENTO ..... ii**

**RESUMEN.....iv**

**ABSTRACT ..... v**

**INTRODUCCIÓN.....vi**

**CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....1**

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA ..... 1

1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ..... 1

1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA ..... 3

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN..... 4

1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA ..... 4

1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL ..... 5

1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD ..... 6

1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA ..... 7

1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 8

1.3.1. LIMITACIONES DE ORDEN GEOGRÁFICO..... 8

1.3.2. LIMITACIONES DE ESTUDIO ..... 8

1.3.3. LIMITACIONES TÉCNICAS ..... 8

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 9

1.4.1. OBJETIVO GENERAL ..... 9

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 9

**CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....11**

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL..... 11

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL ..... 11



2.1.2.	ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL .....	13
2.2.	BASES TEÓRICO – CIENTÍFICO .....	14
2.2.1.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	14
2.2.2.	TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	14
2.2.3.	OPERACIONES FÍSICAS UNITARIAS .....	30
2.2.4.	CRITERIOS PARA EL DISEÑO .....	33
2.2.5.	COMPOSICIÓN DE LOS CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES.....	34
2.2.6.	ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES .....	35
2.2.7.	VARIACIONES PERIÓDICAS DE LOS CAUDALES .....	39
2.2.8.	PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES .....	40
2.2.9.	CONTEXTO TECNOLÓGICO ESPECÍFICO .....	43
2.3.	HIPÓTESIS .....	63
2.3.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	63
2.3.2.	SUB HIPÓTESIS .....	63
2.4.	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	64
2.4.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	64
2.4.2.	VARIABLES DEPENDIENTES .....	64
2.4.3.	CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	66
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>67</b>
3.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	67
3.1.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	67
3.1.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	67
3.1.3.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	68
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	68
3.2.1.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	68
3.2.2.	DISEÑO DE INGENIERÍA.....	69
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	70



3.3.1. POBLACIÓN ..... 70

3.3.2. MUESTRA..... 70

3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN ..... 71

3.4. INSTRUMENTOS ..... 72

3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 72

3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA..... 77

3.5. PROCEDIMIENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 82

3.5.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE INGRESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 82

3.5.2. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 85

3.5.3. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 88

3.5.4. MEDICIÓN DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 104

3.6. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS ..... 112

3.6.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE INGRESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 112

3.6.2. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 129

3.6.3. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 144

3.6.4. MEDICIÓN DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 171



**CAPITULO IV: RESULTADOS.....181**

4.1. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO ..... 181

4.1.1. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016..... 181

4.1.2. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017..... 185

4.1.3. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016..... 188

4.1.4. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017..... 192

4.2. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 195

4.2.1. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016..... 195

4.2.2. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017..... 211

4.2.3. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016..... 222

4.2.4. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017..... 238

4.3. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO..... 249



4.3.1. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE INGRESO DEL AÑO 2016 ..... 249

4.3.2. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE INGRESO DEL AÑO 2017 ..... 251

4.3.3. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE SALIDA DEL AÑO 2016..... 253

4.3.4. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE SALIDA DEL AÑO 2017 ..... 255

4.3.5. EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA ..... 257

4.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA ..... 259

4.4.1. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO ..... 259

4.4.2. SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN..... 265

4.4.3. RELACION DE PARAMETROS DE CALIDAD CON LOS CAUDALES DE INGRESO Y SALIDA..... 271

**CAPITULO V: DISCUSIÓN .....274**

A. ¿Qué origina que los coeficientes de variación diaria y horaria de ingreso y de salida determinados estén o no dentro de los márgenes establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones?..... 274

B. ¿Cuál es el resultado de la comparación de los valores de los parámetros de calidad de agua evaluados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con respecto a lo indicado por el Ministerio de Ambiente (LMP) Límites Máximos Permisibles? ..... 274

C. ¿Cómo se puede interpretar el porcentaje de remoción de los parámetros de calidad de agua residual de los sedimentadores primarios y filtros percoladores de la PTAR San Jerónimo con respecto a lo indicado en la norma?..... 274

D. ¿Qué condiciones hacen que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales presente caudales Elevados?..... 275

E. ¿Qué observaciones y comentarios se puede hacer del análisis y resultados obtenidos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los Solidos Totales en Suspensión?..... 275



F. ¿De qué forma contribuye el conocimiento de los coeficientes de variación diaria y horaria en los caudales de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales?..... 275

G. ¿Cuál es el resultado de la comparación de los valores obtenidos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los Solidos Totales en Suspensión con respecto a norma Internacionales? ..... 276

H. ¿Por qué se descartan los valores atípicos de los caudales máximos diarios, máximos horarios, en el análisis para la determinación de los coeficientes de variación?..... 276

I. ¿Cómo afecta la variación de caudales en la eficiencia de los procesos unitarios en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y en el valor de los parámetros de calidad de agua vertida al rio Huatanay? ..... 276

J. ¿Cuán importante es el conocimiento de la eficiencia de las unidades de tratamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales? ..... 276

**GLOSARIO .....277**

**CONCLUSIONES .....279**

**RECOMENDACIONES .....282**

**REFERENCIAS .....285**

**CAPITULO VI: ANEXOS .....288**

6.1. ANEXO A-1: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS ..... 288

6.1.1. RECOLECCIÓN DE AGUA RESIDUAL EN PUNTOS DE MUESTREO MES DE NOVIEMBRE DEL 2017 ..... 288

6.1.2. RECOLECCIÓN DE AGUA RESIDUAL EN PUNTOS DE MUESTREO MES DE DICIEMBRE DEL 2017 ..... 289

6.2. ANEXO A-2: RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MES DE DICIEMBRE DEL 2017 ..... 290

6.2.1. MEDICIÓN DE LA DBO DEL PUNTO DE INGRESO (AFLUENTE) Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017) ..... 290

6.2.2. MEDICIÓN DE LA DBO DEL SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017) ..... 291



6.2.3. MEDICIÓN DE LA DBO DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 292

6.2.4. MEDICIÓN DE LA DBO DEL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y DEL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 293

6.2.5. MEDICIÓN DE LA DBO EN LA CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y DEL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°5 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 294

6.2.6. MEDICIÓN DE LA DBO DEL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°5 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 295

6.2.7. MEDICIÓN DE LA DBO DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 296

6.2.8. MEDICIÓN DE LA DBO DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y DEL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 297

6.3. ANEXO A-3: RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE DICIEMBRE DEL 2017 ..... 298

6.3.1. MEDICIÓN DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DESDE EL PUNTO DE INGRESO (AFLUENTE) HASTA LA CÁMARA DE REUNIÓN 7 (CR7) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017)..... 298

6.3.2. MEDICIÓN DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DESDE EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO 1 (FPS1) HASTA EL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017) ..... 299

6.4. ANEXO B-1: PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAUDALES DE INGRESO 300

6.4.1. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (FEBRERO 2016) .... 300



6.4.2.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (MARZO 2016) .....	308
6.4.3.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (ABRIL 2016) .....	316
6.4.4.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (MAYO 2016) .....	324
6.4.5.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (JUNIO 2016).....	332
6.4.6.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (JULIO 2016) .....	340
6.4.7.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (AGOSTO 2016) .....	348
6.4.8.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (SETIEMBRE 2016)	356
6.4.9.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (OCTUBRE 2016)....	364
6.4.10.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (NOVIEMBRE 2016) 372	
6.4.11.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (DICIEMBRE 2016) 380	
6.4.12.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (ENERO 2017) .....	388
6.4.13.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (FEBRERO 2017). 396	
6.4.14.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (MARZO 2017) ....	404
6.4.15.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (ABRIL 2017).....	412
6.4.16.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (SETIEMBRE 2017) 422	
6.4.17.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (OCTUBRE 2017)	430
6.4.18.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES INGRESO (NOVIEMBRE 2017) .	438
6.4.19.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE INGRESO (DICIEMBRE 2017) 446	
6.5.	ANEXO B-2: PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAUDALES DE SALIDA .	456
6.5.1.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (FEBRERO 2016).....	456
6.5.2.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (MARZO 2016).....	464
6.5.3.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (ABRIL 2016).....	472
6.5.4.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (MAYO 2016).....	480
6.5.5.	PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (JUNIO 2016) .....	488





6.5.6. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (JULIO 2016) ..... 496

6.5.7. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (AGOSTO 2016)..... 506

6.5.8. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (SETIEMBRE 2016)... 514

6.5.9. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (OCTUBRE 2016) ..... 522

6.5.10. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (NOVIEMBRE 2016)  
532

6.5.11. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (DICIEMBRE 2016) 540

6.5.12. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (ENERO 2017) ..... 548

6.5.13. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (FEBRERO 2017) ... 556

6.5.14. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (MARZO 2017)..... 564

6.5.15. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (ABRIL 2017) ..... 572

6.5.16. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (SETIEMBRE 2017) 582

6.5.17. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (OCTUBRE 2017)... 590

6.5.18. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (NOVIEMBRE 2017)  
598

6.5.19. PROCESAMIENTO DE CAUDALES DE SALIDA (DICIEMBRE 2017) 606

6.6. ANEXO B-3: PROCESAMIENTO O CALCULO DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO ..... 616

6.6.1. PROCESAMIENTO DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ... 616

6.6.2. DIAGRAMAS Y TABLAS ..... 624

6.6.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA ..... 625

6.7. ANEXO B-4: PROCESAMIENTO O CALCULO DE DATOS DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 626

6.7.1. PROCESAMIENTO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN .... 626

6.7.2. DIAGRAMAS Y TABLAS ..... 628

6.7.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA ..... 629



6.8. ANEXO C-1: MATRIZ DE CONSISTENCIA..... 630

6.9. ANEXO D-1: PLANOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO ..... 632

6.9.1. PLANO – PUNTOS DE MONITOREO..... 632

6.9.2. PLANO – CANAL DE INGRESO VERTEDERO DE DEMASÍAS PLANTA, SECCIONES CONFORME A OBRA..... 632

6.9.3. PLANO – CÁMARA DE REJAS GRUESAS Y FINAS PLANTA Y CORTE CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.4. PLANO – SEDIMENTADOR PRIMARIO SP-1 PLANTA Y CORTES CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.5. PLANO - SEDIMENTADOR PRIMARIO SP-2 Ø26m PLANTA Y CORTES CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.6. PLANO – FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO TÍPICO Ø30m PLANTAS CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.7. PLANO - FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO TÍPICO Ø30m CORTES CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.8. PLANO - FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO TÍPICO Ø22m PLANTAS CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.9. PLANO - FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO TÍPICO Ø22m CORTES CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.10. PLANO – SEDIMENTADOR SECUNDARIO Ø35m PLANTA Y CORTES CONFORME A OBRA ..... 632

6.9.11. PLANO – DESINFECCIÓN CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO PLANTA, CORTES, SECCIÓN ..... 632

6.9.12. PLANO – CANAL DE DESCARGA DE AGUA TRATADA CANALETA PARSHALL PLANTAS – CORTES Y DETALLES CONFORME A OBRA ..... 632



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01:  
 PROCESOS APLICABLES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ..... 15

TABLA N° 02:  
 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA ESTUDIO DEFINITIVO..... 34

TABLA N° 03:  
 VALORES TÍPICOS DE LOS USOS PÚBLICOS DE AGUA EN LOS ESTADOS UNIDOS  
 ..... 36

TABLA N° 04:  
 DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LOS CONSUMOS INTERIORES EN RESIDENCIAS ..... 37

TABLA N° 05:  
 ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES: VALORES TÍPICOS DE LOS CONSUMOS... 37

TABLA N° 06:  
 GASTOS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO  
 DE AGUAS RESIDUALES ..... 40

TABLA N° 07:  
 CRITERIOS PARA DETERMINAR LA DILUCIÓN APROXIMADA DE LA MUESTRA 41

TABLA N° 08:  
 LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE UNA PLANTA DE  
 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ..... 42

TABLA N° 09:  
 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FLUJO SEGÚN EL NUMERO DE REYNOLDS (Re) .. 48

TABLA N° 10:  
 COEFICIENTE “C” DE HAZEN - WILLIAMS ..... 49

TABLA N° 11:  
 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE SECCIONES DE CANAL ..... 56

TABLA N° 12:  
 COEFICIENTE “C” DE CHEZY ..... 58

TABLA N° 13:  
 DIMENSIONES TÍPICAS DE MEDIDORES PARSHALL ..... 60

TABLA N° 14:  
 RANGO DE CAUDALES DE OPERACIÓN EN CANALES PARSHALL ..... 61



TABLA N° 15:  
 VALORES DE EXPONENTE “n” Y COEFICIENTE “K” ..... 62

TABLA N° 16:  
 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES ..... 66

TABLA N° 17:  
 FORMATO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES ..... 72

TABLA N° 18:  
 FORMATO DE MEDICIÓN DE CAUDALES ..... 73

TABLA N° 19:  
 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS (DATOS DE MONITOREO) ..... 74

TABLA N° 20:  
 FORMATO DE MEDICIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO) ..... 75

TABLA N° 21:  
 FORMATO DE MEDICIÓN DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (STS) ..... 76

TABLA N° 22:  
 TIRANTES DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16)  
 ..... 84

TABLA N° 23:  
 TIRANTES DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16)  
 ..... 87

TABLA N° 24:  
 TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN  
 JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (AFLUENTE Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1)..... 96

TABLA N° 25:  
 TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN  
 JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y  
 SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2) ..... 97

TABLA N° 26:  
 TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN  
 JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO  
 PERCOLADOR PRIMARIO N°1)..... 98



TABLA N° 27:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)..... 99

TABLA N° 28:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1)..... 100

TABLA N° 29:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y EN CÁMARA DE REUNIÓN N°5) ..... 101

TABLA N° 30:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y EN EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2)..... 102

TABLA N° 31:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EFLUENTE) .... 103

TABLA N° 32:

TOMA DE DATOS DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°01 (AFLUENTE) MUESTRA N°08 (FPP3)..... 110

TABLA N° 33:

TOMA DE DATOS DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°09 (CR7) MUESTRA N°16 (EFLUENTE)..... 111

TABLA N° 34:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/01/16 – 02/01/16) ..... 119

TABLA N° 35:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16) ..... 120



TABLA N° 36:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/01/16 – 16/01/16) ..... 121

TABLA N° 37:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/01/16 – 23/01/16) ..... 122

TABLA N° 38:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/01/16 – 30/01/16) ..... 123

TABLA N° 39:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/01/16)..... 124

TABLA N° 40:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/01/16 – 02/01/16) ..... 134

TABLA N° 41:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16) ..... 135

TABLA N° 42:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/01/16 – 16/01/16) ..... 136

TABLA N° 43:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/01/16 – 23/01/16) ..... 137

TABLA N° 44:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/01/16 – 30/01/16) ..... 138

TABLA N° 45:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/01/16)..... 139

TABLA N° 46:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (AFLUENTE Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1).... 160



TABLA N° 47:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2)..... 161

TABLA N° 48:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1)..... 162

TABLA N° 49:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)..... 163

TABLA N° 50:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1)..... 164

TABLA N° 51:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y EN CÁMARA DE REUNIÓN N°5) ..... 165

TABLA N° 52:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y EN EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2)..... 166

TABLA N° 53:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EFLUENTE) .... 167

TABLA N° 54:

CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°01 (AFLUENTE) MUESTRA N°08 (FPP3)..... 177



TABLA N° 55:

CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°09 (CR7) MUESTRA N°16 (EFLUENTE)..... 178

TABLA N° 56:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2016 ..... 181

TABLA N° 57:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE MARZO A JUNIO DEL 2016..... 182

TABLA N° 58:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE JULIO A OCTUBRE DEL 2016 ..... 183

TABLA N° 59:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2016 ..... 184

TABLA N° 60:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2017 ..... 185

TABLA N° 61:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE MARZO, ABRIL Y SETIEMBRE DEL 2017 ..... 186

TABLA N° 62:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2017 ..... 187

TABLA N° 63:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2016 ..... 188

TABLA N° 64:

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE MARZO A JUNIO DEL 2016..... 189





TABLA N° 65:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE JULIO A OCTUBRE DEL 2016 ..... 190

TABLA N° 66:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2016 ..... 191

TABLA N° 67:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2017 ..... 192

TABLA N° 68:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE MARZO, ABRIL Y SETIEMBRE DEL 2017 ..... 193

TABLA N° 69:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2017 ..... 194

TABLA N° 70:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A MARZO 2016 ..... 195

TABLA N° 71:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ABRIL A JUNIO 2016 ..... 199

TABLA N° 72:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE JULIO A SETIEMBRE 2016..... 203

TABLA N° 73:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2016 ..... 207

TABLA N° 74:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A MARZO DEL 2017..... 211

TABLA N° 75:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ABRIL, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2017 ..... 215



TABLA N° 76:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE 2017 ..... 219

TABLA N° 77:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE ENERO A MARZO DEL 2016..... 222

TABLA N° 78:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE ABRIL A JUNIO DEL 2016..... 226

TABLA N° 79:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE JULIO A SETIEMBRE DEL 2016..... 230

TABLA N° 80:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2016 ..... 234

TABLA N° 81:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE ENERO A MARZO DEL 2017..... 238

TABLA N° 82:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE ABRIL, SETIEMBRE Y OCTUBRE DEL 2017 ..... 242

TABLA N° 83:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA MES DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2017 ..... 246

TABLA N° 84:  
RESULTADOS: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA (K1) Y HORARIA (K2) DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AÑO 2016 ..... 249

TABLA N° 85:  
RESULTADOS: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA (K1) Y HORARIA (K2) DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AÑO 2017 ..... 251



TABLA N° 86:

RESULTADOS: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA (K1) Y HORARIA (K2) DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AÑO 2016 ..... 253

TABLA N° 87:

RESULTADOS: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA (K1) Y HORARIA (K2) DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL AÑO 2017 ..... 255

TABLA N° 88:

RESULTADOS: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA (K1) Y HORARIA (K2) DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ..... 257

TABLA N° 89:

RESULTADOS: COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA (K1) Y HORARIA (K2) DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ..... 257

TABLA N° 90:

DBO REMOVIDA Y EFICIENCIA DE REMOCIÓN POR UNIDAD DE TRATAMIENTO Y POR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO -CUSCO..... 259

TABLA N° 91:

COMPARACIÓN DE LOS VALORES ESTABLECIDOS EN EL RNE NORMA OS.090 CON RESPECTO A LOS VALORES HALLADOS DE DBO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO..... 263

TABLA N° 92:

COMPARACIÓN DE LA DBO CALCULADO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO CON RESPECTO AL RNE NORMA OS.090 Y NORMAS INTERNACIONALES ..... 264

TABLA N° 93:

STS REMOVIDA Y EFICIENCIA DE REMOCIÓN POR UNIDAD DE TRATAMIENTO Y POR EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO -CUSCO..... 265

TABLA N° 94:

COMPARACIÓN DE LOS VALORES ESTABLECIDOS EN EL RNE NORMA OS.090 CON RESPECTO A LOS VALORES HALLADOS DE STS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO..... 269



TABLA N° 95:

COMPARACIÓN DE LA STS CALCULADO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO CON RESPECTO AL RNE NORMA OS.090 Y NORMAS INTERNACIONALES ..... 270

TABLA N° 96:

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN PUNTOS DE MUESTREO MES DE NOVIEMBRE DEL 2017 ..... 288

TABLA N° 97:

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN PUNTOS DE MUESTREO MES DE DICIEMBRE DEL 2017 ..... 289

TABLA N° 98:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (AFLUENTE Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1)... 290

TABLA N° 99:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2) ..... 291

TABLA N° 100:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1)..... 292

TABLA N° 101:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)..... 293

TABLA N° 102:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1)..... 294

TABLA N° 103:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y CÁMARA DE REUNIÓN N°5) ..... 295



TABLA N° 104:  
TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2)..... 296

TABLA N° 105:  
TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EFLUENTE) .... 297

TABLA N° 106:  
TOMA DE DATOS DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), MUESTRA N°01 (AFLUENTE) MUESTRA N°08 (FPP3)..... 298

TABLA N° 107:  
TOMA DE DATOS DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), MUESTRA N°09 (CR7) MUESTRA N°16 (EFLUENTE)..... 299

TABLA N° 108:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/02/16 – 06/02/16) ..... 300

TABLA N° 109:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (07/02/16 – 13/02/16) ..... 301

TABLA N° 110:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (14/02/16 – 20/02/16) ..... 302

TABLA N° 111:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (21/02/16 – 27/02/16) ..... 303

TABLA N° 112:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (28/02/16 – 29/02/16) ..... 304

TABLA N° 113:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/03/16 – 05/03/16) ..... 308



TABLA N° 114:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/03/16 – 12/03/16) ..... 309

TABLA N° 115:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (13/03/16 – 19/03/16) ..... 310

TABLA N° 116:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (20/03/16 – 26/03/16) ..... 311

TABLA N° 117:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (27/03/16 – 31/03/16) ..... 312

TABLA N° 118:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/04/16 – 02/04/16) ..... 316

TABLA N° 119:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/04/16 – 09/04/16) ..... 317

TABLA N° 120:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/04/16 – 16/04/16) ..... 318

TABLA N° 121:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/04/16 – 23/04/16) ..... 319

TABLA N° 122:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/04/16 – 30/04/16) ..... 320

TABLA N° 123:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/05/16 – 07/05/16) ..... 324

TABLA N° 124:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/05/16 – 14/05/16) ..... 325



TABLA N° 125:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (15/05/16 – 21/05/16) ..... 326

TABLA N° 126:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (22/05/16 – 28/05/16) ..... 327

TABLA N° 127:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (29/05/16 – 31/05/16) ..... 328

TABLA N° 128:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/06/16 – 04/06/16) ..... 332

TABLA N° 129:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/06/16 – 11/06/16) ..... 333

TABLA N° 130:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/06/16 – 18/06/16) ..... 334

TABLA N° 131:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/06/16 – 25/06/16) ..... 335

TABLA N° 132:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/06/16 – 30/06/16) ..... 336

TABLA N° 133:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/07/16 – 02/07/16) ..... 340

TABLA N° 134:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/07/16 – 09/07/16) ..... 341

TABLA N° 135:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/07/16 – 16/07/16) ..... 342



TABLA N° 136:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/07/16 – 23/07/16) ..... 343

TABLA N° 137:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/07/16 – 30/07/16) ..... 344

TABLA N° 138:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/08/16 – 06/08/16) ..... 348

TABLA N° 139:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (07/08/16 – 13/08/16) ..... 349

TABLA N° 140:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (14/08/16 – 20/08/16) ..... 350

TABLA N° 141:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (21/08/16 – 27/08/16) ..... 351

TABLA N° 142:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (28/08/16 – 31/08/16) ..... 352

TABLA N° 143:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/09/16 – 03/09/16) ..... 356

TABLA N° 144:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (04/09/16 – 10/09/16) ..... 357

TABLA N° 145:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (11/09/16 – 17/09/16) ..... 358

TABLA N° 146:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (18/09/16 – 24/09/16) ..... 359





TABLA N° 147:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (25/09/16 – 30/09/16) ..... 360

TABLA N° 148:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (02/10/16 – 08/10/16) ..... 364

TABLA N° 149:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (09/10/16 – 15/10/16) ..... 365

TABLA N° 150:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (16/10/16 – 22/10/16) ..... 366

TABLA N° 151:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (23/10/16 – 29/10/16) ..... 367

TABLA N° 152:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (30/10/16 – 31/10/16) ..... 368

TABLA N° 153:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/11/16 – 05/11/16) ..... 372

TABLA N° 154:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/11/16 – 12/11/16) ..... 373

TABLA N° 155:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (13/11/16 – 19/11/16) ..... 374

TABLA N° 156:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (20/11/16 – 26/11/16) ..... 375

TABLA N° 157:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (27/11/16 – 30/11/16) ..... 376



TABLA N° 158:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/12/16 – 03/12/16) ..... 380

TABLA N° 159:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (04/12/16 – 10/12/16) ..... 381

TABLA N° 160:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (11/12/16 – 17/12/16) ..... 382

TABLA N° 161:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (18/12/16 – 24/12/16) ..... 383

TABLA N° 162:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (25/12/16 – 31/12/16) ..... 384

TABLA N° 163:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/01/17 – 07/01/17) ..... 388

TABLA N° 164:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/01/17 – 14/01/17) ..... 389

TABLA N° 165:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (15/01/17 – 21/01/17) ..... 390

TABLA N° 166:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (22/01/17 – 28/01/17) ..... 391

TABLA N° 167:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (29/01/17 – 31/01/17) ..... 392

TABLA N° 168:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/02/17 – 04/02/17) ..... 396



TABLA N° 169:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/02/17 – 11/02/17) ..... 397

TABLA N° 170:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/02/17 – 18/02/17) ..... 398

TABLA N° 171:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/02/17 – 25/02/17) ..... 399

TABLA N° 172:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/02/17 – 28/02/17) ..... 400

TABLA N° 173:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/03/17 – 04/03/17) ..... 404

TABLA N° 174:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/03/17 – 11/03/17) ..... 405

TABLA N° 175:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/03/17 – 18/03/17) ..... 406

TABLA N° 176:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/03/17 – 25/03/17) ..... 407

TABLA N° 177:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/03/17 – 31/03/17) ..... 408

TABLA N° 178:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/04/17)..... 412

TABLA N° 179:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (02/04/17 – 08/04/17) ..... 413



TABLA N° 180:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (09/04/17 – 15/04/17)  
..... 414

TABLA N° 181:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (16/04/17 – 22/04/17)  
..... 415

TABLA N° 182:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (23/04/17 – 29/04/17)  
..... 416

TABLA N° 183:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (30/04/17)..... 417

TABLA N° 184:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/09/17 – 02/09/17)  
..... 422

TABLA N° 185:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/09/17 – 09/09/17)  
..... 423

TABLA N° 186:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/09/17 – 16/09/17)  
..... 424

TABLA N° 187:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/09/17 – 23/09/17)  
..... 425

TABLA N° 188:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/09/17 – 30/09/17)  
..... 426

TABLA N° 189:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/10/17 – 07/12/17)  
..... 430

TABLA N° 190:  
CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/10/17 – 14/12/17)  
..... 431



TABLA N° 191:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (15/10/17 – 21/12/17) ..... 432

TABLA N° 192:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (22/10/17 – 28/12/17) ..... 433

TABLA N° 193:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (29/10/17 – 31/12/17) ..... 434

TABLA N° 194:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/11/17 – 04/11/17) ..... 438

TABLA N° 195:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/11/17 – 11/11/17) ..... 439

TABLA N° 196:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/11/17 – 18/11/17) ..... 440

TABLA N° 197:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/11/17 – 25/11/17) ..... 441

TABLA N° 198:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/11/17 – 30/11/17) ..... 442

TABLA N° 199:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/12/17 – 02/12/17) ..... 446

TABLA N° 200:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/12/17 – 09/12/17) ..... 447

TABLA N° 201:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/12/17 – 16/12/17) ..... 448



TABLA N° 203:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/12/17 – 23/12/17) ..... 449

TABLA N° 204:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/12/17 – 30/12/17) ..... 450

TABLA N° 205:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/12/17)..... 451

TABLA N° 206:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/02/16 - 06/02/16) ..... 456

TABLA N° 207:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (07/02/16 - 13/02/16) ..... 457

TABLA N° 208:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (14/02/16 - 20/02/16) ..... 458

TABLA N° 209:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (21/02/16 - 27/02/16) ..... 459

TABLA N° 210:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (28/02/16 - 29/02/16) ..... 460

TABLA N° 211:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/03/16 - 05/03/16) ..... 464

TABLA N° 212:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/03/16 - 12/03/16) ..... 465

TABLA N° 213:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (13/03/16 - 19/03/16) ..... 466



TABLA N° 214:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (20/03/16 - 26/03/16) ..... 467

TABLA N° 215:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (27/03/16 - 31/03/16) ..... 468

TABLA N° 216:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/04/16 - 02/04/16) ..... 472

TABLA N° 217:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/04/16 - 09/04/16) ..... 473

TABLA N° 218:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/04/16 - 16/04/16) ..... 474

TABLA N° 219:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/04/16 - 23/04/16) ..... 475

TABLA N° 220:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/04/16 - 30/04/16) ..... 476

TABLA N° 221:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/05/16 - 07/05/16) ..... 480

TABLA N° 222:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/05/16 - 14/05/16) ..... 481

TABLA N° 223:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (15/05/16 - 21/05/16) ..... 482

TABLA N° 224:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (22/05/16 - 28/05/16) ..... 483



TABLA N° 225:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (29/05/16 - 31/05/16) ..... 484

TABLA N° 226:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/06/16 - 04/06/16) ..... 488

TABLA N° 227:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/06/16 - 11/06/16) ..... 489

TABLA N° 228:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/06/16 - 18/06/16) ..... 490

TABLA N° 229:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/06/16 - 25/06/16) ..... 491

TABLA N° 230:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/06/16 - 30/06/16) ..... 492

TABLA N° 231:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/07/16 - 02/07/16) ..... 496

TABLA N° 232:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/07/16 - 09/07/16) ..... 497

TABLA N° 233:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/07/16 - 16/07/16) ..... 498

TABLA N° 234:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/07/16 - 23/07/16) ..... 499

TABLA N° 235:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/07/16 - 30/07/16) ..... 500





TABLA N° 236:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/07/16)..... 501

TABLA N° 237:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/08/16 - 06/08/16) ..... 506

TABLA N° 238:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (07/08/16 - 13/08/16) ..... 507

TABLA N° 239:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (14/08/16 - 20/08/16) ..... 508

TABLA N° 240:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (21/08/16 - 27/08/16) ..... 509

TABLA N° 241:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (28/08/16 - 31/08/16) ..... 510

TABLA N° 242:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/09/16 - 03/09/16) ..... 514

TABLA N° 243:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (04/09/16 - 10/09/16) ..... 515

TABLA N° 244:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (11/09/16 - 17/09/16) ..... 516

TABLA N° 245:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (18/09/16 - 24/09/16) ..... 517

TABLA N° 246:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (25/09/16 - 30/09/16) ..... 518



TABLA N° 247:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/10/16)..... 522

TABLA N° 248:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (02/10/16 - 08/10/16)  
..... 523

TABLA N° 249:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (09/10/16 - 15/10/16)  
..... 524

TABLA N° 250:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (16/10/16 - 22/10/16)  
..... 525

TABLA N° 251:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (23/10/16 - 29/10/16)  
..... 526

TABLA N° 252:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (30/10/16 - 31/10/16)  
..... 527

TABLA N° 253:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/11/16 - 05/11/16)  
..... 532

TABLA N° 254:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/11/16 - 12/11/16)  
..... 533

TABLA N° 255:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (13/11/16 - 19/11/16)  
..... 534

TABLA N° 256:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (20/11/16 - 26/11/16)  
..... 535

TABLA N° 257:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (27/11/16 - 30/11/16)  
..... 536



TABLA N° 258:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/12/16 - 03/12/16) ..... 540

TABLA N° 259:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (04/12/16 - 10/12/16) ..... 541

TABLA N° 260:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (11/12/16 - 17/12/16) ..... 542

TABLA N° 261:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (18/12/16 - 24/12/16) ..... 543

TABLA N° 262:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (25/12/16 - 31/12/16) ..... 544

TABLA N° 263:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/01/17 - 07/01/17) ..... 548

TABLA N° 264:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/01/17 - 14/01/17) ..... 549

TABLA N° 265:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (15/01/17 - 21/01/17) ..... 550

TABLA N° 266:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (22/01/17 - 28/01/17) ..... 551

TABLA N° 267:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (29/01/17 - 31/01/17) ..... 552

TABLA N° 268:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/02/17 - 04/02/17) ..... 556



TABLA N° 269:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/02/17 - 11/02/17) ..... 557

TABLA N° 270:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/02/17 - 18/02/17) ..... 558

TABLA N° 271:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/02/17 - 25/02/17) ..... 559

TABLA N° 272:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/02/17 - 28/02/17) ..... 560

TABLA N° 273:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/03/17 - 04/03/17) ..... 564

TABLA N° 274:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/03/17 - 11/03/17) ..... 565

TABLA N° 275:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/03/17 - 18/03/17) ..... 566

TABLA N° 276:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/03/17 - 25/03/17) ..... 567

TABLA N° 277:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/03/17 - 31/03/17) ..... 568

TABLA N° 278:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/04/17)..... 572

TABLA N° 279:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (02/04/17 - 08/04/17) ..... 573



TABLA N° 280:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (09/04/17 - 15/04/17)  
..... 574

TABLA N° 281:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (16/04/17 - 22/04/17)  
..... 575

TABLA N° 282:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (23/04/17 - 29/04/17)  
..... 576

TABLA N° 283:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (30/04/17)..... 577

TABLA N° 284:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/09/17 - 02/09/17)  
..... 582

TABLA N° 285:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/09/17 - 09/09/17)  
..... 583

TABLA N° 286:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/09/17 - 16/09/17)  
..... 584

TABLA N° 287:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/09/17 - 23/09/17)  
..... 585

TABLA N° 288:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/09/17 - 30/09/17)  
..... 586

TABLA N° 289:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/10/17 - 07/10/17)  
..... 590

TABLA N° 290:  
CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/10/17 - 14/10/17)  
..... 591



TABLA N° 291:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (15/10/17 - 21/10/17) ..... 592

TABLA N° 292:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (22/10/17 - 28/10/17) ..... 593

TABLA N° 293:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (29/10/17 - 31/10/17) ..... 594

TABLA N° 294:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/11/17 - 04/11/17) ..... 598

TABLA N° 295:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (05/11/17 - 11/11/17) ..... 599

TABLA N° 296:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (12/11/17 - 18/11/17) ..... 600

TABLA N° 297:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (19/11/17 - 25/11/17) ..... 601

TABLA N° 298:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (26/11/17 - 30/11/17) ..... 602

TABLA N° 299:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/12/17 - 02/12/17) ..... 606

TABLA N° 300:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/12/17 - 09/12/17) ..... 607

TABLA N° 301:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/12/17 - 16/12/17) ..... 608



TABLA N° 302:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/12/17 - 23/12/17) ..... 609

TABLA N° 303:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/12/17 - 30/12/17) ..... 610

TABLA N° 304:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/12/17)..... 611

TABLA N° 305:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (AFLUENTE Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1).... 616

TABLA N° 306:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2)..... 617

TABLA N° 307:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1)..... 618

TABLA N° 308:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)..... 619

TABLA N° 309:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1)..... 620

TABLA N° 310:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y CÁMARA DE REUNIÓN N°5) ..... 621



TABLA N° 311:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2)..... 622

TABLA N° 312:

CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EFLUENTE) .... 623

TABLA N° 313:

CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), MUESTRA N°01 (AFLUENTE) MUESTRA N°08 (FPP3)..... 626

TABLA N° 314:

CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (06/12/2017), MUESTRA N°09 (CR7) MUESTRA N°16 (EFLUENTE)..... 627

TABLA N° 315:

MATRIZ DE CONSISTENCIA (PARTE I)..... 630

TABLA N° 316:..... 631

MATRIZ DE CONSISTENCIA (PARTE II)





**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA N°01:  
VISTA SATELITAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SAN JERÓNIMO – CUSCO ..... 1

FIGURA N°02:  
COORDENADAS UTM DE PUNTOS DE MONITOREO DE LA PTAR-SAN JERÓNIMO2

FIGURA N°03:  
FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO 1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SAN JERÓNIMO - CUSCO..... 3

FIGURA N°04:  
TESISTA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 5

FIGURA N°05:  
SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SAN JERÓNIMO - CUSCO..... 6

FIGURA N°06:  
EVACUACIÓN DE AGUAS TRATADAS AL RIO HUATANAY ..... 7

FIGURA N°07:  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO 14

FIGURA N°08:  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ..... 16

FIGURA N°09:  
DIAGRAMA DE LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDOS Y GASES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO..... 17

FIGURA N°10:  
TESISTA EN EL CANAL DE INGRESO DE LAS AGUAS RESIDUALES A LA PTAR SAN JERÓNIMO..... 18

FIGURA N°11:  
DIAGRAMAS DE FLUJOS TÍPICOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INCORPORANDO HOMOGENEIZACIÓN DE CAUDALES..... 19



FIGURA N°12:  
TANQUE SÉPTICO ..... 21

FIGURA N°13:  
TANQUE IMHOFF ..... 22

FIGURA N°14:  
ESQUEMA DE LOS TIPOS DE LAGUNAS ..... 23

FIGURA N°15:  
SEDIMENTADOR PRIMARIO N°02 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO ..... 24

FIGURA N°16:  
REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO, EN UN SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS ..... 25

FIGURA N°17:  
PLANTAS DE TRATAMIENTO CON BIODISCOS ..... 25

FIGURA N°18:  
ESQUEMA DE UN FILTRO PERCOLADOR..... 26

FIGURA N°19:  
FILTROS PERCOLADORES PRIMARIOS DE LA PTAR SAN JERÓNIMO - CUSCO.... 27

FIGURA N°20:  
FILTROS PERCOLADORES SECUNDARIOS DE LA PTAR SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 27

FIGURA N°21:  
DIBUJO ESQUEMÁTICO DE UN REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE ..... 28

FIGURA N°22:  
ESQUEMA DE REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES..... 29

FIGURA N°23:  
SALA DE CLORACIÓN Y CONTENEDORES DE CLORO ..... 30

FIGURA N°24:  
ZONA DE PRETRATAMIENTO ..... 31

FIGURA N°25:  
ESQUEMA DE SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO: SIN RECIRCULACIÓN ..... 32



FIGURA N°26:  
 ESQUEMA DE SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO: CON RECIRCULACIÓN ..... 33

FIGURA N°27:  
 COMPARACIÓN DE FLUJO EN TUBERÍAS Y FLUJO EN CANALES ABIERTOS ..... 44

FIGURA N°28:  
 FLUJO DE FLUIDOS EN TUBERÍAS ..... 47

FIGURA N°29:  
 FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO EN TUBERÍAS ..... 48

FIGURA N°30:  
 DIAGRAMA DE MOODY ..... 51

FIGURA N°31:  
 TESISTA REALIZANDO MEDICIONES EN EL CANAL DE INGRESO DE LA PTAR.. 52

FIGURA N°32:  
 FLUJO GRADUALMENTE VARIADO Y FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO ..... 53

FIGURA N°33:  
 CLASIFICACIÓN DE CANALES ABIERTOS: Canales Naturales ..... 54

FIGURA N°34:  
 CLASIFICACIÓN DE CANALES ABIERTOS: Canales Artificiales ..... 54

FIGURA N°35:  
 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL .... 57

FIGURA N°36:  
 MOVIMIENTO EN CANALES ABIERTOS ..... 59

FIGURA N°37:  
 DIMENSIONES DEL MEDIDOR PARSHALL..... 60

FIGURA N°38:  
 FLUJOGRAMA SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE COEFICIENTES Y PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL ..... 69

FIGURA N°39:  
 MEDIDOR AUTOMATIZADO DE CAUDALES (AFLUENTE Y EFLUENTE)..... 77

FIGURA N°40:  
 COMPUTADOR, PROCESADOR DE DATOS ..... 77



FIGURA N°41:  
 BURETA DIGITAL: TIOSULFATO DE SODIO ..... 78

FIGURA N°42:  
 INCUBADORA ..... 78

FIGURA N°43:  
 EQUIPO DE FILTRACIÓN AL VACÍO ..... 79

FIGURA N°44:  
 DESECADOR..... 79

FIGURA N°45:  
 HORNO..... 80

FIGURA N°46:  
 BALANZA ANALÍTICA ..... 80

FIGURA N°47:  
 AGITADOR MAGNÉTICO ..... 81

FIGURA N°48:  
 DIFUSOR..... 81

FIGURA N°49:  
 BACHILLER KEVIN AYMA ROMAN REALIZANDO LA VISITA DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO DE LA PTAR..... 82

FIGURA N°50:  
 CANAL DE INGRESO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO..... 83

FIGURA N°51:  
 INTERFACE DE SCADA PARA LA RECOLECCIÓN DE CAUDALES ..... 83

FIGURA N°52:  
 CANAL PARSHALL - AGUAS RESIDUALES EVACUADAS AL RIO HUATANAY DE LA CIUDAD DEL CUSCO ..... 85

FIGURA N°53:  
 CANAL PARSHALL DE SALIDA DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO..... 86

FIGURA N°54:  
 TESISTA EN EL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO ..... 86



FIGURA N°55:  
MUESTRAS EN BOTELLAS DE POLIPROPILENO PARA EVALUACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO ..... 89

FIGURA N°56:  
GARRAFA CON AGUA DESTILADA AIREÁNDOSE..... 90

FIGURA N°57:  
BUFFER FOSFATO, SULFATO DE MAGNESIO, CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE HIERRO (III) ..... 90

FIGURA N°58:  
CAPSULA DE POLISIT INOCULO BACTERICINO VACIADO EN EL VASO DE PRECIPITADO ..... 91

FIGURA N°59:  
ADICIÓN DE AGUA DE DILUCIÓN AL CONTENIDO DE LA CAPSULA POLISIT ..... 91

FIGURA N°60:  
INOCULO COLOCADO EN AGITADOR MAGNÉTICO JUNTO CON EL DIFUSOR .... 92

FIGURA N°61:  
FRASCOS WINKLER..... 92

FIGURA N°62:  
ADICIÓN DE ACIDO SULFÚRICO CONCENTRADO..... 93

FIGURA N°63:  
ADICIÓN DE ACIDO SULFÚRICO CONCENTRADO..... 93

FIGURA N°64:  
MUESTRAS TITULADAS PARA LA LECTURA DE OXIGENO DISUELTO INICIAL.. 94

FIGURA N°65:  
MUESTRAS COLOCADAS EN LA INCUBADORA POR 5 DÍAS ± 6 HORAS A 20 ± 1°C ..... 94

FIGURA N°66:  
MUESTRAS DESPUÉS DE 5 DÍAS ± 6 HORAS A 20 ± 1°C ..... 95

FIGURA N°67:  
LECTURA DEL OXIGENO DISUELTO FINAL ..... 95

FIGURA N°68:  
RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA STS..... 104



FIGURA N°69:  
 FILTROS COLOCADOS SOBRE EL SOPORTE (EQUIPO DE FILTRACIÓN) ..... 105

FIGURA N°70:  
 FILTROS ENUMERADOS DE FORMA CONSECUTIVA ..... 105

FIGURA N°71:  
 FILTROS SECADAS AL VACÍO ..... 106

FIGURA N°72:  
 COLOCACIÓN DE LAS CAPSULAS DE ALUMINIO JUNTO CON LOS FILTROS DENTRO DEL HORNO A 105°C ..... 106

FIGURA N°73:  
 FILTROS COLOCADOS EN EL DESECADOR ..... 107

FIGURA N°74:  
 MUESTRAS SECADAS AL VACÍO ..... 108

FIGURA N°75:  
 CAPSULAS DE ALUMINIO JUNTO CON LOS FILTROS DESPUÉS DEL PROCESO DE FILTRACIÓN AL VACÍO ..... 108

FIGURA N°76:  
 TESISISTA EN EL CUARTO DE PESADO Y SECADO ..... 109

FIGURA N°77:  
 SECCIÓN RECTANGULAR PARA DISEÑO DE CANALES ..... 112

FIGURA N°78:  
 SECCIÓN RECTANGULAR DEL CANAL DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO..... 114

FIGURA N°79:  
 VISTA EN PLANTA DEL CANAL DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 114

FIGURA N°80:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (01/01/16 – 02/01/16)..... 125

FIGURA N°81:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (03/01/16 – 09/01/16)..... 125



FIGURA N°82:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (10/01/16 – 16/01/16)..... 126

FIGURA N°83:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (17/01/16 – 23/01/16)..... 126

FIGURA N°84:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (24/01/16 – 30/01/16)..... 127

FIGURA N°85:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (31/01/16) ..... 127

FIGURA N°86:  
 VISTA EN PLANTA DEL CANAL DE SALIDA (CANAL PARSHALL) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 129

FIGURA N°87:  
 VISTA EN SECCIÓN DEL CANAL DE SALIDA (CANAL PARSHALL) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO ..... 130

FIGURA N°88:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (01/01/16 – 02/01/16)..... 140

FIGURA N°89:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (03/01/16 – 09/01/16)..... 140

FIGURA N°90:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (10/01/16 – 16/01/16)..... 141

FIGURA N°91:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (17/01/16 – 23/01/16)..... 141

FIGURA N°92:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (24/01/16 – 30/01/16)..... 142



FIGURA N°93:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (31/01/16) ..... 142

FIGURA N°94:  
 DIAGRAMA DE BARRA, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Afluyente al FPP3 (08/11/2017) ..... 168

FIGURA N°95:  
 DIAGRAMA DE BARRA, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: CR7 al Efluente (08/11/2017) ..... 168

FIGURA N°96:  
 DIAGRAMA DE BARRA, COMPARACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Resultados Obtenidos y Resultados de Laboratorio Acreditado (08/11/2017) ..... 169

FIGURA N°97:  
 DIAGRAMA DE BARRA, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Afluyente al FPP3 (08/11/2017) ..... 179

FIGURA N°98:  
 DIAGRAMA DE BARRA, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: CR7 al Efluente (08/11/2017) ..... 179

FIGURA N°99:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO 2016) ..... 196

FIGURA N°100:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO ENERO 2016 ..... 196

FIGURA N°101:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (FEBRERO 2016) ..... 197

FIGURA N°102:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO FEBRERO 2016 ..... 197

FIGURA N°103:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MARZO 2016) ..... 198





FIGURA N°104:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO MARZO 2016..... 198

FIGURA N°105:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ABRIL 2016) ..... 200

FIGURA N°106:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO ABRIL 2016 ..... 200

FIGURA N°107:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MAYO 2016) ..... 201

FIGURA N°108:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO MAYO 2016 ..... 201

FIGURA N°109:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JUNIO 2016)..... 202

FIGURA N°110:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO JUNIO 2016..... 202

FIGURA N°111:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JULIO 2016) ..... 204

FIGURA N°112:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO JULIO 2016 ..... 204

FIGURA N°113:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (AGOSTO 2016) ..... 205

FIGURA N°114:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO AGOSTO 2016..... 205

FIGURA N°115:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE 2016) ..... 206

FIGURA N°116:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO SETIEMBRE 2016..... 206



FIGURA N°117:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (OCTUBRE 2016)..... 208

FIGURA N°118:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO OCTUBRE 2016..... 208

FIGURA N°119:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2016)..... 209

FIGURA N°120:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO NOVIEMBRE 2016 ..... 209

FIGURA N°121:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2016) ..... 210

FIGURA N°122:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO DICIEMBRE 2016 ..... 210

FIGURA N°123:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO 2017) ..... 212

FIGURA N°124:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO ENERO 2017 ..... 212

FIGURA N°125:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (FEBRERO 2017) ..... 213

FIGURA N°126:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO FEBRERO 2017 ..... 213

FIGURA N°127:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MARZO 2017) ..... 214

FIGURA N°128:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO MARZO 2017..... 214

FIGURA N°129:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ABRIL 2017) ..... 216



FIGURA N°130:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO ABRIL 2017 ..... 216

FIGURA N°131:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE 2017) ..... 217

FIGURA N°132:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO SETIEMBRE 2017 ..... 217

FIGURA N°133:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (OCTUBRE 2017)..... 218

FIGURA N°134:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO OCTUBRE 2017..... 218

FIGURA N°135:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)..... 220

FIGURA N°136:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO NOVIEMBRE 2017 ..... 220

FIGURA N°137:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017) ..... 221

FIGURA N°138:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO DICIEMBRE 2017 ..... 221

FIGURA N°139:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO 2016)..... 223

FIGURA N°140:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA ENERO 2016..... 223

FIGURA N°141:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (FEBRERO 2016)..... 224

FIGURA N°142:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA FEBRERO 2016..... 224



FIGURA N°143:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MARZO 2016)..... 225

FIGURA N°144:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA MARZO 2016 ..... 225

FIGURA N°145:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ABRIL 2016)..... 227

FIGURA N°146:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA ABRIL 2016..... 227

FIGURA N°147:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MAYO 2016)..... 228

FIGURA N°148:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA MAYO 2016..... 228

FIGURA N°149:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JUNIO 2016)..... 229

FIGURA N°150:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA JUNIO 2016 ..... 229

FIGURA N°151:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JULIO 2016) ..... 231

FIGURA N°152:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA JULIO 2016..... 231

FIGURA N°153:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (AGOSTO 2016)..... 232

FIGURA N°154:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA AGOSTO 2016..... 232

FIGURA N°155:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE 2016)..... 233



FIGURA N°156:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA SETIEMBRE 2016..... 233

FIGURA N°157:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (OCTUBRE 2016) ..... 235

FIGURA N°158:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA OCTUBRE 2016 ..... 235

FIGURA N°159: ..... 236  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2016) ..... 236

FIGURA N°160:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA NOVIEMBRE 2016 ..... 236

FIGURA N°161:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2016)..... 237

FIGURA N°162:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA DICIEMBRE 2016..... 237

FIGURA N°163:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO 2017)..... 239

FIGURA N°164:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA ENERO 2017..... 239

FIGURA N°165:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (FEBRERO 2017) ..... 240

FIGURA N°166:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA FEBRERO 2017 ..... 240

FIGURA N°167:  
 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MARZO 2017)..... 241

FIGURA N°168:  
 GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA MARZO 2017 ..... 241



FIGURA N°169:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ABRIL 2017) ..... 243

FIGURA N°170:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA ABRIL 2017 ..... 243

FIGURA N°171:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE 2017)..... 244

FIGURA N°172:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA SETIEMBRE 2017 ..... 244

FIGURA N°173:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (OCTUBRE 2017) ..... 245

FIGURA N°174:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA OCTUBRE 2017 ..... 245

FIGURA N°175:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017) ..... 247

FIGURA N°176:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA NOVIEMBRE 2017 ..... 247

FIGURA N°177:  
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE SALIDA EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2017) ..... 248

FIGURA N°178:  
GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE SALIDA DICIEMBRE 2017 ..... 248

FIGURA N°179:  
COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE INGRESO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO A JUNIO DEL 2016)..... 250

FIGURA N°180:  
COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE INGRESO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JULIO A DICIEMBRE DEL 2016)..... 250



FIGURA N°181:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE INGRESO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO A ABRIL DEL 2017) ..... 252

FIGURA N°182:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE INGRESO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2017)..... 252

FIGURA N°183:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO A JUNIO DEL 2016)..... 254

FIGURA N°184:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JULIO A DICIEMBRE DEL 2016)..... 254

FIGURA N°185:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO A ABRIL DEL 2017) ..... 256

FIGURA N°186:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2017)..... 256

FIGURA N°187:  
 COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO (K1) Y HORARIO (K2) DE INGRESO Y SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO..... 258

FIGURA N°188:  
 DBO PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DEL AFLUENTE AL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)..... 260

FIGURA N°189:  
 DBO PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°7 A EFLUENTE) ..... 260

FIGURA N°190:  
 EFICIENCIA POR UNIDAD DE TRATAMIENTO DE DBO PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO ..... 261

FIGURA N°191:  
 EFICIENCIA DE DBO PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO..... 262



FIGURA N°192:  
 DIAGRAMA DE BARRAS DE LA COMPARACIÓN DE LA DBO CALCULADO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO CON RESPECTO AL RNE NORMA OS.090 Y NORMAS INTERNACIONALES..... 264

FIGURA N°193:  
 STS PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DEL AFLUENTE AL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)..... 266

FIGURA N°194:  
 STS PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°7 A EFLUENTE)..... 266

FIGURA N°195:  
 EFICIENCIA POR UNIDAD DE TRATAMIENTO DE STS PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO ..... 267

FIGURA N°196:  
 EFICIENCIA DE DBO PROMEDIO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO..... 268

FIGURA N°197:  
 DIAGRAMA DE BARRAS DE LA COMPARACIÓN DE LA STS CALCULADO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO CON RESPECTO AL RNE NORMA OS.090 Y NORMAS INTERNACIONALES..... 270

FIGURA N°198:  
 DIAGRAMA DE BARRAS DE LA COMPARACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE CON LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DE INGRESO ..... 271

FIGURA N°199:  
 DIAGRAMA DE BARRAS DE LA COMPARACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE CON LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DE SALIDA..... 272

FIGURA N°200:  
 DIAGRAMA DE BARRAS DE LA COMPARACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE CON LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE INGRESO ..... 272

FIGURA N°201:  
 DIAGRAMA DE BARRAS DE LA COMPARACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE CON LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE SALIDA..... 273





FIGURA N°202:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (01/02/16 – 06/02/16) ..... 305

FIGURA N°203:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (07/02/16 – 13/02/16) ..... 305

FIGURA N°204:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (14/02/16 – 20/02/16) ..... 306

FIGURA N°205:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (21/02/16 – 27/02/16) ..... 306

FIGURA N°206:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (28/02/16 – 29/02/16) ..... 307

FIGURA N°207:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (01/03/16 – 05/03/16) ..... 313

FIGURA N°208:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (06/03/16 – 12/03/16) ..... 313

FIGURA N°209:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (13/03/16 – 19/03/16) ..... 314

FIGURA N°210:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (20/03/16 – 26/03/16) ..... 314

FIGURA N°211:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (27/03/16 – 31/03/16) ..... 315

FIGURA N°212:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (01/04/16 – 02/04/16) ..... 321



FIGURA N°213:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (03/04/16 – 09/04/16) ..... 321

FIGURA N°214:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (10/04/16 – 16/04/16) ..... 322

FIGURA N°215:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (17/04/16 – 23/04/16) ..... 322

FIGURA N°216:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (24/04/16 – 30/04/16) ..... 323

FIGURA N°217:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (01/05/16 – 07/05/16) ..... 329

FIGURA N°218:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (08/05/16 – 14/05/16) ..... 329

FIGURA N°219:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (15/05/16 – 21/05/16) ..... 330

FIGURA N°220:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (22/05/16 – 28/05/16) ..... 330

FIGURA N°221:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (29/05/16 – 31/05/16) ..... 331

FIGURA N°222:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (01/06/16 – 04/06/16) ..... 337

FIGURA N°223:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (05/06/16 – 11/06/16) ..... 337



FIGURA N°224:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (12/06/16 – 18/06/16)..... 338

FIGURA N°225:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (19/06/16 – 25/06/16)..... 338

FIGURA N°226:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (26/06/16 – 30/06/16)..... 339

FIGURA N°227:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (01/07/16 – 02/07/16)..... 345

FIGURA N°228:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (03/07/16 – 09/07/16)..... 345

FIGURA N°229:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (10/07/16 – 16/07/16)..... 346

FIGURA N°230:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (17/07/16 – 23/07/16)..... 346

FIGURA N°231:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (24/07/16 – 30/07/16)..... 347

FIGURA N°232:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (01/08/16 – 06/08/16)..... 353

FIGURA N°233:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (07/08/16 – 13/08/16)..... 353

FIGURA N°234:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (14/08/16 – 20/08/16)..... 354



FIGURA N°235:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (21/08/16 – 27/08/16)..... 354

FIGURA N°236:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (28/08/16 – 31/08/16)..... 355

FIGURA N°237:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (01/09/16 – 03/09/16) ..... 361

FIGURA N°238:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (04/09/16 – 10/09/16) ..... 361

FIGURA N°239:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (11/09/16 – 17/09/16) ..... 362

FIGURA N°240:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (18/09/16 – 24/09/16) ..... 362

FIGURA N°241:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (25/09/16 – 30/09/16) ..... 363

FIGURA N°242:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (02/10/16 – 08/10/16)..... 369

FIGURA N°243:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (09/10/16 – 15/10/16)..... 369

FIGURA N°244:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (16/10/16 – 22/10/16)..... 370

FIGURA N°245:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (23/10/16 – 29/10/16)..... 370



FIGURA N°246:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (30/10/16 – 31/10/16)..... 371

FIGURA N°247:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (01/11/16 – 05/11/16) ..... 377

FIGURA N°248:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (06/11/16 – 12/11/16) ..... 377

FIGURA N°249:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (13/11/16 – 19/11/16) ..... 378

FIGURA N°250:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (20/11/16 – 26/11/16) ..... 378

FIGURA N°251:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (27/11/16 – 30/11/16) ..... 379

FIGURA N°252:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (01/12/16 – 03/12/16)..... 385

FIGURA N°253:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (04/12/16 – 10/12/16)..... 385

FIGURA N°254:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (11/12/16 – 17/12/16)..... 386

FIGURA N°255:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (18/12/16 – 24/12/16)..... 386

FIGURA N°256:

CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (25/12/16 – 31/12/16)..... 387



FIGURA N°257:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (01/01/17 – 07/01/17)..... 393

FIGURA N°258:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (08/01/17 – 14/01/17)..... 393

FIGURA N°259:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (15/01/17 – 21/01/17)..... 394

FIGURA N°260:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (22/01/17 – 28/01/17)..... 394

FIGURA N°261:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (29/01/17 – 31/01/17)..... 395

FIGURA N°262:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (01/02/17 – 04/02/17) ..... 401

FIGURA N°263:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (05/02/17 – 11/02/17) ..... 401

FIGURA N°264:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (12/02/17 – 18/02/17) ..... 402

FIGURA N°265:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (19/02/17 – 25/02/17) ..... 402

FIGURA N°266:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (26/02/17 – 28/02/17) ..... 403

FIGURA N°267:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (01/03/17 – 04/03/17) ..... 409



FIGURA N°268:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (05/03/17 – 11/03/17) ..... 409

FIGURA N°269:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (12/03/17 – 18/03/17) ..... 410

FIGURA N°270:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (19/03/17 – 25/03/17) ..... 410

FIGURA N°271:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (26/03/17 – 31/03/17) ..... 411

FIGURA N°272:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (01/04/17) ..... 418

FIGURA N°273:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (02/04/17 – 08/04/17) ..... 418

FIGURA N°274:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (09/04/17 – 15/04/17) ..... 419

FIGURA N°275:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (16/04/17 – 22/04/17) ..... 419

FIGURA N°276:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (23/04/17 – 29/04/17) ..... 420

FIGURA N°277:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (30/04/17) ..... 420

FIGURA N°278:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (01/09/17 – 02/09/17) ..... 427



FIGURA N°279:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (03/09/17 – 09/09/17) ..... 427

FIGURA N°280:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (10/09/17 – 16/09/17) ..... 428

FIGURA N°281:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (17/09/17 – 23/09/17) ..... 428

FIGURA N°282:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (24/09/17 – 30/09/17) ..... 429

FIGURA N°283:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (01/10/17 – 07/10/17)..... 435

FIGURA N°284:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (08/10/17 – 14/10/17)..... 435

FIGURA N°285:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (15/10/17 – 21/10/17)..... 436

FIGURA N°286:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (22/10/17 – 28/10/17)..... 436

FIGURA N°287:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (29/10/17 – 31/10/17)..... 437

FIGURA N°288:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (01/11/17 – 04/11/17) ..... 443

FIGURA N°289:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (05/11/17 – 11/11/17) ..... 443





FIGURA N°290:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (12/11/17 – 18/11/17) ..... 444

FIGURA N°291:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (19/11/17 – 25/11/17) ..... 444

FIGURA N°292:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (26/11/17 – 30/11/17) ..... 445

FIGURA N°293:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (01/12/17 – 02/12/17)..... 452

FIGURA N°294:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (03/12/17 – 09/12/17)..... 452

FIGURA N°295:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (10/12/17 – 16/12/17)..... 453

FIGURA N°296:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (17/12/17 – 23/12/17)..... 453

FIGURA N°297:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (24/12/17 – 30/12/17)..... 454

FIGURA N°298:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (31/12/17)..... 454

FIGURA N°299:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (01/02/16 – 06/02/16) ..... 461

FIGURA N°300:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (07/02/16 – 13/02/16) ..... 461



FIGURA N°301:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (14/02/16 – 20/02/16) ..... 462

FIGURA N°302:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (21/02/16 – 27/02/16) ..... 462

FIGURA N°303:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2016 (28/02/16 – 29/02/16) ..... 463

FIGURA N°304:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (01/03/16 – 05/03/16) ..... 469

FIGURA N°305:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (06/03/16 – 12/03/16) ..... 469

FIGURA N°306:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (13/03/16 – 19/03/16) ..... 470

FIGURA N°307:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (20/03/16 – 26/03/16) ..... 470

FIGURA N°308:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2016 (27/03/16 – 31/03/16) ..... 471

FIGURA N°309:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (01/04/16 – 02/04/16) ..... 477

FIGURA N°310:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (03/04/16 – 09/04/16) ..... 477

FIGURA N°311:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (10/04/16 – 16/04/16) ..... 478



FIGURA N°312:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (17/04/16 – 23/04/16)..... 478

FIGURA N°313:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2016 (24/04/16 – 30/04/16)..... 479

FIGURA N°314:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (01/05/16 – 07/05/16)..... 485

FIGURA N°315:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (08/05/16 – 14/05/16)..... 485

FIGURA N°316:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (15/05/16 – 21/05/16)..... 486

FIGURA N°317:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (22/05/16 – 28/05/16)..... 486

FIGURA N°318:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Mayo 2016 (29/05/16 – 31/05/16)..... 487

FIGURA N°319:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (01/06/16 – 04/06/16)..... 493

FIGURA N°320:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (05/06/16 – 11/06/16)..... 493

FIGURA N°321:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (12/06/16 – 18/06/16)..... 494

FIGURA N°322:

CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (19/06/16 – 25/06/16)..... 494



FIGURA N°323:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Junio 2016 (26/06/16 – 30/06/16)..... 495

FIGURA N°324:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (01/07/16 – 02/07/16)..... 502

FIGURA N°325:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (03/07/16 – 09/07/16)..... 502

FIGURA N°326:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (10/07/16 – 16/07/16)..... 503

FIGURA N°327:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (17/07/16 – 23/07/16)..... 503

FIGURA N°328:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (24/07/16 – 30/07/16)..... 504

FIGURA N°329:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Julio 2016 (31/07/16)..... 504

FIGURA N°330:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (01/08/16 – 06/08/16)..... 511

FIGURA N°331:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (07/08/16 – 13/08/16)..... 511

FIGURA N°332:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (14/08/16 – 20/08/16)..... 512

FIGURA N°333:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (21/08/16 – 27/08/16)..... 512



FIGURA N°334:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Agosto 2016 (28/08/16 – 31/08/16)..... 513

FIGURA N°335:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (01/09/16 – 03/09/16) ..... 519

FIGURA N°336:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (04/09/16 – 10/09/16) ..... 519

FIGURA N°337:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (11/09/16 – 17/09/16) ..... 520

FIGURA N°338:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (18/09/16 – 24/09/16) ..... 520

FIGURA N°339:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2016 (25/09/16 – 30/09/16) ..... 521

FIGURA N°340:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (01/10/16)..... 528

FIGURA N°341:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (02/10/16 – 08/10/16)..... 528

FIGURA N°342:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (09/10/16 – 15/10/16)..... 529

FIGURA N°343:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (16/10/16 – 22/10/16)..... 529

FIGURA N°344:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (23/10/16 – 29/10/16)..... 530



FIGURA N°345:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2016 (30/10/16 – 31/10/16)..... 530

FIGURA N°346:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (01/11/16 – 05/11/16) ..... 537

FIGURA N°347:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (06/11/16 – 12/11/16) ..... 537

FIGURA N°348:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (13/11/16 – 19/11/16) ..... 538

FIGURA N°349:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (20/11/16 – 26/11/16) ..... 538

FIGURA N°350:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2016 (27/11/16 – 30/11/16) ..... 539

FIGURA N°351:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (01/12/16 – 03/12/16)..... 545

FIGURA N°352:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (04/12/16 – 10/12/16)..... 545

FIGURA N°353:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (11/12/16 – 17/12/16)..... 546

FIGURA N°354:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (18/12/16 – 24/12/16)..... 546

FIGURA N°355:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2016 (25/12/16 – 31/12/16)..... 547



FIGURA N°356:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (01/01/17 – 07/01/17)..... 553

FIGURA N°357:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (08/01/17 – 14/01/17)..... 553

FIGURA N°358: ..... 554  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (15/01/17 – 21/01/17)..... 554

FIGURA N°359:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (22/01/17 – 28/01/17)..... 554

FIGURA N°360:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2017 (29/01/17 – 31/01/17)..... 555

FIGURA N°361:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (01/02/17 – 04/02/17) ..... 561

FIGURA N°362:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (05/02/17 – 11/02/17) ..... 561

FIGURA N°363:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (12/02/17 – 18/02/17) ..... 562

FIGURA N°364:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (19/02/17 – 25/02/17) ..... 562

FIGURA N°365:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Febrero 2017 (26/02/17 – 28/02/17) ..... 563

FIGURA N°366:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (01/03/17 – 04/03/17) ..... 569



FIGURA N°367:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (05/03/17 – 11/03/17) ..... 569

FIGURA N°368:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (12/03/17 – 18/03/17) ..... 570

FIGURA N°369:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (19/03/17 – 25/03/17) ..... 570

FIGURA N°370:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Marzo 2017 (26/03/17 – 31/03/17) ..... 571

FIGURA N°371:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (01/04/17) ..... 578

FIGURA N°372:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (02/04/17 – 08/04/17) ..... 578

FIGURA N°373:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (09/04/17 – 15/04/17) ..... 579

FIGURA N°374:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (16/04/17 – 22/04/17) ..... 579

FIGURA N°375:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (23/04/17 – 29/04/17) ..... 580

FIGURA N°376:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Abril 2017 (30/04/17) ..... 580

FIGURA N°377:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (01/09/17 – 02/09/17) ..... 587





FIGURA N°378:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (03/09/17 – 09/09/17) ..... 587

FIGURA N°379:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (10/09/17 – 16/09/17) ..... 588

FIGURA N°380:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (17/09/17 – 23/09/17) ..... 588

FIGURA N°381:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Setiembre 2017 (24/09/17 – 30/09/17) ..... 589

FIGURA N°382:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (01/10/17 – 07/10/17)..... 595

FIGURA N°383:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (08/10/17 – 14/10/17)..... 595

FIGURA N°384:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (15/10/17 – 21/10/17)..... 596

FIGURA N°385:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (22/10/17 – 28/10/17)..... 596

FIGURA N°386:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Octubre 2017 (29/10/17 – 31/10/17)..... 597

FIGURA N°387:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (01/11/17 – 04/11/17) ..... 603

FIGURA N°388:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (05/11/17 – 11/11/17) ..... 603



FIGURA N°389:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (12/11/17 – 18/11/17) ..... 604

FIGURA N°390:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (19/11/17 – 25/11/17) ..... 604

FIGURA N°391:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Noviembre 2017 (26/11/17 – 30/11/17) ..... 605

FIGURA N°392:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (01/12/17 – 02/12/17)..... 612

FIGURA N°393:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (03/12/17 – 09/12/17)..... 612

FIGURA N°394:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (10/12/17 – 16/12/17)..... 613

FIGURA N°395:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (17/12/17 – 23/12/17)..... 613

FIGURA N°396:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (24/12/17 – 30/12/17)..... 614

FIGURA N°397:  
 CUADRO COMPARATIVO,  $Q_{max}$  y  $Q_{prom}$ , CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Diciembre 2017 (31/12/17)..... 614

FIGURA N°398:  
 DIAGRAMA DE BARRA, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Afluyente al FPP3 (06/12/2017) ..... 624

FIGURA N°399:  
 DIAGRAMA DE BARRA, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: CR7 al Efluente (06/12/2017)..... 624



FIGURA N°400:

DIAGRAMA DE BARRA, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Afluente al FPP3 (06/12/2017) ..... 628

FIGURA N°401:

DIAGRAMA DE BARRA, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: CR7 al Efluente (06/12/2017) ..... 628





## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente uno de los principales problemas dentro de nuestro contexto es la falta de información, debido a la carencia de estudios técnicos en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en nuestra región, para un buen diseño y control de procesos, por lo que hacen muy generales los criterios de diseño lo cual puede generar el sub o sobre dimensionamiento de las estructuras hidráulicas así como mayores costos en la construcción, además de un funcionamiento de estas por debajo de sus capacidades. Por tal motivo es necesario el conocimiento de valores como los coeficientes de variación diaria, coeficientes de variación horaria y parámetros de calidad del agua como la Demanda Bioquímica de Oxígeno y la cantidad de Sólidos Totales en Suspensión y su relación con los caudales máximos diarios y horarios, por tal motivo se busca determinar estos coeficientes así como los parámetros de calidad en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco la cual opera desde febrero del 2014 (E.P.S. SEDACUSCO)

**FIGURA N°01:**

**VISTA SATELITAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,  
SAN JERÓNIMO – CUSCO**



**FUENTE: Google Maps**



**FIGURA N°02:  
COORDENADAS UTM DE PUNTOS DE MONITOREO DE LA PTAR-SAN JERÓNIMO**

<b>Nombre de EPS/Municipio:</b> EPS SEDACUSCO SA			
<b>Nombre de la PTAR:</b> San Jeronimo			
<b>Ubicación de la PTAR:</b>			
<b>Localidad</b>	<b>Distrito</b>	<b>Provincia</b>	<b>Departamento</b>
Collana	San Jeronimo	Cusco	Cusco
<b>IDENTIFICACION DE PUNTO DE MONITOREO</b>			
<b>AFLUENTE</b>			
Denominacion del punto de muestreo (Afluente)		Punto de muestreo N°1 Afluente Planta-SALIDA	
<b>Coordenadas UTM (GWS84)</b>			
<b>Zona UTM</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>
19 L	189336	8499986	3205 m.s.n.m
<b>EFLUENTE</b>			
Denominacion del punto de muestreo (Efluente)		Punto de muestreo N°2 Efluente Planta-SALIDA	
<b>Coordenadas UTM (GWS84)</b>			
<b>Zona UTM</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>
19 L	189854	8499836	3193 m.s.n.m

**FUENTE: E.P.S SEDA CUSCO**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales trata aproximadamente un 81% (Flores Boza A., 2017) de las aguas residuales domésticas de las viviendas, residencias y establecimientos comerciales de todos los distritos que conforman la ciudad capital del Cusco, el sistema de alcantarillado consta de aproximadamente 675km de tuberías de diversos diámetros; las principales tuberías son: **El Emisor General de la Ciudad** que parte en la intersección de la Alameda Pachacutecq con av. Ejército y llega hasta antes del ingreso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, es una tubería de concreto reforzado de diámetro variable entre 0.70m a 0.90m; y **El Interceptor del Rio Huatanay**, tubería que viene a lo largo del rio Huatanay desde la zona de Huancaro con una distancia de 17 km aproximadamente, es una tubería de PVC de 70 cm de diámetro. Las dos tuberías se juntan antes del ingreso a la PTAR.

Después del tratamiento, los efluentes serán vertidos en el rio Huatanay, teniendo en consideración los estándares de calidad establecidos por SEDACUSCO y el MINAM (LMP).



**FIGURA N°03:**  
**FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO 1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SAN JERÓNIMO - CUSCO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

## **1.1.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA**

### **1.1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL**

¿Cuáles son los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco con respecto a los caudales máximos diarios y caudales máximos horarios reales registrados y su relación con la calidad de agua de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo?

### **1.1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

#### **a) PROBLEMA ESPECIFICO N°01**

¿Cuál es el valor del coeficiente de variación diario real del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco?

**b) PROBLEMA ESPECIFICO N°02**

¿Cuál es el valor del coeficiente de variación horario real del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco?

**c) PROBLEMA ESPECIFICO N°03**

¿Cuáles son los valores de los caudales máximos diarios, caudales máximos horarios y caudales promedios reales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco?

**d) PROBLEMA ESPECIFICO N°04**

¿Cuál es la relación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con respecto al caudal máximo diario de los puntos de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco?

**e) PROBLEMA ESPECIFICO N°05**

¿Cuál es la relación de la cantidad de Sólidos Totales en Suspensión con respecto al caudal máximo diario de los puntos de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco?

**f) PROBLEMA ESPECIFICO N°06**

¿Cuál es la relación de los parámetros de calidad de agua como la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los Sólidos Totales en Suspensión del Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo con respecto a los Límites Máximos Permisibles?

**1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN****1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

El presente trabajo de investigación “DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO” está inmerso en la ingeniería civil, dentro de la rama de la HIDRÁULICA, se evalúan variables como caudales reales presentes en la PTAR San Jerónimo, así como parámetros de calidad de agua mencionados en el Reglamento Nacional de Edificaciones OS.090



En la actualidad dicha Normativa Peruana ( Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS 090), no considera los valores de coeficientes de variación diario u horaria de caudales para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales lo cual limita los criterios reales de diseño, esto hace necesario el conocimiento de dichos valores, así como parámetros tales como la Demanda Bioquímica de Oxígeno y la cantidad de Solidos Totales en Suspensión tratados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para mejorar los diseños hidráulicos, garantizando así que no exista sobredimensionamiento o que las estructuras sean sub utilizadas.

**FIGURA N°04:****TESISTA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,  
SAN JERÓNIMO - CUSCO****FUENTE: Elaboración Propia**

### 1.2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La presente tesis “DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO” desde el punto de vista SOCIAL tendrá una gran relevancia debido a que el problema de la contaminación de las fuentes de agua y su adecuado tratamiento es de gran interés para nuestra sociedad, y es por eso que dichos valores de los coeficientes de variación diaria y horaria así como la relación existente entre parámetros de calidad de agua con respecto a los caudales máximos diarios contribuyen a tener mejor claridad en cuanto al proceso que se desarrolló en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual trata aproximadamente un 81% de las aguas residuales de la ciudad del Cusco de una población aproximada de 380000

habitantes; siendo además estos de gran interés para la Empresa Prestadora de Servicios SEDACUSCO, la cual tiene el compromiso con nuestra sociedad de brindar un adecuado servicio y mejorar la calidad de agua del río Huatanay. Además, el conocimiento de estos valores es beneficioso para las poblaciones que habitan aguas debajo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales como parámetros de diseño para futuros proyectos, como por ejemplo la implementación de un tratamiento terciario, además de garantizar el control de calidad de vertimiento dentro de los parámetros de los LMP y ECA según normativa.

**FIGURA N°05:****SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SAN JERÓNIMO - CUSCO****FUENTE: Elaboración Propia**

### 1.2.3. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

La presente trabajo de investigación “DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO” es viable, debido a que se cuenta con el acceso a la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo (registros diarios, registros horarios, registros históricos de los caudales presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), se puede realizar mediciones de forma directa y precisa debido a que se cuenta con instrumentos y equipos de alta precisión (Medidores Automatizados, Bureta Digital, Equipo de



Filtración al vacío, etc.) además se cuenta con el asesoramiento de personal calificado tanto en lo técnico, operacional y laboratorios químicos para el desarrollo óptimo y adecuado la presente tesis.

#### 1.2.4. JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

La presente tesis “DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO” es un tema de investigación de gran importancia e interés debido a la falta de dichos valores referentes para la ciudad del Cusco, tampoco se presentan registros en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Además, la presente Tesis de investigación servirá para determinar la máxima capacidad de tratamiento de la PTAR San Jerónimo sin afectar la calidad del efluente, permitiendo así evaluar el cumplimiento o no de los Límites Máximos Permisibles (LMP) según lo estable la normativa.

**FIGURA N°06:**

**EVACUACIÓN DE AGUAS TRATADAS AL RIO HUATANAY**



**FUENTE: Elaboración Propia**



### **1.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. LIMITACIONES DE ORDEN GEOGRÁFICO**

La investigación se limita a todo el marco geográfico donde se encuentra ubicada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

#### **1.3.2. LIMITACIONES DE ESTUDIO**

La investigación se limita:

- La investigación se limita al estudio de la línea de líquidos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; una de las tres presentes en esta Planta.
- Determinación de los coeficientes de variación diaria y horaria de los caudales de ingreso y salida presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Determinación de los valores reales de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y de los Sólidos Totales en Suspensión presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, estos serán los parámetros de calidad a evaluar.
- Análisis de los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria de los caudales de ingreso y salida presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Análisis de los valores reales de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y de los Sólidos Totales en Suspensión presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Obtener las mediciones in situ de los caudales reales presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en los puntos de ingreso y salida de la PTAR.
- Estudio de los caudales reales presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales durante los meses de enero a diciembre del año 2016 y durante los meses de enero a abril y setiembre a diciembre del año 2017.
- Estudio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los Sólidos Totales en Suspensión de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales durante los meses de noviembre y diciembre del año 2017.

#### **1.3.3. LIMITACIONES TÉCNICAS**

La investigación al no contar con antecedentes en la ciudad del Cusco, opto por estudiar las condiciones de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y con eso se presenta las siguientes limitaciones:



- El caudal máximo de ingreso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicado en el distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco es de 802 Lt/s, (EPS SEDACUSCO, 2015) caudal de diseño máximo contemplado en el Expediente Técnico, los excedentes son derivados a la cuenca del río Huacoto para posteriormente desembocar en el río Huatanay.
- Los datos de los caudales de los meses de mayo, junio, julio y agosto del año 2017 no son representativos debido a que dichos meses se desviaron parte de los caudales y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales opero a un porcentaje de su capacidad.
- Los puntos de medición son limitados por la ubicación de los instrumentos de medición, la disponibilidad de condiciones para una toma de datos constantes y en un tiempo real de los caudales en periodos de horas, días y meses.
- El trabajo de investigación contempla información registrada por el personal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Se emplearán los equipos y laboratorios disponibles en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales operada por la E.P.S. SEDACUSCO para la evaluación y cálculo de los parámetros de calidad de agua.
- Los puntos de muestreo para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Solidos Totales en Suspensión serán los establecidos en el Plan de Monitoreo de Aguas Residuales y Lodos de la PTAR San Jerónimo de la EPS SEDACUSCO

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar los valores de los coeficientes de variación diaria y horaria del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Agua Residual del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco y su relación con la calidad de agua de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **a) OBJETIVO ESPECIFICO N°01**

Determinar el valor del coeficiente de variación diario real del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.



**b) OBJETIVO ESPECIFICO N°02**

Determinar el valor del coeficiente de variación horario real del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

**c) OBJETIVO ESPECIFICO N°03**

Determinar los valores de los caudales máximos diarios, caudales máximos horarios y caudales promedios reales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

**d) OBJETIVO ESPECIFICO N°04**

Determinar la relación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con respecto al caudal máximo diario de los puntos de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

**e) OBJETIVO ESPECIFICO N°05**

Determinar la relación de la cantidad de Sólidos Totales en Suspensión con respecto al caudal máximo diario de los puntos de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

**f) OBJETIVO ESPECIFICO N°06**

Determinar la relación de los parámetros de calidad de agua como la DBO y Sólidos Totales en Suspensión del Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo con respecto a los Límites Máximos Permisibles.



## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE CONSUMO HORARIO Y DIARIO EN LAS LÍNEAS DE INTERCONEXIÓN DE LOS RESERVORIOS DEL SISTEMA VILCANOTA – CUSCO”**

**AUTOR:**

- Saire Yañez, Julio Johan

**AÑO:**

- 2015

**UNIVERSIDAD:**

- Andina del Cusco

**CONCLUSIONES:**

- La investigación determinó que los coeficientes de variación son: 1.1-1.8 para el Coeficiente de variación Diaria y de 1.7-5.6 para el Coeficiente de variación Horaria.
- Los coeficientes de variación de consumo determinados por la investigación servirán como criterios de diseño para las futuras ampliaciones en el Sistema Vilcanota operado por la E.P.S. SEDACUSCO.
- Para determinar correctamente un valor de coeficiente para líneas de interconexión entre reservorios, se debe tomar en cuenta, el número de fuentes de abastecimiento, las horas de bombeo (régimen de operación), así como el tipo de sistema que se empleara (bombeo o gravedad).

**COMENTARIO:**

El presente trabajo de investigación realiza una comprobación de los coeficientes de variación diaria y horaria sugeridos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en el contexto de la ciudad del Cusco, de manera específica para la línea de interconexión del Sistema Vilcanota, en tal sentido revela los valores reales que se sugiere servirán como principal parámetro para el mejor pre dimensionamiento de estructuras y generar un mejor funcionamiento de estas líneas de interconexión.



**TEMA:**

**“URBANIZACIONES SOSTENIBLES: DESCENTRALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RESIDENCIALES”**

**AUTOR:**

- Arce Jáuregui, Luis Francisco

**AÑO:**

- 2013

**UNIVERSIDAD:**

- Pontificia Universidad Católica del Perú

**CONCLUSIONES:**

- Es inminente el colapso de las plantas de tratamiento de aguas residuales en Lima y provincias. Mega proyectos como Taboada, en Lima, que evacuan las aguas residuales al mar luego de un pre tratamiento-tratamiento primario no es la solución más adecuada. Con la propuesta que se está planteando en este trabajo: “Descentralización, Urbanizaciones Sostenibles”, se busca no solo solucionar los problemas relacionados al manejo de aguas residuales, sino también generar beneficios para el sector económico, político y ambiental.
- Debido que el objetivo es reutilizar el agua residual para riego de zonas verdes se deberá ver qué normas y estándares señala el estado peruano para tratar el agua. Como se señaló en el capítulo cinco, el marco legal peruano establece los estándares de calidad que se debe tener en cuenta para el tratamiento del agua en cada uso, tanto en agricultura, acuicultura, potabilización, etc.

**COMENTARIO:**

El presente trabajo de investigación desarrolla un análisis de la situación actual de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales teniendo en cuenta los parámetros de calidad de agua residual establecidos por la normativa peruana.





### 2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

**TEMA:**

**“MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO”**

**AUTOR:**

- Comisión Nacional del Agua

**AÑO:**

- 2007

**INSTITUCIÓN:**

- Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, México

**CONCLUSIONES:**

- La aportación de aguas negras = 75 % de la dotación (l/hab/día). El gasto medio se calcula con la ecuación 3.1 (En función de la población y de la aportación). El gasto mínimo se obtiene con la ecuación 3.2 (Gasto mínimo). El coeficiente de Harmon para poblaciones acumuladas mayores de 63454 es 2.17. El gasto máximo instantáneo se tiene con la ecuación 3.4.
- El gasto máximo extraordinario se calcula con la ecuación 3.5; el coeficiente de seguridad se considera de 1.5, ya que el sistema de alcantarillado existente no es del tipo hermético y se prevén aportaciones extraordinarias de origen pluvial.
- Para el cálculo de gasto máximo extraordinario, el coeficiente de seguridad se considera de 1.2, ya que se tiene un sistema independiente de alcantarillado pluvial; el sistema de alcantarillado no es del tipo hermético.

**COMENTARIO:**

La presente investigación realiza un estudio para el abastecimiento de agua potable y también para la red de alcantarillado, más específicamente toca temas sobre la determinación de los caudales de aguas residuales calculadas a partir de la dotación y abastecimiento de agua; considera además coeficientes de variación registrados para esta zona de estudio.



## 2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICO

### 2.2.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Infraestructura y proceso que permite la depuración de aguas residuales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

**FIGURA N°07:**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**



**FUENTE: SEDACUSCO**

Las aguas residuales contienen residuos procedentes de las ciudades y fábricas. Es necesario tratarlos antes de enterrarlos o devolverlos a los sistemas hídricos locales.

### 2.2.2. TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El grado de tratamiento requerido para aguas residuales depende fundamentalmente de los límites de vertido para el efluente. (Ramalho, 2003).

La selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales, o de la combinación adecuada de ellos, depende principalmente de:

- Las características del agua cruda
- La calidad requerida del efluente
- La disponibilidad del terreno
- Los costos de construcción y operación del sistema de tratamiento.
- La confiabilidad del sistema de tratamiento



- La facilidad de optimizar el proceso para satisfacer requerimientos futuros más exigentes
- Clima
- Altitud
- Oxígeno
- Temperatura

La mejor alternativa de tratamiento se selecciona con base al estudio individual de cada caso, de acuerdo con la eficiencia de remoción requerida y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas. (Romero, 2004)

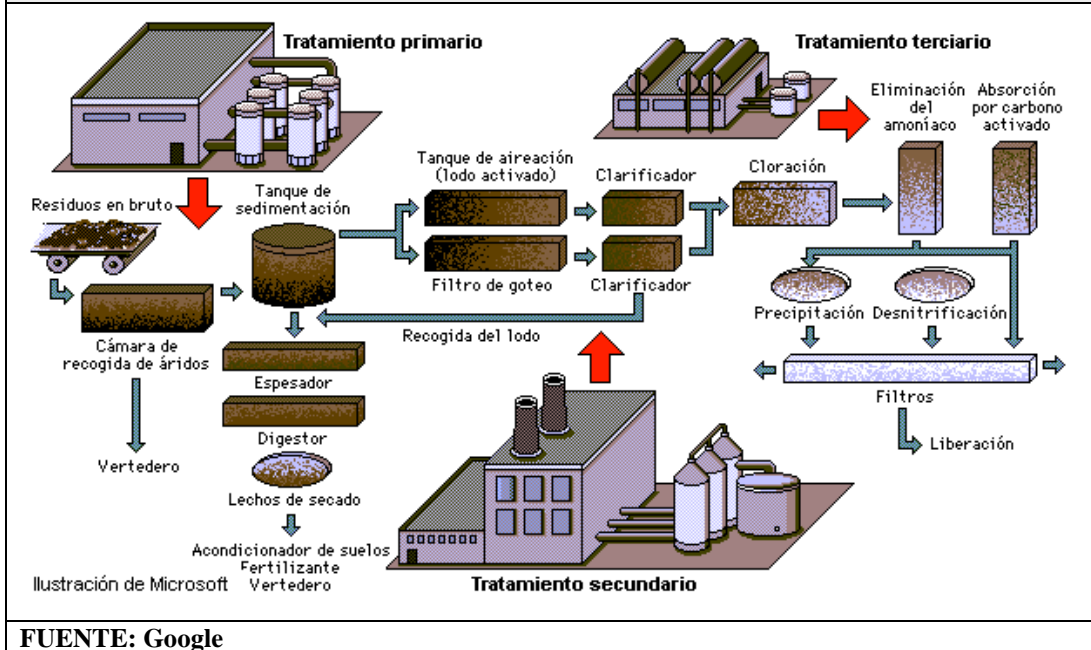
**TABLA N° 01:**  
**PROCESOS APLICABLES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

CONTAMINANTE	PROCESO
DBO	Lodos activados, lagunas aereadas, filtros percoladores, unidades de contacto biologico rotatorio o biodiscos, lagunas facultativas aereadas o fotosinteticas, lagunas anaerobicas, filtros anaerobicos, procesos anaerobicos de contacto, reactores anaerobicos de flujo ascensorial (PAMLA o UASB)
Solidos suspendidos	Sedimentacion, flotacion, cribado, filtracion.
Compuestos organicos refractarios	Absorcion con carbon, intercambio ionico, electrodiálisis, osmosis inversa
Nitrogeno	Nitrificacion – desnitrificacion, intercambio ionico
Fosforo	Precipitacion quimica, coprecipitacion biologica, intercambio ionico
Metales pesados	Intercambio ionico, precipitacion quimica
Solidos disueltos inorganicos	Intercambio ionico, electrodiálisis, osmosis inversa.

**FUENTE:** Tratamiento de Aguas Residuales y Principios de Diseño (Romero, 2004)



**FIGURA N°08:**  
**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**



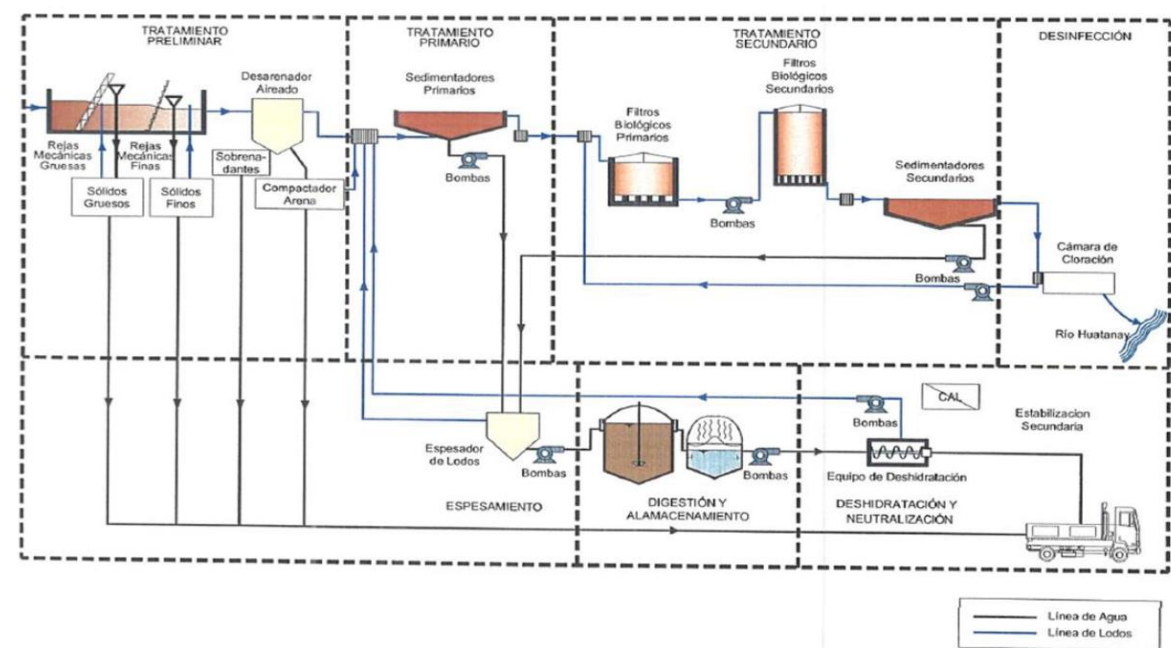
Para el manejo de los datos de diseño en la PTAR SEDACUSCO serán desarrollados los siguientes procesos:

- **Pretratamiento:** Remoción por desbaste de sólidos flotantes, arenas y grasas
- **Tratamiento primario:** Sedimentación de los sólidos sedimentables mediante los sedimentadores primarios.
- **Tratamiento biológico:** Deberá mantenerse remociones de carga orgánica en términos de DBO superiores al 65% medida con relación a la condición de salida en los sedimentadores primarios y 80% de remoción de DBO con relación a la condición de salida en los sedimentadores secundarios.
- **Desinfección:** compuesto por el sistema de cloración y cámara de contacto de cloro su función principal es la remoción de la carga bacteriana.
- **Tratamiento de Lodos** desde el espesamiento, la digestión de los lodos y la deshidratación a través de centrifugas. Incluye las cámaras de bombeo de lodos precedentes de los sedimentadores tanto primario como secundario. (EPS SEDACUSCO, 2015)



FIGURA N°09:

DIAGRAMA DE LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDOS Y GASES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO



FUENTE: SEDACUSCO

### 2.2.2.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

Básicamente consiste en el acondicionamiento de las aguas residuales previo al tratamiento propiamente dicho. En esta etapa se remueven los sobrenadantes (plásticos, telas, etc.) materiales con un peso específico mayor a 2.65. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

#### 2.2.2.1.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de San Jerónimo, recibe el agua residual doméstica de la ciudad de Cusco, por el Canal de Ingreso, el mismo que cuenta con un medidor de caudal ultrasónico y un turbidímetro automático además cuenta con un vertedero de demasías ajustado para que rebosen caudales mayores de 802 l/s, así también contiene una compuerta con un actuador automático que se cierra automáticamente cuando la turbidez es mayor de 630 NTU la finalidad de este canal es la de controlar a través de un vertedero regulable el caudal de entrada a la PTAR. Posteriormente pasa por la cámara de rejas que consta de rejas gruesas mecanizadas que tiene un espaciamiento entre barras de 25 mm y de rejas finas

mecanizadas con 6 mm de espaciamiento entre barras; los residuos sólidos retenidos pasan a un compactador y lavador de sólidos a través de los tornillos transportadores sin fin para su disposición en bolsas de plástico reforzadas. El afluyente sigue su curso por el canal de conducción siendo derivado a los 5 desarenadores aireados por dos sopladores, que inyectan mediante tuberías y difusores de burbuja gruesa, aire para provocar la desemeulsión las grasas y su ascenso a la superficie. Las grasas y flotantes son retirados manualmente por personal de operación con las espumaderas depositándolos en los buguis para el encalado correspondiente y embolsado final. (EPS SEDACUSCO, 2015)

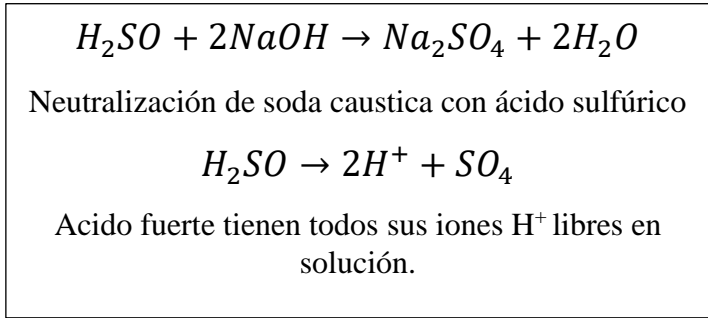
**FIGURA N° 10:****TESISTA EN EL CANAL DE INGRESO DE LAS AGUAS RESIDUALES A LA PTAR SAN JERÓNIMO****FUENTE: SEDACUSCO****2.2.2.2. TRATAMIENTO PRIMARIO**

El tratamiento primario se emplea para la eliminación de sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, bien directamente o pasando por una neutralización u homogeneización. (Ramalho, 2003)

**2.2.2.2.1. NEUTRALIZACIÓN**

Neutralización o ajuste de pH, generalmente adición de un alcalino o de un ácido a un residuo, para obtener el rango de pH cercano a 7,0 se usa para proteger fuentes receptoras de descargas alcalinas o acidas fuertes, o para permitir el pos tratamiento de dichos residuos. (Romero, 2004)

La neutralización supone la reacción de soluciones, con iones hidrogeno o hidróxido activo, para formar aguas y sales neutras. (Romero, 2004)

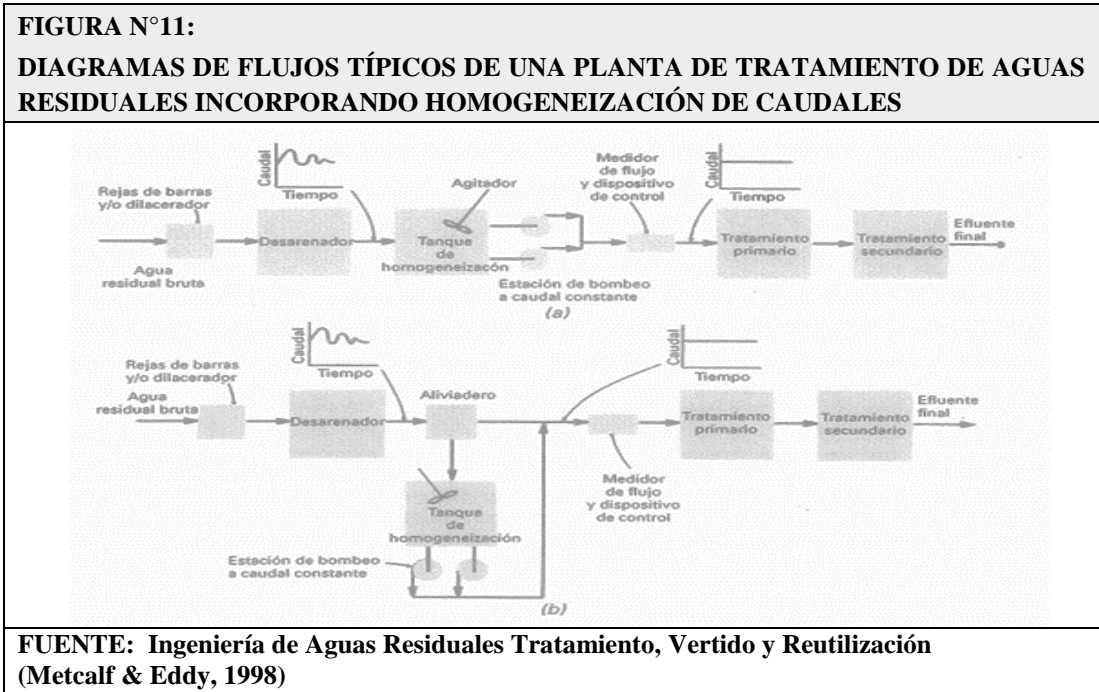


**2.2.2.2.2. HOMOGENEIZACIÓN**

La homogeneización consiste, simplemente, en amortiguar por laminación las variaciones de caudal, con el objetivo de conseguir un caudal constante o casi constante. Esta técnica puede aplicarse en situaciones diversas, dependiendo de las características de la red de alcantarillado. (Metcalf & Eddy, 1998)

Las principales aplicaciones están concebidas para la homogeneización de:

- Caudales en tiempo seco
- Caudales procedentes de redes de alcantarillado separativas en épocas lluviosas
- Caudales procedentes de redes de alcantarillado unitarias, combinación de aguas pluviales y aguas residuales sanitarias





### 2.2.2.2.3. TRATAMIENTO PRIMARIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO

Se entiende por tratamiento primario aquel proceso que tiene como misión la separación por medios físicos de las partículas en suspensión no retenidas en el pretratamiento. El tratamiento primario permite eliminar en un agua residual urbana aproximadamente el 90% de las materias decantables y el 65% de las materias en suspensión. Se consigue también una disminución de la DBO alrededor del 35%. (EPS SEDACUSCO, 2015)

Dentro del tratamiento primario los sistemas más empleados son:

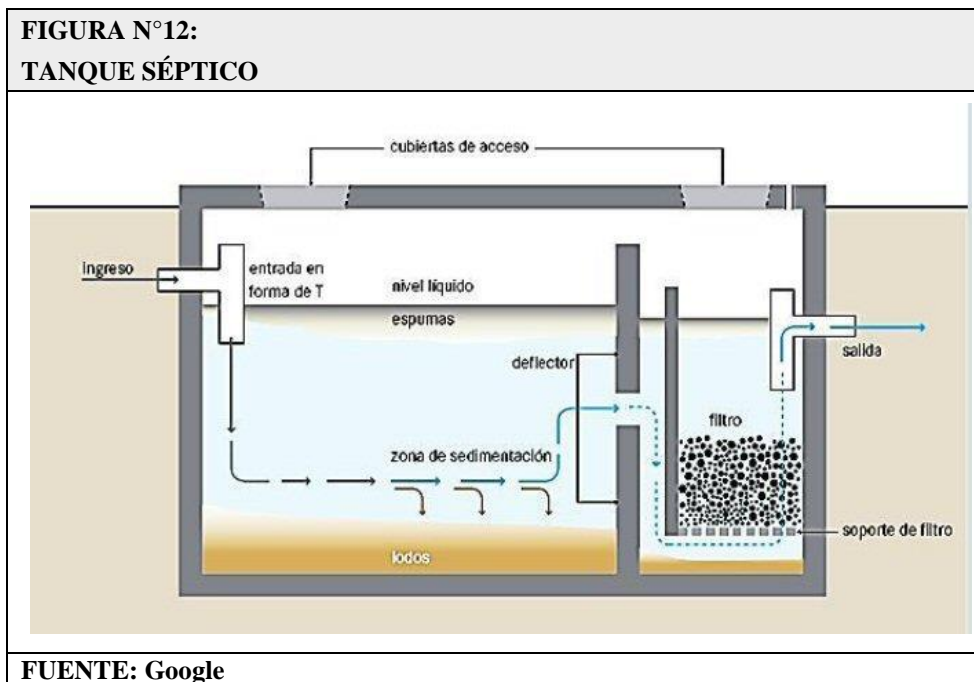
- **TANQUE SÉPTICO**

Este tipo de tratamiento se aconseja para albergues y poblaciones que generan un volumen diario de aguas residuales menores de 20m<sup>3</sup>.

El tanque séptico está constituido por una caja de cemento o concreto y se usa para la disposición final de aguas residuales domésticas en zonas rurales como casas y albergues. Es un depósito impermeable, generalmente subterráneo. A este depósito llegará el agua servida a través de tuberías y será retenido por un periodo de tiempo. Durante este periodo se separa la parte sólida de las aguas residuales mediante un proceso de sedimentación simple; la materia orgánica acumulada en el fondo se descompone por acción de las bacterias convirtiéndola en lodo inofensivo. (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2008)

Sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas que combina la sedimentación y la digestión. El efluente es dispuesto por percolación en el terreno y los sólidos sedimentados y acumulados son removidos periódicamente en forma manual o mecánica. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)



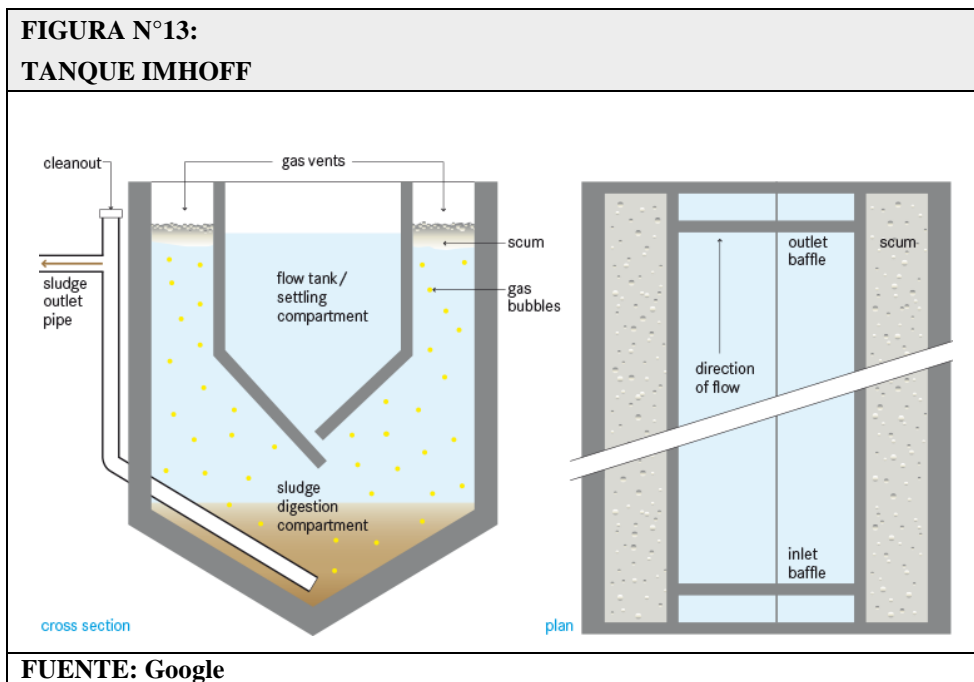


- **TANQUE IMHOFF**

El tanque imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara. Los tanques imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

El tanque imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.



- **LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

Estanque en el cual se descarga aguas residuales y en donde se produce la estabilización de materia orgánica y la reducción bacteriana. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

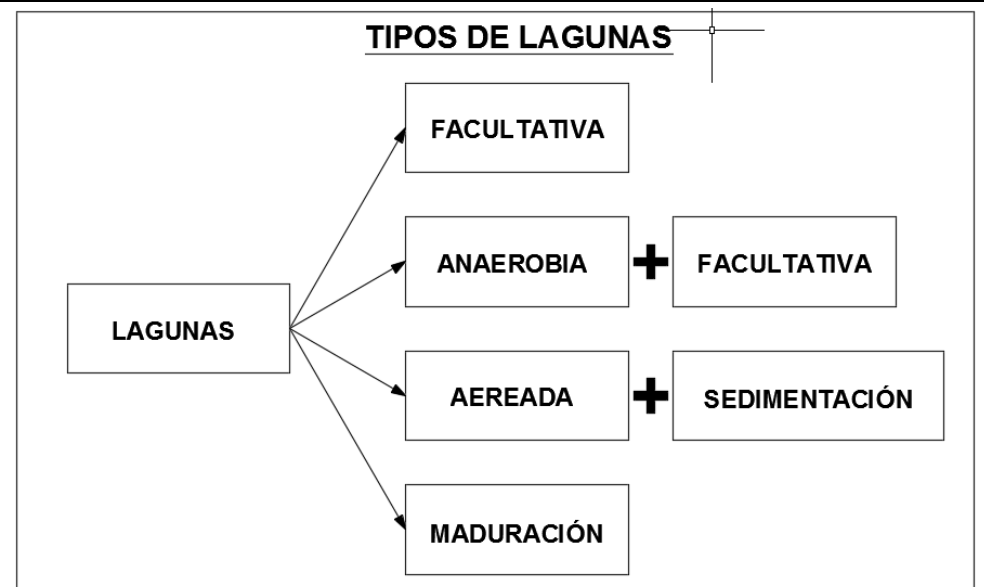
Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de 10 días como mínimo).

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización se realizarán en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido como autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)



**FIGURA N°14:**

**ESQUEMA DE LOS TIPOS DE LAGUNAS**



**FUENTE:** Organización Panamericana de la Salud

- **SEDIMENTADORES**

La decantación es un método físico para separar componentes de mayor densidad que el agua. El mecanismo de acción de la separación es la fuerza de la gravedad. Así, los componentes de mayor densidad se sitúan en el fondo del decantador, quedando el agua clarificada en la superficie. La adición de coagulantes y floculantes favorece la separación de los sólidos en suspensión en el proceso de decantación. En el tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales, el decantador es un elemento fundamental ya que mediante el mismo podemos separar y concentrar los fangos, así como los sólidos presentes en el agua residual mediante un proceso de decantación física. (Gestion de Aguas y Residuos GEDAR, 2012)

Los sedimentadores primarios (SP) reciben efluentes provenientes del pretratamiento, a través de las cámaras de reunión CR-0, pasando posteriormente a la cámara de reunión N°01 (CR-01), para ser distribuido a los sedimentadores, La finalidad es permitir la sedimentación de sólidos suspendidos fácilmente sedimentables del agua residual reduciendo también la carga orgánica de entrada al tratamiento biológico o tratamiento secundario, consiguiendo un lodo espesado. Separa físicamente por acción de la gravedad, partículas en suspensión. (EPS SEDACUSCO, 2015)



**FIGURA N°15:**  
**SEDIMENTADOR PRIMARIO N°02 DE LA PTAR SAN JERÓNIMO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

### 2.2.2.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales. (Ramalho, 2003)

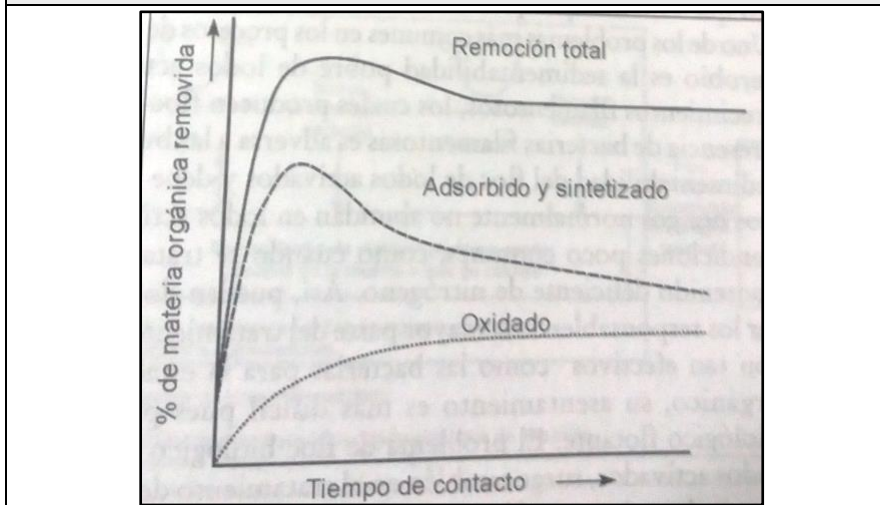
Se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos físico-químicos. Suele aplicarse tras los anteriores. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica o su eliminación anaerobia en digestores cerrados. Ambos sistemas producen fangos en mayor o menor medida que, a su vez, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final. (AGUASSISTEC, 2017)

- **LODOS ACTIVADOS**

El lodo activado consiste en una masa floculenta de microorganismos, materia orgánica muerta y materiales inorgánicos; tienen la propiedad de poseer una superficie altamente activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos, a la cual debe su nombre de activado. El resultado final es una porción de materia orgánica, susceptible de descomposición biológica, convertida en compuestos inorgánicos y el resto, transformada en lodo activado adicional. (Romero, 2004)



**FIGURA N°16:**  
**REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO, EN UN SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS**

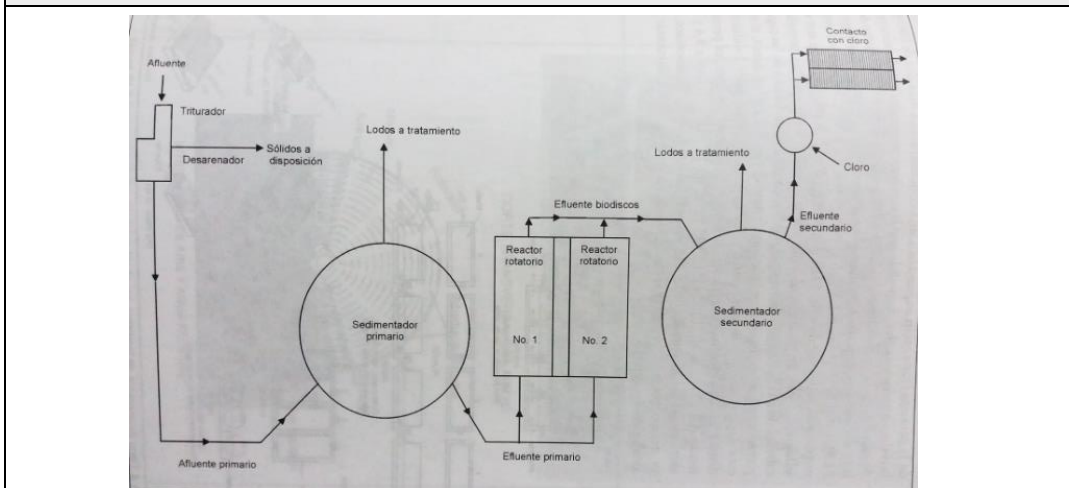


**FUENTE:** Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño (Romero,2004)

- **BIODISCOS**

Los biodiscos son un sistema de tratamiento biológico secundario para aguas residuales domesticas e industriales biodegradables, del tipo de crecimiento adherido o reactor de película fija. Las lamas o películas biológicas crecen sobre el disco, en rotación a través del agua residual, montados sobre un eje horizontal. El proceso es muy similar al de filtros percoladores, con la película biológica en rotación dentro de agua residual sedimentada y dentro de la atmosfera para proveer oxígeno a los organismos. (Romero, 2004)

**FIGURA N°17:**  
**PLANTAS DE TRATAMIENTO CON BIODISCOS**



**FUENTE:** Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño (Romero,2004)



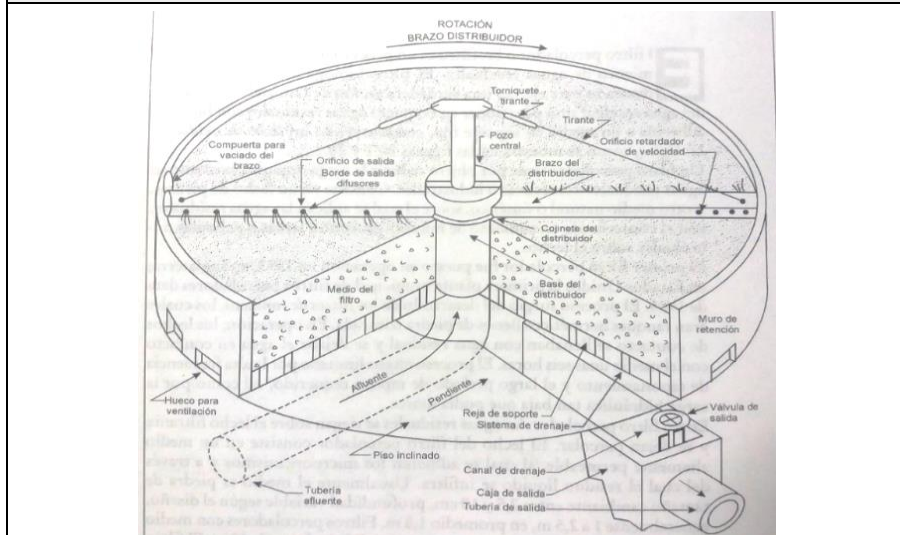
## • FILTROS PERCOLADORES

Un filtro percolador tiene por objetivo reducir la carga orgánica existente en aguas residuales domésticas o industriales. Consiste en un lecho de piedras, u otro medio natural o sintético, sobre el cual se aplican las aguas residuales, con el consecuente crecimiento de microorganismos, lamas o películas microbiales sobre el lecho. (Romero, 2004)

Se ha desarrollado otro tipo de reactor en el que se utiliza algún tipo de soporte del crecimiento biológico, que se mantiene fijo en él. Estos reactores se denominan reactores de crecimiento biológico asistido.

Los filtros percoladores pertenecen a este tipo de reactores de crecimiento asistido. El filtro percolador es un relleno cubierto de limo biológico a través del cual se percola el agua residual. Normalmente el agua residual se distribuye en forma de pulverización uniforme sobre el lecho de relleno mediante un distribuidor rotativo del flujo. El agua residual percola en forma descendente a través del relleno y el efluente se recoge en el fondo. (Ramalho, 2003)

**FIGURA N°18:**  
**ESQUEMA DE UN FILTRO PERCOLADOR**



**FUENTE: Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño (Romero,2004)**

En un filtro percolador, las aguas residuales se riegan sobre el lecho filtrante y se dejan percolar. El lecho del filtro percolador consiste en un medio altamente permeable, al cual se adhieren los microorganismos y a través del cual el residuo líquido se filtra. (Romero, 2004)



El filtro percolador se define la carga hidráulica como el volumen total del líquido, incluyendo recirculación, por unidad de tiempo por unidad de área superficial de filtro. Se expresa generalmente en  $m^3/m^2$  día. Además, se acostumbra expresar la carga orgánica como la relación de la carga de DBO por unidad de tiempo y por unidad de volumen de filtro ( $kg$  DBO/ $m^3$  día), sin incluir la carga orgánica recirculada. (Romero, 2004)

**FIGURA N°19:**

**FILTROS PERCOLADORES PRIMARIOS DE LA PTAR SAN JERÓNIMO - CUSCO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°20:**

**FILTROS PERCOLADORES SECUNDARIOS DE LA PTAR SAN JERÓNIMO - CUSCO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

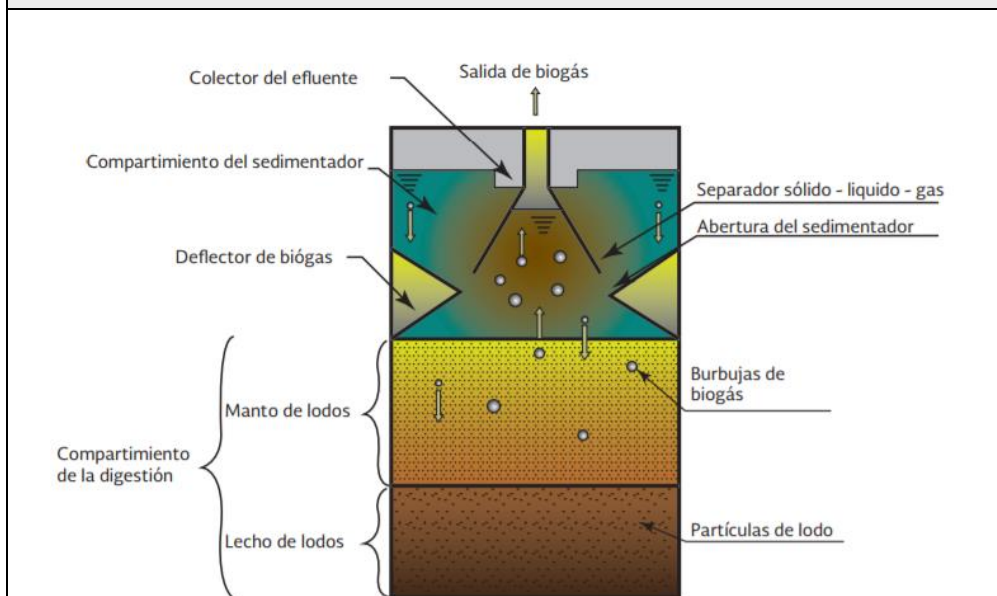


- **REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE (RAFA)**

El RAFA es uno de los procesos biológicos que para su buen funcionamiento requiere un pretratamiento adecuado del agua residual a tratar para que este funcione adecuadamente, ya que, de lo contrario, podría presentarse obstrucciones en las tuberías de alimentación, lo que ocasionaría un mal funcionamiento en el reactor. (Comision Nacional del Agua, 2015)

En el reactor anaerobio de flujo ascendente, el agua residual a tratar es conducida desde la parte superior del reactor (tanque) hacia el fondo del mismo por medio de un sistema de tuberías. El afluente fluye en sentido ascendente a través de un manto de lodos (microorganismos anaerobios) llevándose a cabo de esta forma el tratamiento del agua residual. El biogás producido en condiciones anaerobias (principalmente metano y dióxido de carbono) genera una circulación interior (mezclado). El biogás, el lodo y el líquido tratado ascienden a la parte superior del reactor, en donde entran en contacto con deflectores que permiten la separación del biogás y la sedimentación del lodo. (Comision Nacional del Agua, 2015)

**FIGURA N°21:  
DIBUJO ESQUEMÁTICO DE UN REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE**

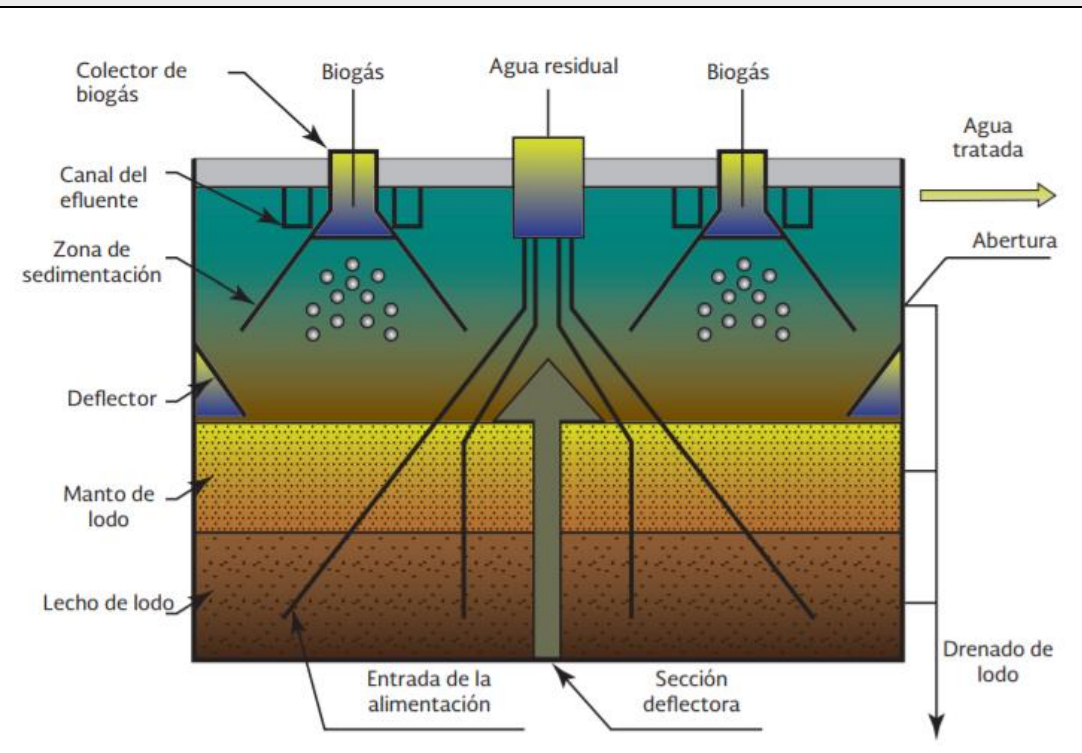


**FUENTE: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Mexico,2015)**





**FIGURA N°22:**  
**ESQUEMA DE REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**



FUENTE: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Mexico,2015)

#### 2.2.2.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

El tratamiento terciario su objetivo fundamental es la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales (Ramalho, 2003)

#### 2.2.2.5. DESINFECCIÓN POR CLORACIÓN Y CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO

El objetivo del sistema de cloración del efluente es eliminar los microorganismos patógenos causantes de enfermedades mediante la adición de una agente biosida, en este caso el gas cloro en cantidades que no representen consecuencias negativas en los usos posteriores del agua. (EPS SEDACUSCO, 2015)

Existen factores que influye en la acción de los desinfectantes tales como la naturaleza del medio líquido: a mayor materia orgánica, menor eficacia y a mayor turbidez, menor eficacia. Como medio de reflexión, el cloro residual tiene efectos tóxicos sobre flora y fauna del medio receptor, por tal motivo es importante el monitoreo constante para mantener un cloro residual no muy alto. (EPS SEDACUSCO, 2015)

**FIGURA N°23:****SALA DE CLORACIÓN Y CONTENEDORES DE CLORO****FUENTE: SEDACUSCO**

### **2.2.3. OPERACIONES FÍSICAS UNITARIAS**

Las operaciones llevadas a cabo en el tratamiento de las aguas residuales, en las que los cambios de las características y propiedades del agua se realizan mediante la aplicación de las fuerzas físicas, se conocen como operaciones físicas unitarias. (Metcalf & Eddy, 1998)

#### **2.2.3.1. MEDICIÓN DE CAUDALES**

Un aspecto crítico en la eficiencia de explotación de una planta moderna de tratamiento de aguas residuales es la correcta selección, uso y mantenimiento de los aparatos de medición de caudal. Un sistema completo de medición de caudal consta de dos elementos: un sensor o detector, y un dispositivo convertidor. (Metcalf & Eddy, 1998)

#### **2.2.3.2. DESBASTE**

La primera operación unitaria que tiene lugar en las plantas de tratamiento es la operación de desbaste. Una rejilla es un elemento con aberturas, generalmente de tamaño uniforme, que se utiliza para retener los sólidos gruesos existentes en el agua residual. (Metcalf & Eddy, 1998)



**FIGURA N°24:**  
**ZONA DE PRETRATAMIENTO**



**FUENTE: SEDACUSCO**

### **2.2.3.3. MEZCLADO**

Es una operación unitaria de gran importancia en muchas fases del tratamiento de aguas residuales, entre las que podemos citar: mezcla completa de sustancias con otra; mezcla de suspensiones líquidas; mezcla de líquidos miscibles; floculación y transferencia de calor. (Metcalf & Eddy, 1998)

### **2.2.3.4. SEDIMENTACIÓN**

La sedimentación se utiliza en los tratamientos de aguas residuales para separar sólidos en suspensión de las mismas. La eliminación de las materias por sedimentación se basa en la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentran, que acaba en el depósito de las materias en suspensión, en algunos casos la sedimentación es el único tratamiento al que se somete el agua residual. (Ramalho, 2003)

La sedimentación de partículas discretas no floculantes puede analizarse mediante las clásicas fórmulas de Newton y Stokes. La ley de Newton proporciona la velocidad final de una partícula como resultado de igualar el peso específico de la partícula a la resistencia por rozamiento o fuerza de arrastre.



$$Fuerza\ gravitatoria = (\rho_{\delta} - \rho)gV$$

$\rho_{\delta}$ : Densidad de la partícula  
 $\rho$ : Densidad del fluido  
 $g$ : aceleración de la gravedad  
 $V$ : Volumen de la partícula

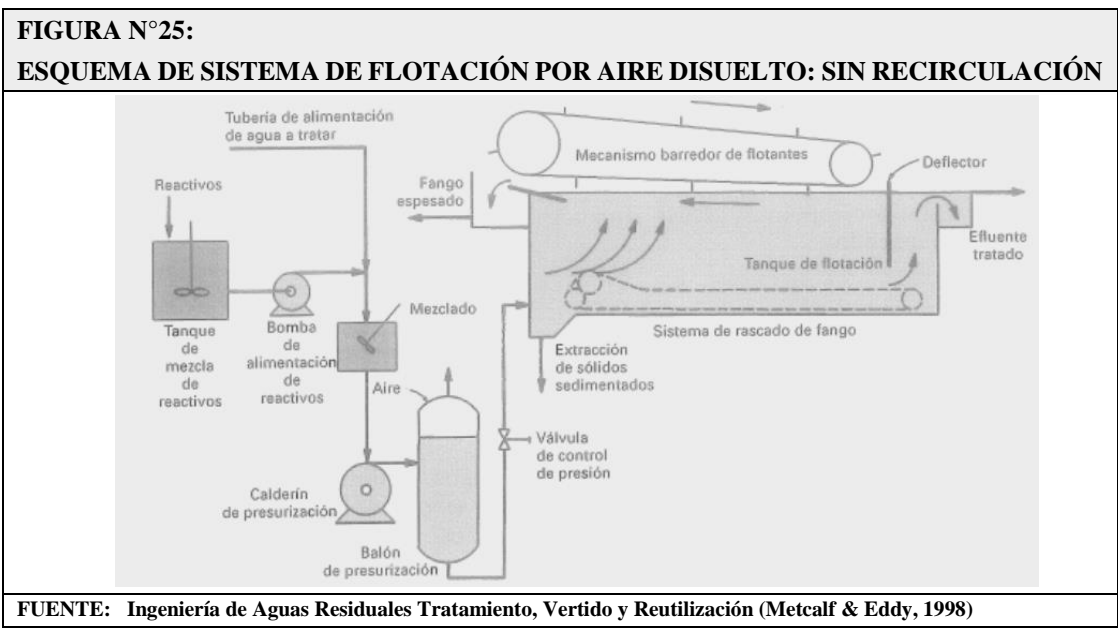
La fuerza de arrastre por unidad de área depende de la velocidad de la partícula, de la densidad y la viscosidad del fluido, y del diámetro de la partícula.

$$Fuerza\ de\ arrastre\ por\ fricción = (C_D A \rho v^2)/2$$

$C_D$ : Coeficiente de arrastre  
 $A$ : Área transversal al flujo  
 $v$ : Velocidad de a partícula

### 2.2.3.5. FLOTACIÓN

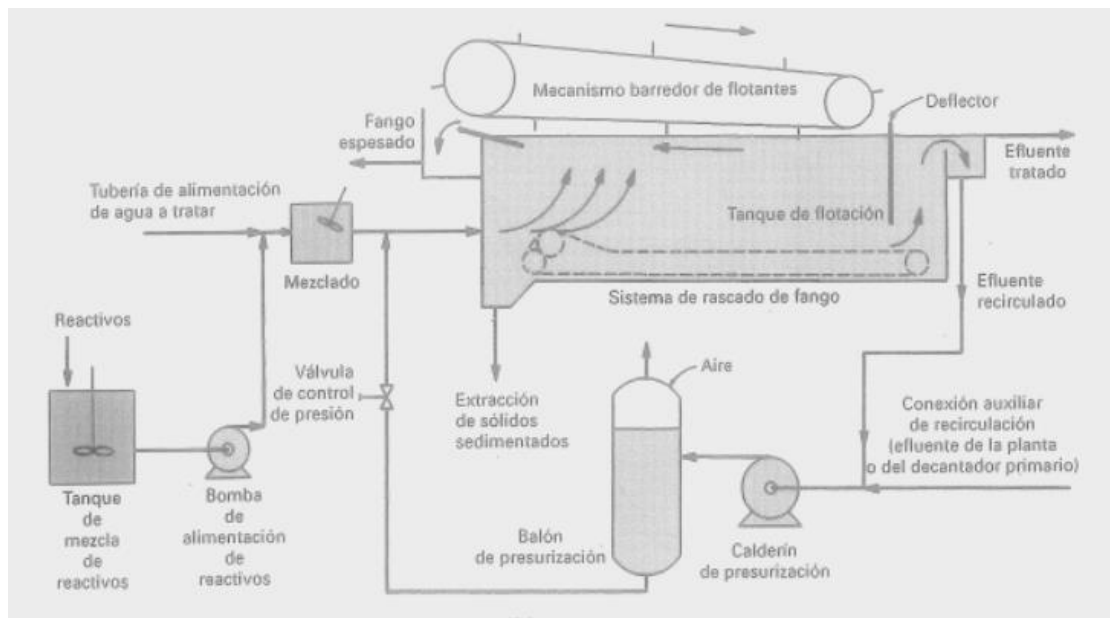
La flotación es una operación unitaria que se emplea para la separación de partículas sólidas o liquidas de una fase liquida. La separación se consigue introduciendo finas burbujas de gas, normalmente aire, en la fase liquida. Las burbujas se adhieren a las partículas, y la fuerza ascensorial que experimenta el conjunto partícula-burbuja de aire hace que suban hasta la superficie del líquido. (Metcalf & Eddy, 1998)





**FIGURA N°26:**

**ESQUEMA DE SISTEMA DE FLOTACIÓN POR AIRE DISUELTO: CON RECIRCULACIÓN**



**FUENTE:** Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización (Metcalf & Eddy, 1998)

#### 2.2.4. CRITERIOS PARA EL DISEÑO

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco presenta una serie de estructuras con características diferentes una de la otra, las cuales son afectadas por los coeficientes de variación diaria y horaria al igual que de parámetros de calidad de agua en función al tipo de tratamiento y función que cumplen dentro del sistema.

La solución de un problema de tratamiento de aguas residuales incluye, generalmente, cinco etapas principales según Jairo Alberto Romero Rojas y son:

- Caracterización del agua residual cruda y definición de las normas de vertimiento.
- Diseño conceptual de los sistemas de tratamiento propuestos, incluyendo la selección de los procesos de cada sistema, los parámetros de diseño y la comparación de costos de las alternativas propuestas.
- Diseño detallado de la alternativa de costo mínimo.
- Construcción.
- Operación y mantenimiento del sistema construido.



### 2.2.4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO

Para el diseño definitivo se ha considerado una DBO<sub>5</sub> de 400 mg/l. Así mismo incluye filtros percoladores con media de PVC tipo Cross Flow de alta carga. Los parámetros que fueron utilizados para el diseño de la PTAR fueron los siguientes (valores para el año 2022):

DESCRIPCION	VALORES
Caudal promedio	446 Lt/s
Caudal maximo diario	580 Lt/s
Caudal maximo Horario	802 Lt/s
*Temperatura promedio ambiental	14.6°C
*DBO <sub>5</sub>	400 mg/Lt
*Solidos suspendidos totales	**500 mg/Lt
*Coliformes Totales	1.96E+06 NMP/100ml
*Coliformes Termotolerantes	2.33E+05 NMP/100ml
(*) valores promedios tomados de la caracterizacion realizado por el Consorcio Nippon Koi el mes de diciembre del año 2009	
(**) en los calculos hidraulicos-sanitarios de la "Memoria Descriptiva"	

**FUENTE: Manual de Operación Línea de Líquidos, Lodos y Gases SEDACUSCO**

### 2.2.5. COMPOSICIÓN DE LOS CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

La composición de los caudales de aguas residuales dependerá principalmente del tipo de sistema de recojo y colecta que se emplee y particularmente puede incluir los siguientes componentes:

- **Agua residual domestica (o sanitaria).** Procedente de zonas residenciales o instalaciones destinadas al comercio, públicas y similares. (Metcalf & Eddy, 1998)  
Agua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)
- **Agua residual industrial.** Agua residual en el cual la predominancia corresponde a vertidos industriales. (Metcalf & Eddy, 1998)
- **Infiltración y aportaciones incontroladas.** Es el agua que ingresa de manera directa o de manera indirecta a la red de alcantarillado. La infiltración corresponde al agua que penetra el sistema debido a juntas defectuosas, grietas y fracturas o paredes porosas presentes a lo largo del sistema. Las aportaciones incontroladas corresponden a aguas

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
pluviales que descargan a la red por medio de alcantarillas pluviales, drenes de cimentaciones, etc. (Metcalf & Eddy, 1998)

- **Aguas pluviales.** Agua correspondiente a la escorrentía superficial producto de las precipitaciones.

- **TIPOS DE SISTEMA DE DRENAJE URBANO**

El drenaje urbano de una ciudad está conformado por los sistemas de alcantarillado, los cuales se clasifican según el tipo de agua que conduzcan (Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano, 2006); así tenemos:

- a) **Sistema de Alcantarillado Sanitario.** - Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- b) **Sistema de Alcantarillado Pluvial.** - Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- c) **Sistema de Alcantarillado Combinado.** - Es el sistema de alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de las lluvias

Para la evacuación de las aguas residuales y pluviales por lo general se utiliza tres tipos de redes de alcantarillado redes sanitarias, pluviales y unitarias. En casos que se emplea únicamente una sola red de alcantarillado se debe añadir el agua producto de las precipitaciones. En cada caso los porcentajes atribuibles respecto a los componentes dependerán de características particulares de la zona y de la época del año. (Metcalf & Eddy, 1998)

En zonas dotadas de red de alcantarillado la determinación de los caudales se llevará a cabo normalmente a partir de la serie de registros históricos o datos obtenidos de aforos.

### 2.2.6. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

Para casos en los cuales resulte complicado la medición directa de los caudales de aguas residuales los datos sobre el abastecimiento de agua resultan de gran ayuda para la determinación de los caudales de aguas residuales, entonces los factores que afectan el abastecimiento de agua serán:



### 2.2.6.1. AGUAS PARA USO PÚBLICO

Normalmente se suelen dividir en cuatro categorías para uso doméstico que contempla el uso en general y sanitario, uso industrial, servicio público como piletas, hidrantes contra incendios, riego de áreas verdes, etc. Y pérdidas de la red, estos valores aproximados se presentan en la siguiente tabla:

**TABLA N° 03:**

**VALORES TÍPICOS DE LOS USOS PÚBLICOS DE AGUA EN LOS ESTADOS UNIDOS**

USO	CAUDAL (l/hab/día)		
	Intervalo	Media	Porcentaje respecto al caudal medio
Domestico	150 – 490	225	36.4%
Industrial (no domestico)	40 – 380	265	42.4%
Servicio Publico	20 – 75	40	6.0%
Perdidas y fugas	40 – 150	95	15.2%

**FUENTE:** Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización  
(Metcalf & Eddy, 1998)

#### 2.2.6.1.1. USO DOMESTICO

El uso doméstico está comprendido por el agua abastecida a zonas urbanas, residenciales, comercios, instituciones y espacios recreacionales y se mide a través de contadores individuales (medidores). (Metcalf & Eddy, 1998)

- **Zonas Residenciales**

El agua que se consume se destina para usos de interiores, duchas, y para exteriores como lavar autos, regar el jardín. Se presentan valores típicos para usos en interiores en la presente tabla, aclarando que para exteriores es más complejo proporcionar valores típicos debido a que varía mucho en cuanto a la situación geográfica, el clima y la época del año. (Metcalf & Eddy, 1998)





**TABLA N° 04:**  
**DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LOS CONSUMOS INTERIORES EN RESIDENCIAS**

USO	Porcentaje del total	USO	Porcentaje del total
Bañeras	8.9	Lavavajillas	3.1
Grifos	11.7	Duchas	21.2
Inodoros	28.4	Perdidas en los inodoros	5.5
Lavadoras	21.2		

FUENTE: Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización (Metcalf & Eddy, 1998)

- **Comercios**

El agua es consumida para fines higiénicos y sanitarios las cuales dependen en gran medida del tipo de servicio que se desarrolla. En la siguiente tabla se proponen algunos valores típicos para el consumo de agua para diferentes tipos de establecimientos comerciales. (Metcalf & Eddy, 1998)

**TABLA N° 05:**  
**ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES: VALORES TÍPICOS DE LOS CONSUMOS**

Usuario	Unidad	Caudal (l/unidad*día)	
		Intervalo	Valor típico
Aeropuerto	Pasajero	15-20	15
Apartamento	Persona	380-760	380
Estación de servicio	Empleado	30-60	50
	Coche servido	380-760	40
Pensión	Persona	95-190	150
Grandes almacenes	Lavabo	1515-2270	2100
	Empleado	30-50	40
Hotel	Cliente	150-225	190
	Empleado	30-50	40
Albergue	Inquilino	110-190	150
Motel	Inquilino	95-150	140
Motel con cocina	Inquilino	95-225	150
Lavandería (self-service)	Lavadora	1515-2460	2100
	Lavado	170-210	190
Oficina	Empleado	30-75	55
Lavabos públicos	Usuario	Oct-20	15
Restaurante			
Convencional	Cliente	30-40	35
Comida rápida	Cliente	Oct-30	20
Bar	Cliente	May-15	10
Centro comercial	Aparcamiento	05-Oct	8
	Empleado	30-50	40
Cine			
Convencional	Butaca	May-15	10
Autocine	Coche	Oct-20	15

FUENTE: Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, Vertido y Reutilización (Metcalf & Eddy, 1998)



- **Instituciones**

Compuesta por el agua que se consume en hospitales, colegios, universidades medido normalmente en base a alguna medida del tamaño y servicio que se presta. (Metcalf & Eddy, 1998)

#### **2.2.6.1.2. USO INDUSTRIAL**

La cantidad de agua con la que los municipios abastecen a las industrias para su uso en los diferentes procesos de producción presenta una gran variabilidad. Las industrias grandes consumidoras de agua suelen abastecerse al margen de las redes públicas de abastecimiento de agua. En cambio, industrias cuyas necesidades y consumos son bastante menores, se abastecen a través de las redes públicas. (Metcalf & Eddy, 1998)

#### **2.2.6.1.3. SERVICIO PÚBLICO**

El agua destinada a los servicios públicos representa el menor de los componentes de uso público de agua, incluye el abastecimiento de edificios públicos, grifos contra incendios, irrigación de espacios verdes municipales y el mantenimiento de infraestructuras. Solo una pequeña parte del agua empleada para estos usos llega a la red de alcantarillado, excepto el caso de los edificios públicos. (Metcalf & Eddy, 1998)

#### **2.2.6.1.4. PÉRDIDAS EN LA RED Y FUGAS**

Con este término englobamos los usos y conexiones no autorizadas, lecturas y calibraciones incorrectas de contadores, contadores mal dimensionados y sistemas de control inadecuado. Las fugas se producen como consecuencia del envejecimiento de la red, calidad de los materiales de construcción y falta de mantenimiento. Es por ello que, aunque los datos sobre abastecimiento y consumo pueden ser de utilidad para estimar los caudales de aguas residuales, debemos verificarlos cuidadosamente. (Metcalf & Eddy, 1998)

#### **2.2.6.2. PROPORCIÓN DE AGUAS DE ABASTECIMIENTO QUE LLEGA A LAS ALCANTARILLAS**

Debido a que las aguas residuales están constituidas principalmente por agua utilizada, es preciso hacer una estimación de la proporción de agua abastecida que llega a las alcantarillas. Una parte importante de agua abastecida no llega a la red de alcantarillado, ya sea por uso en proceso de producción, irrigación de espacios verdes, mantenimiento de infraestructura, apagado de incendios, o porque corresponde a pérdidas y fugas o usuarios no conectados a la

red de recogida. Entre el 60% y el 85% del consumo por habitante se convierte en agua residual. (Metcalf & Eddy, 1998)

## 2.2.7. VARIACIONES PERIÓDICAS DE LOS CAUDALES

### 2.2.7.1. CAUDAL PROMEDIO ( $Q_{prom}$ )

El caudal promedio se define como el promedio de los caudales horarios registrados en un día en los puntos de medición de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Por otra parte, en la práctica este valor medio es “**dato para el diseño**”.

$$Q_{prom} = \frac{\sum_{i=0}^{i=Hf} Q_{hora}}{Hf}$$

Q prom: Caudal medio expresado en (lt/seg)

Q hora: Caudal horario expresado en (lt/seg)

Hf: Horas de funcionamiento

### 2.2.7.2. CAUDAL MÁXIMO DIARIO ( $Q_{MD}$ )

Máximo caudal en 24 horas obtenido a partir de los datos anuales de explotación. Es de especial interés en el proyecto de elementos que contemplen un cierto tiempo de retención, como puede ser de tanques de homogeneización o cloración. (Metcalf & Eddy, 1998)

$$Q_{maxDiario} = K1 * Q_{prom}$$

K1: Coeficiente de variación diaria

Q prom: Caudal medio expresado en (lt/seg)

### 2.2.7.3. CAUDAL MÁXIMO HORARIO ( $Q_{MH}$ )

Es el caudal horario punta que se da en un periodo de 24 horas, obtenido a partir de los datos de explotación anuales. Es de interés para el diseño de colectores, estaciones de bombeo de aguas residuales, medidores de caudal de aguas residuales, desarenadores, tanques de sedimentación, tanques de cloración y conducciones y canales de una planta de tratamiento. (Metcalf & Eddy, 1998)

Caudal a la hora de máxima descarga. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

$$Q_{maxHorario} = K2 * Q_{prom}$$

K2: Coeficiente de variación horario

Q prom: Caudal medio expresado en (lt/seg)



#### 2.2.7.4. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIO Y HORARIO

<b>TABLA N° 06: GASTOS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>		
<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	<b>DISEÑO CON CAUDAL MÁXIMO DIARIO</b>	<b>DISEÑO CON CAUDAL MÁXIMO HORARIO</b>
Obras de llegada		X
Cribas		X
Desarenadores		X
Medidores y repartidores de caudal		X
Tanques de sedimentación	X	X
Sedimentador secundario		X

**FUENTE:** Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.090

##### 2.2.7.4.1. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIO (K1)

El coeficiente de variación diario, es un parámetro adimensional que cumple la función de cubrir las variaciones diarias a lo largo del funcionamiento de una PTAR, este valor contribuirá a dimensionar las estructuras hidráulicas.

##### 2.2.7.4.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIO (K2)

El coeficiente de variación horario, es un parámetro adimensional que cumple la función de cubrir las variaciones horarias a lo largo del funcionamiento de una PTAR, este valor contribuirá a dimensionar las estructuras hidráulicas.

#### 2.2.8. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES

##### 2.2.8.1. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. La DBO es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la

eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas permisibles en fuentes receptoras. (Romero, 2004)

El Reglamento Nacional de Edificaciones mediante la Norma OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales define a la demanda bioquímica de oxígeno como la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C).

La DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Republica de Colombia, 2007)

**TABLA N° 07:**

**CRITERIOS PARA DETERMINAR LA DILUCIÓN APROXIMADA DE LA MUESTRA**

TIPO DE MUESTRA	MILILITROS DE MUESTRA
Residuales domesticas crudas fuertes	0.3 – 0.6 – 1.0
Residuales domesticas crudas normales	0.5 – 1.0 – 1.5
Residuales domesticas (estructuras intermedias)	1.0 – 2.0 – 3.0
Residuales domesticas tratadas (funcionamiento regular)	2.0 – 5.0 - 10
Residuales domesticas tratadas (funcionamiento normal)	5 – 10 - 20
Residuales domesticas tratadas (excelente funcionamiento)	10 – 20 - 50
Residuales lácteas, licores, cervecerías, gaseosas	Aplicar la formula
Aguas superficiales parcialmente contaminadas	5.0 ..... 50
Aguas superficiales no contaminadas	50 – 70 – 90 - 100

**FUENTE: Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Republica de Colombia (2007)**

### 2.2.8.2. SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (STS)

Las aguas crudas naturales contienen tres tipos de sólidos no sedimentables: suspendidos, coloidales y disueltos. Los sólidos suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01 mm) son generalmente sedimentables. (Hernandez A. , 2007)



Los sólidos coloidales consisten en limo fino, bacterias, partículas causantes de color, virus, etc., los cuales no sedimentan sino después de periodos razonables, y su efecto global se traduce en el color y la turbiedad de aguas sedimentadas sin coagulación. Los sólidos disueltos, materia orgánica e inorgánica, son invisibles por separado, no son sedimentables y globalmente causan diferentes problemas de olor, sabor, color y salud, a menos que sean precipitados y removidos mediante métodos físicos y químicos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, 2007)

### 2.2.8.3. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (LMP)

Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental. (Ministerio del Ambiente, 2010)

Presentamos a continuación los Límites Máximos Permisibles contemplados en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.090:

<b>TABLA N° 08: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua</b>
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
PH	unidad	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

**FUENTE: MINAM Ministerio del Ambiente**



#### **2.2.8.4. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada. (Ministerio del Ambiente, 2017)

#### **2.2.9. CONTEXTO TECNOLÓGICO ESPECÍFICO**

Desde un punto de vista teórico, es prudente tener los conocimientos necesarios de hidráulica para de esta forma tener un mejor entendimiento del desarrollo de la investigación; así como, del planteamiento de mejores soluciones técnicas para cada caso.

##### **2.2.9.1. INTRODUCCIÓN**

El flujo de fluidos es complejo y no siempre puede ser estudiado de forma exacta mediante el análisis matemático. Contrariamente a lo que sucede con los sólidos, las partículas de un fluido en movimiento pueden tener diferentes velocidades y estar sujetas a distintas aceleraciones, Tres principios fundamentales que se aplican al flujo de fluidos son: (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

- a) El principio de conservación de masa, a partir del cual se establece la ecuación de continuidad.
- b) El principio de energía cinética, a partir del cual se deduce ciertas ecuaciones aplicables al flujo.
- c) El principio de cantidad de movimiento, a partir del cual se deduce la ecuación para cálculo de fuerzas dinámicas ejercidas por los fluidos en movimiento.

##### **2.2.9.2. FLUJO DE FLUIDOS**

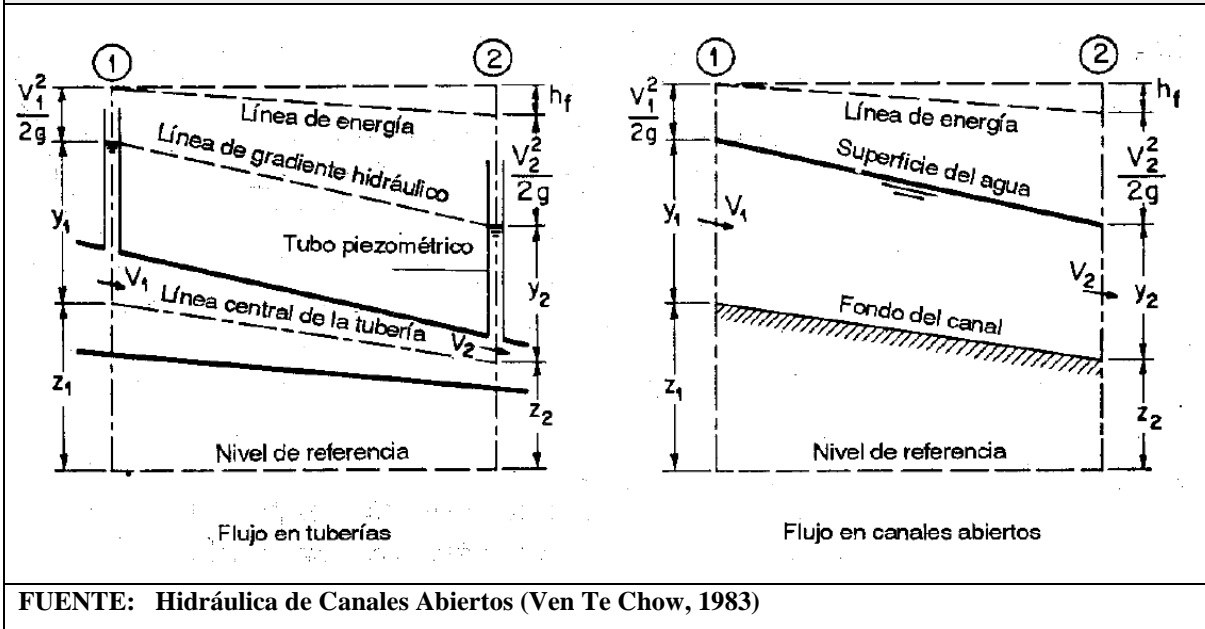
El flujo de fluidos puede ser permanente o no permanente; uniforme o no uniforme; laminar o turbulento; unidimensional, bidimensional o tridimensional, y rotacional o irrotacional. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

El flujo de agua en un conducto puede ser flujo en canal abierto o flujo en tubería. Estas dos clases de flujo son similares en muchos aspectos, pero se diferencian en un aspecto importante. El flujo en canal abierto debe tener una superficie libre, en tanto que el flujo en tubería no lo tiene, debido a que en este caso el agua debe llenar completamente el conducto. Una superficie libre está sometida a presión atmosférica. El flujo en tubería, al estar confinado en un conducto

cerrado, no está sometido a la presión atmosférica de manera directa, sino solo a la presión hidráulica. (Ven Te Chow, 1983)

FIGURA N°27:

COMPARACIÓN DE FLUJO EN TUBERÍAS Y FLUJO EN CANALES ABIERTOS



FUENTE: Hidráulica de Canales Abiertos (Ven Te Chow, 1983)

### 2.2.9.2.1. FLUJO PERMANENTE

El flujo permanente tiene lugar cuando, en un punto cualquiera la velocidad de las sucesivas partículas que ocupan ese punto en los sucesivos instantes de la misma. Por tanto, la velocidad es constante respecto al tiempo o bien  $\delta V / \delta t = 0$ , pero puede variar de un punto a otro, es decir ser variable respecto a las coordenadas espaciales. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

### 2.2.9.2.2. FLUJO UNIFORME

El flujo uniforme tiene lugar cuando el módulo, la dirección y el sentido de la velocidad no varían de un punto a otro del fluido, es decir,  $\delta V / \delta s = 0$ . Este supuesto implica que las otras magnitudes específicas del fluido no varían con las coordenadas espaciales o bien  $\delta y / \delta s = 0$ ,  $\delta \rho / \delta s = 0$ . El flujo de líquidos bajo presión a través de tuberías de diámetro constante y gran longitud es uniforme tanto si el régimen es permanente o no permanente. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

### 2.2.9.2.3. FLUJO NO UNIFORME

El flujo es no uniforme cuando la velocidad, la profundidad, la presión, etc. Varían de un punto a otro en la región del flujo, es decir,  $\delta V / \delta s \neq 0$ . (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)





### 2.2.9.3. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

La ecuación de continuidad es una consecuencia del principio de conservación de masa. Para un flujo permanente, la masa del fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido, por unidad de tiempo, es constante. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003) Esta puede calcularse como sigue:

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 = \text{Constante}$$

$$\gamma_1 A_1 V_1 = \gamma_2 A_2 V_2 = \text{Constante}$$

Para fluidos incompresibles y para todos los casos prácticos en que  $\gamma_1 = \gamma_2$ , la ecuación se transforma en:

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = \text{Constante}$$

Donde  $A_1$  y  $V_1$  son, respectivamente, el área de la sección recta en  $m^2$  y la velocidad media de la corriente en  $m/s$  de la sección 1; con significado análogo en la sección 2. El caudal se mide normalmente en  $m^3/s$  o en  $Lt/s$ .

### 2.2.9.4. ENERGÍA

La energía se define como la capacidad para realizar trabajo. El trabajo resulta al aplicar una fuerza a lo largo de cierto recorrido y, por lo general, se define como el producto de una fuerza por la longitud del recorrido en la dirección de la aplicación. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003) La energía y el trabajo se expresan en las mismas unidades  $Nm$  (Newton-metro). Los fluidos en movimiento poseen energía, la energía aparece en tres formas distintas:

- **Energía Potencial (PE):** Se refiere a la energía que posee el elemento de fluido debido a su elevación respecto a la cota de referencia. La energía potencial viene determinada cuantitativamente por el producto del peso ( $W$ ) del elemento por la distancia vertical de este a la cota de referencia ( $z$ ). Por tanto:

$$PE = W * z$$

- **Energía Cinética (KE):** Se refiere a la energía que posee el elemento fluido debido a su velocidad. La energía cinética viene determinada cuantitativamente por el producto de la masa ( $m$ ) del elemento por el cuadrado de su velocidad ( $V$ ) dividido por dos. Así,

$$KE = \frac{1}{2} mV^2$$

La masa ( $m$ ) puede ser sustituida por  $W/g$  (donde  $W$  es el peso y  $g$  es la aceleración de la gravedad), con lo que

$$KE = \left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{WV^2}{g}\right)$$

- **Energía de Presión (FE):** Llamada algunas veces energía del fluido, es la cantidad de trabajo que se requiere para forzar al fluido a moverse a través de cierta distancia contra la presión. La energía de presión se puede calcular determinando el trabajo necesario para mover el elemento de fluido una distancia igual a la longitud del segmento recorrido ( $d$ ). La fuerza que realiza el trabajo es igual al producto de la presión ( $\rho$ ) por el área de la sección recta ( $A$ ) del elemento. De aquí,

$$FE = \rho Ad$$

El término  $Ad$  es, de hecho, el volumen del elemento, que puede reemplazarse por  $W/\gamma$ , donde  $\gamma$  es el peso específico del fluido. Por tanto,

$$FE = \rho * W/\gamma$$

- **Energía Total (E):** Es la suma de la energía potencial, cinética y de presión. Es decir,

$$E = Wz + \frac{WV^2}{2g} + \frac{\rho W}{\gamma}$$

Modificando a ecuación anterior al expresar la energía total como “altura de carga” ( $H$ ) dividiendo todos los términos de la ecuación por  $W$ , peso del fluido. Se tiene

$$H = z + \frac{V^2}{2g} + \frac{\rho}{\gamma}$$

Altura de carga (m) = cota + altura de velocidad + altura de presión

#### 2.2.9.5. ECUACIÓN DE ENERGÍA

Se obtiene la ecuación de la energía al aplicar al flujo fluido el principio de conservación de la energía. La energía que posee un fluido en movimiento está integrada por la energía interna y las energías debido a la presión, a la velocidad y a su posición en el espacio. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

En la dirección del flujo, el principio de energía se traduce en la siguiente ecuación, al hacer el balance de la misma:

$$\frac{\text{Energía en la sección 1}}{\text{la sección 1}} + \frac{\text{Energía añadida}}{\text{añadida}} - \frac{\text{Energía perdida}}{\text{perdida}} - \frac{\text{Energía Extraída}}{\text{Extraída}} = \frac{\text{Energía en la sección 2}}{\text{la sección 2}}$$



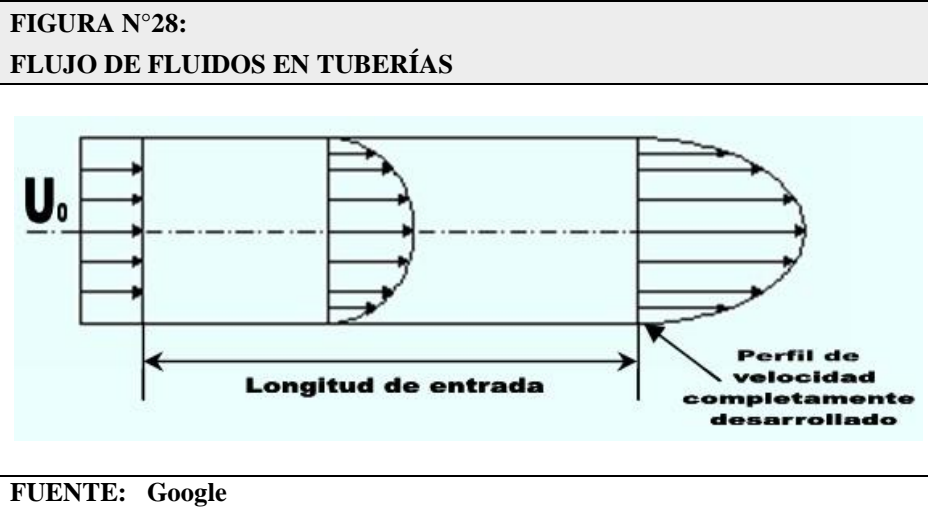
Esta ecuación, en los flujos permanentes de fluidos incompresibles, con variaciones en su energía interna despreciables, se reduce a

$$\left( Z_1 + \frac{\rho_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} \right) + H_A - H_L - H_E = \left( Z_2 + \frac{\rho_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

La ecuación anterior se conoce con el nombre de teorema de Bernoulli

### 2.2.9.6. FLUJO DE FLUIDOS EN TUBERÍAS

Tiene lugar a tubo lleno, el flujo se produce por diferencia de presiones, de una sección de mayor presión a una sección de menor presión. Además, se considera que el flujo es permanente ósea que  $\delta V / \delta t = 0$ .



#### 2.2.9.6.1. TIPOS DE FLUJOS EN TUBERÍAS

- **FLUJO LAMINAR**

En el flujo laminar las partículas fluidas se mueven según trayectorias paralelas, formando el conjunto de ellas capas o laminas. El módulo de las velocidades de capas adyacentes no tiene el mismo valor. El flujo laminar está gobernado por la ley que relaciona la tensión cortante con la velocidad de deformación angular, es decir, la tensión cortante es igual al producto de la viscosidad del fluido por el gradiente de las velocidades o bien  $\tau = \mu dv/dy$  (Arangoitia Valdivia V., 2014)

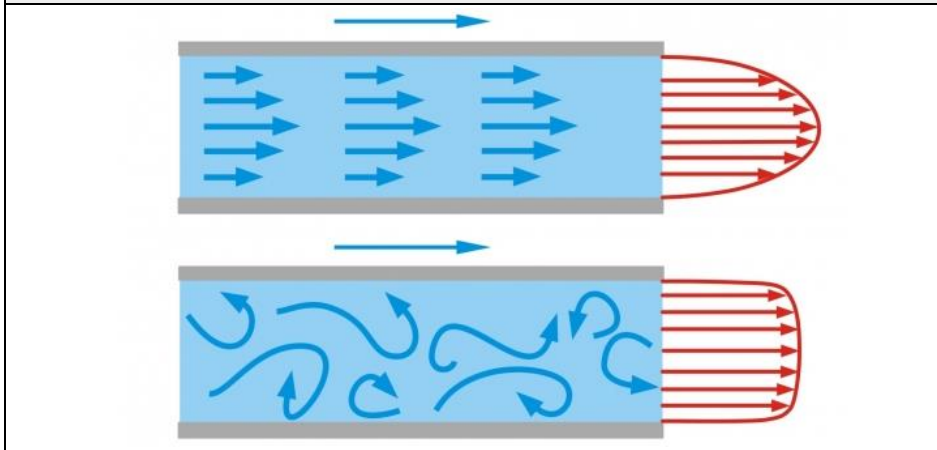
- **FLUJO TURBULENTO**

En el flujo turbulento las partículas fluidas se mueven de forma desordenada en todas las direcciones. Es imposible conocer la trayectoria de una partícula individualmente.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003) La tensión cortante en el flujo turbulento puede expresarse:

$$\tau = (\mu + \eta) \frac{dv}{dy}$$

**FIGURA N°29:**  
**FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO EN TUBERÍAS**



FUENTE: Google

**2.2.9.6.2. NUMERO DE REYNOLDS (Re)**

El número de Reynolds, que es un grupo adimensional, viene dado por cociente de las fuerzas de inercia por las fuerzas debidas a la viscosidad. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

$$\text{Numero de Reynolds}(Re) = \frac{V * D * \rho}{\mu} = \frac{V * D}{\nu}$$

- Donde:
- $V =$  Velocidad media en (m/s)
  - $D =$  Diametro de la tuberia en (m)
  - $\nu =$  Viscosidad cinemática del fluido en (m<sup>2</sup>/s)
  - $\rho =$  Densidad del fluido en (kg/m<sup>3</sup>)
  - $\mu =$  Viscosidad absoluta en (kg \* s/m<sup>2</sup>)

**TABLA N° 09:**  
**CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FLUJO SEGÚN EL NUMERO DE REYNOLDS (Re)**

Numero de Reynolds (Re)	Clasificación de Flujo
Re < 2000	Flujo Laminar
2000 < Re < 4000	Flujo Critico
4000 < Re	Flujo Turbulento

FUENTE: Apuntes del curso Mecánica de Fluido e Hidráulica (Arangoitia V, 2014)



### 2.2.9.6.3. PERDIDA DE CARGA EN LAS TUBERÍAS

Se refiere al término de la pérdida de energía en la ecuación de energía ( $h_f$ ). Existen dos fórmulas para el cálculo de a pérdida de carga (Arangoitia Valdivia V., 2014), las cuales son:

- **ECUACIÓN DE HAZEN Y WILLIAMS**

Es una ecuación aproximada elaborada en los EEUU para el cálculo de pérdida de cargas en tuberías que conducen agua exclusivamente. (Arangoitia Valdivia V., 2014)

$$h_f = \frac{6.8 * L * V^{1.85}}{C^{1.85} * D^{0.54}}$$

- Donde:
- $L$  = Longitud de la tubería (m)
  - $V$  = Velocidad media del flujo m/s
  - $D$  = Diametro de la tubería (m)
  - $C$  = Coeficiente de fricción de Hazen Williams

**TABLA N° 10:**  
**COEFICIENTE “C” DE HAZEN - WILLIAMS**

Materia, clase y estado del tubo	C
Tuberías de plástico nuevas	150
Tuberías muy pulidas (fibrocemento)	140
Tubería de hierro nuevas y pulidas	130
Tuberías de Hormigón Armado	128
Tuberías de acero nuevas	120
Tuberías de palastro roblonado nuevas	114
Tuberías de acero usadas	110
Tuberías de fundición nuevas	100
Tuberías de palastro roblonado usadas	97
Tuberías de fundición usadas	90-80

**FUENTE: Mecánica de Fluidos e Hidráulica (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)**

- **ECUACIÓN DE DARCY – WEISBACH**

Es una ecuación analíticamente determinada por medio del análisis dimensional. Considera para el cálculo de la pérdida de carga las características de la tubería y las del

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
fluido (útil para cualquier liquido no solamente para agua) (Arangoitia Valdivia V.,  
2014)

$$hf = f \frac{L * V^2}{2Dg}$$

- Donde:  $L =$  Longitud de la tubería (m)  
 $V =$  Velocidad media del flujo m/s  
 $D =$  Diametro de la tubería (m)  
 $g =$  Aceleracion de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
 $f =$  Coeficiente de friccion que depende de  $\varepsilon$  y de  $Re$

#### ○ EL FACTOR DE FRICCIÓN “f” DE LA ECUACIÓN DE DARCY - WEISBACH

El factor o coeficiente f puede deducirse matemáticamente, depende de las características de tubo (rugosidad  $\varepsilon$ ) y de las características del fluido. Se determina en función al régimen del flujo ( $Re$ ). (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

- **Régimen Laminar:** El valor de f viene dado por la ecuación de Hagen – White

$$f = \frac{64}{Re}$$

- **Régimen Turbulento:** El valor de f viene dado por la ecuación de Colebrook – White

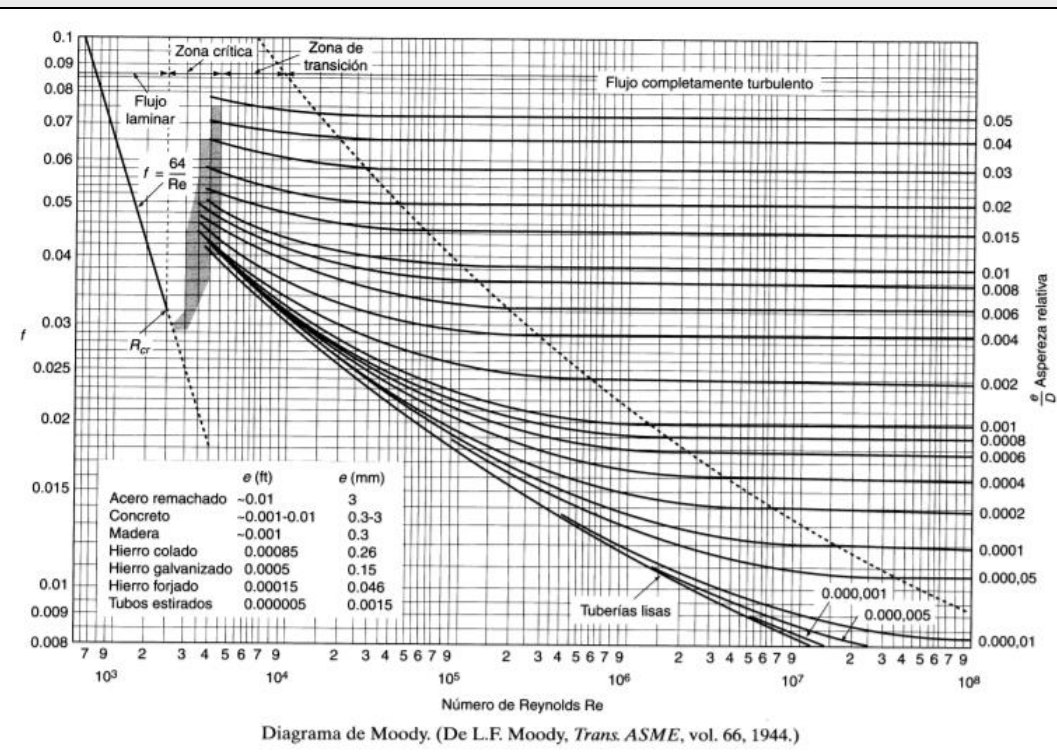
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log} \left[ \frac{\varepsilon/D}{3.70} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right]$$

Donde:  $\varepsilon/D =$  Rugosidad relativa

Para la determinación del coeficiente f se empleará el Abaco denominado Diagrama de MOODY



**FIGURA N°30:**  
**DIAGRAMA DE MOODY**



FUENTE: Mecánica de Fluidos e Hidráulica (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

El desarrollo viene dado por la ecuación de Swamme - Jain

$$f = \frac{1.325}{\left[ \ln \left( \frac{\epsilon/D}{3.70} + \frac{5.74}{Re^{0.90}} \right) \right]^2}$$

### 2.2.9.7. FLUJO DE FLUIDOS EN CANALES ABIERTOS

El flujo en canal abierto tiene lugar cuando los líquidos fluyen por acción de la gravedad y solo están parcialmente envueltos por un contorno sólido. En el flujo de canales abiertos, el líquido que fluye tiene superficie libre y sobre el no actúa otra presión que la debida a su propio peso y a la presión atmosférica. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

**FIGURA N°31:****TESISTA REALIZANDO MEDICIONES EN EL CANAL DE INGRESO DE LA PTAR****FUENTE: Elaboración Propia**

#### 2.2.9.7.1. TIPOS DE FLUJOS EN CANALES

- **FLUJO PERMANENTE Y NO PERMANENTE**

Se dice que el flujo en un canal abierto es permanente si la profundidad del flujo no cambia o puede suponerse constante durante el intervalo de tiempo en consideración. El flujo es no permanente si la profundidad cambia con el tiempo. (Ven Te Chow, 1983)

- **FLUJO UNIFORME Y FLUJO VARIADO**

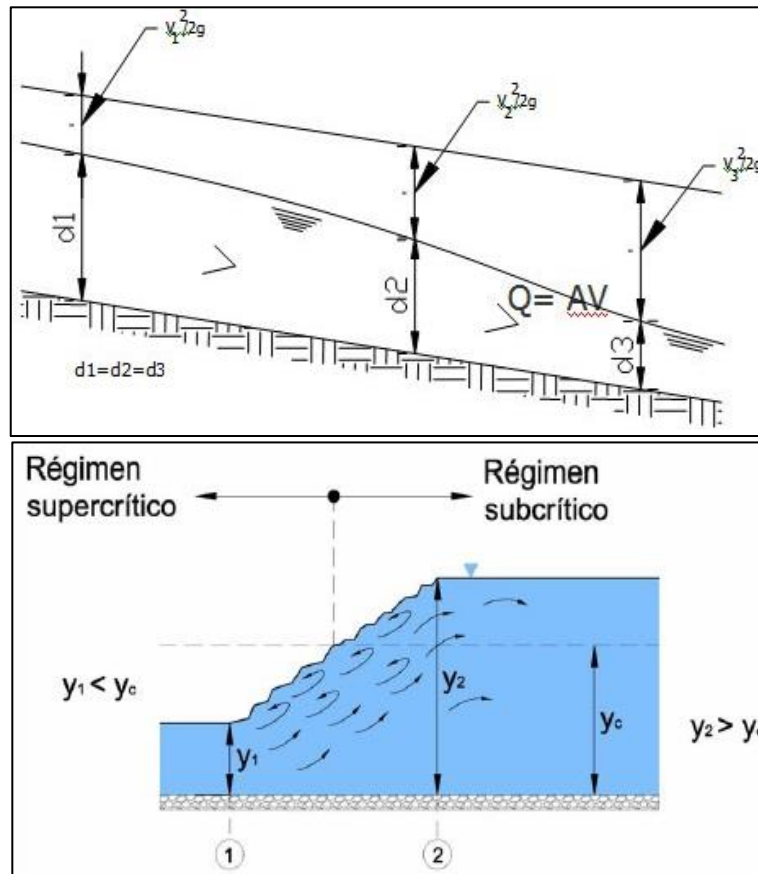
Se dice que el flujo en un canal abierto es uniforme si la profundidad del flujo es la misma en cada sección del canal. Un flujo uniforme puede ser permanente o no permanente, según cambie o no la profundidad respecto al tiempo. (Ven Te Chow, 1983)

El flujo es variado si la profundidad de flujo cambia a lo largo del canal. El flujo variado puede ser permanente o no permanente. El flujo variado puede clasificarse además como rápidamente variado o gradualmente variado. (Ven Te Chow, 1983)





**FIGURA N°32:**  
**FLUJO GRADUALMENTE VARIADO Y FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO**



FUENTE: Google

El flujo uniforme y permanente comprende de dos condiciones de flujo. El flujo permanente, como se define para el flujo en tuberías, se refiere a la condición según la cual las características del flujo en un punto no varían con el tiempo ( $\delta V / \delta t = 0$ ,  $\delta y / \delta t = 0$ , etc.) (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

- **FLUJO LAMINAR**

El flujo laminar en canales abiertos se dará para valores del número de Reynolds  $Re$  de 2000 o menores. El flujo puede ser laminar hasta  $Re=10000$ . Para el flujo en canales abiertos,  $Re=4RV/v$ , donde  $R$  es el radio hidráulico (área de la sección recta dividida por el perímetro mojado),  $V$ =velocidad de corriente, y  $v$ =viscosidad cinemática. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

**2.2.9.7.2. CLASES DE CANALES ABIERTOS**

- **CANALES NATURALES**

Los canales naturales incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la Tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyos en zonas montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes y estuarios de mareas. (Ven Te Chow, 1983)

**FIGURA N°33:****CLASIFICACIÓN DE CANALES ABIERTOS: Canales Naturales****FUENTE: Google**

- **CANALES ARTIFICIALES**

Los canales artificiales son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano. Las propiedades hidráulicas de estos canales pueden ser controlados hasta el nivel deseado o diseñadas para cumplir unos requisitos determinados. (Ven Te Chow, 1983)

**FIGURA N°34:****CLASIFICACIÓN DE CANALES ABIERTOS: Canales Artificiales****FUENTE: Google**



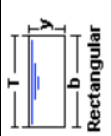
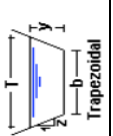
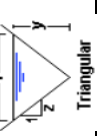
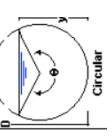
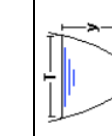
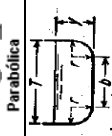

### **2.2.9.7.3. GEOMETRÍA DE CANAL**

Un canal construido con una sección transversal invariable y una pendiente de fondo constante se conoce como un canal prismático. De otra manera el canal es no prismático; la sección de un canal se refiere a la sección y transversal de un canal tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo. (Ven Te Chow, 1983)

Los canales a menudo se diseñan con secciones de figuras geométricas regulares. La tabla N°12 relaciona 7 formas geométricas utilizadas comúnmente.



**TABLA N° 11:**  
**ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE SECCIONES DE CANAL**

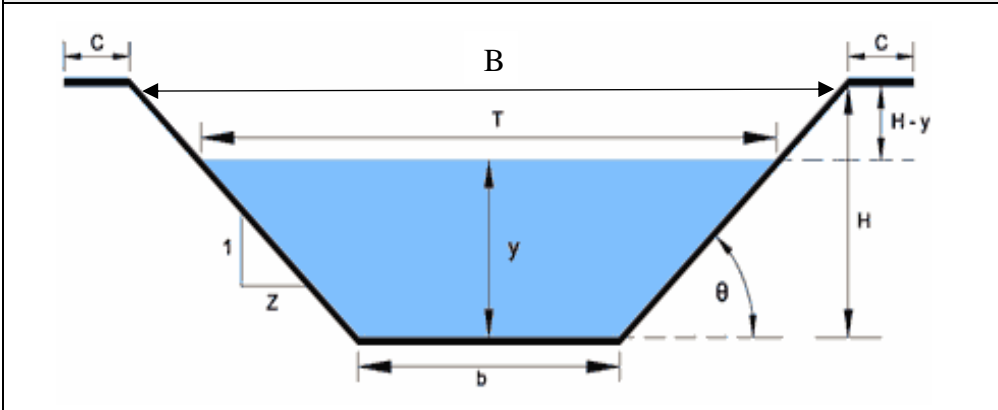
Sección	Área A	Perímetro Mojado P	Radio Hidráulico R	Ancho Superficial T	Prof. Hidráulica D	Factor de Sección Z
 Rectangular	$b * y$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	$b$	$y$	$by^{1.5}$
 Trapezoidal	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2yz$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2yz}$	$\frac{[(b + zy)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2yz}}$
 Triangular	$z * y^2$	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{yz}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2yz$	$\frac{1}{2y}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zy^{2.5}$
 Circular	$\frac{D^2}{8}(\theta - Sen\theta)$	$\frac{D}{2}\theta$	$\frac{D}{4}\left(1 - \frac{Sen\theta}{\theta}\right)$	$D Sen(\theta/2)$ $0$ $2\sqrt{y(D - y)}$	$\frac{1}{8}\left(\frac{\theta - Sen\theta}{Sen(\theta/2)}\right)D$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - Sen\theta)^{1.5}}{32(Sen(\theta/2))^{0.5}}D^{2.5}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{2y^{2*}}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T^2 + 8y^2}$ *	$\frac{3A}{2y}$	$\frac{2}{3y}$	$\frac{2}{9}\sqrt{6T}y^{1.5}$
 Rectángulo con esquinas redondeadas (y > l)	$\left(\frac{\pi}{2} - 2\right)r^2 + (b + 2r)y$	$(\pi - 2)r + b + 2y$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y}{(\pi - 2)r + b + 2y}$	$b + 2r$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2}{b + 2r} + y$	$\frac{[(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2r}}$
 Triángulo con fondo redondeado	$\frac{T^2}{4z} - \frac{r^2}{z}(1 - z Cot^{-1}z)$	$\frac{T}{z}\sqrt{1 - z^2} - \frac{2r}{z}(1 - z Cot^{-1}z)$	$\frac{A}{P}$	$2[z(y - r) + r\sqrt{1 + z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aproximación satisfactoria para el intervalo <math>0 &lt; x \leq 1</math>, donde <math>x = 4y/T</math>. Cuando <math>x &gt; 1</math>, utilice la expresión exacta <math>P = (T/2)[\sqrt{1 + x^2} + 1/xLn(x + \sqrt{1 + x^2})]</math></li> </ul>						

FUENTE: Hidráulicas de Canales Abiertos (Ven Te Chow, 1983)

**2.2.9.7.4. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE UNA SECCIÓN DE CANAL**

Los elementos geométricos son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes y se usan con amplitud en el cálculo del flujo. (Ven Te Chow, 1983)

**FIGURA N°35:  
ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CANAL**



FUENTE: Google

- Donde:
- $b$  = Ancho del canal
  - $B$  = Ancho de la embocadura o de la base mayor
  - $y$  = Tirante (profundidad del agua)
  - $z$  = Talud,  $\text{Cotan}\theta$  (inclinación de la pared lateral del canal)
  - $H$  = Profundidad del canal
  - $H - y$  = Borde libre
  - $T$  = Ancho del espejo de agua
  - $c$  = Berma

**2.2.9.7.5. DETERMINACIÓN DE CAUDAL EN CANALES ABIERTOS**

Los elementos geométricos son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo

- **FORMULA DE CHEZY**

Para flujo uniforme y permanente



$$V = C\sqrt{RS}$$

Donde:  $V =$  Velocidad media

$C =$  Coeficiente

$R =$  Radio hidraulico

$S =$  Pendiente de la linea de alturas totales

El coeficiente C puede obtenerse aplicando cualquiera de las siguientes expresiones:

TABLA N° 12: COEFICIENTE "C" DE CHEZY	
C	Según
$C = \sqrt{\frac{8g}{f}}$	
$C = \frac{23 + \frac{0.00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}} \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right)}$	Kutter
$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$	Manning
$C = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$	Bazin
$C = -23.2 \lg \left(1.811 \frac{C}{Re} + \frac{\varepsilon}{R}\right)$	Powell

FUENTE: Mecánica de Fluidos e Hidráulica (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

• **FORMULA DE MANNING**

Para el flujo uniforme y permanente, se aplicará la siguiente formula:

$$Q = AV = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} A$$

Donde:  $V =$  Velocidad media

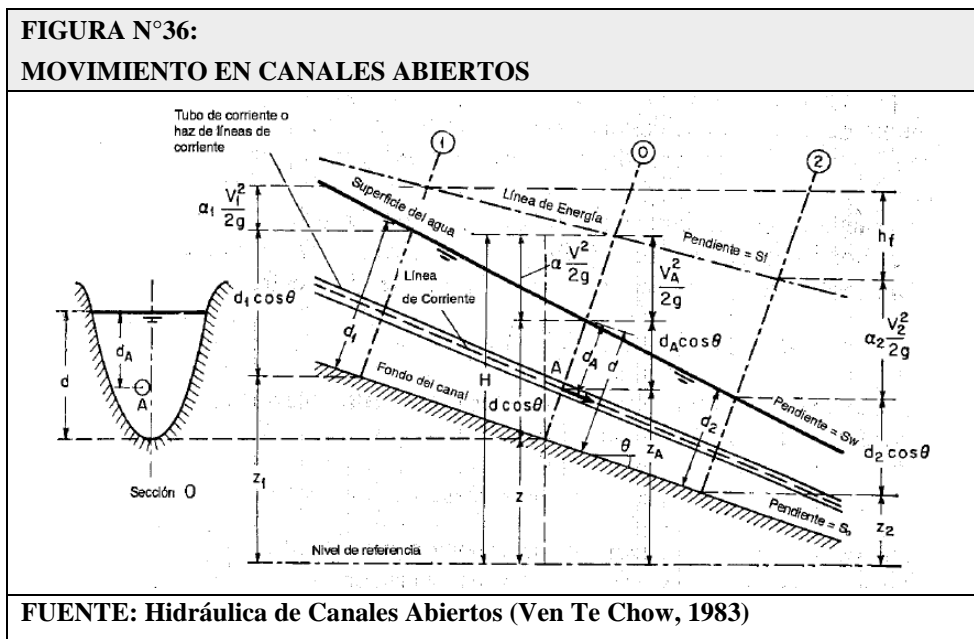
$n =$  Coeficiente de friccion de Manning

$R =$  Radio hidraulico

$S =$  Pendiente de la linea de alturas totales

$A =$  Area de la seccion transversal

Las condiciones ligadas al flujo uniforme y permanente se llaman normales.



#### 2.2.9.7.6. PERDIDA DE CARGA

Expresada en los términos de Manning es:

$$h_L = \left[ \frac{V_n}{R^{2/3}} \right]^2 L, \text{ haciendo } S = h_L/L$$

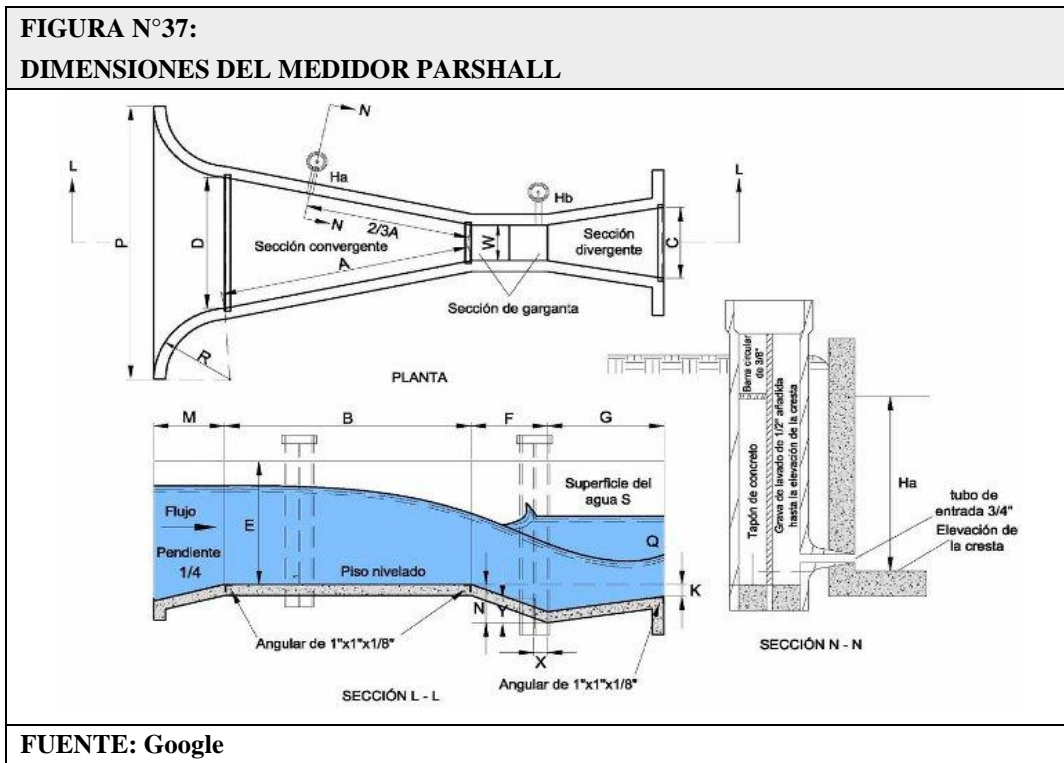
En el caso de flujo no uniforme pueden emplearse los valores medios de  $V$  y  $R$  con aceptable precisión. Para un canal largo se emplearán longitudes cortas en las que los cambio de en profundidad sean de la misma magnitud. (Giles R., Evett J. y Liu C., 2003)

#### 2.2.9.8. CANAL PARSHALL

El canal Parshall o también llamado medidor Parshall, es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal determinado. Es un medidor de régimen crítico, siendo idealizado por Ralph L. Parshall, ingeniero del servicio de irrigación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Los medidores Parshall son identificados nominalmente por el ancho de su garganta. (Lux M., 2010)

##### 2.2.9.8.1. DIMENSIONES DEL MEDIDOR PARSHALL

Los medidores menos empleados son los de 1 pulg (2.54 cm) de ancho de garganta y el mayor construido hasta hoy mide 50 pies (15.24 m) y tiene una capacidad para 85,000 l/s. (De Azevedo J., 1998)



La Tabla N°13 incluye las dimensiones típicas para los medidores Parshall hasta de 10 pies (3.05m)

**TABLA N° 13:**  
**DIMENSIONES TÍPICAS DE MEDIDORES PARSHALL**

W	A	B	C	D	E	F	G	K	N	
1"	2.5	36.30	35.60	9.30	16.80	22.90	7.60	20.30	1.90	2.90
3"	7.6	46.60	45.70	17.80	25.90	38.10	15.20	30.50	2.50	5.70
6"	15.2	62.10	61.00	39.40	40.30	45.70	30.50	61.00	7.60	11.40
9"	22.9	88.00	86.40	38.00	57.50	61.00	30.50	45.70	7.60	11.40
1´	30.5	137.20	134.40	61.00	84.50	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
1 ½´	45.7	144.90	142.00	76.20	102.60	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
2´	61	152.50	149.60	91.50	120.70	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
3´	91.5	167.70	164.50	122.00	157.20	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
4´	122	183.00	179.50	152.50	193.80	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
5´	152.5	198.30	194.10	183.00	230.30	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
6´	183	213.50	209.00	213.50	266.70	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
7´	213.5	228.80	224.00	244.00	303.00	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
8´	244	244.00	239.20	274.50	340.00	91.50	61.00	91.50	7.60	22.90
10´	305	274.50	427.00	366.00	475.90	122.00	91.50	183.00	15.30	34.30

**FUENTE: Manual de Hidráulica (De Azevedo J., 1998)**





### 2.2.9.8.2. USOS DEL MEDIDOR PARSHALL

El medidor Parshall fue creado teniendo como objetivo principal la irrigación. Los de menor tamaño se usan para regular la descarga de agua distribuida a propiedades agrícolas y los de mayor tamaño se utilizan en grandes canales de riego. (Lux M., 2010)

Los medidores Parshall también se utilizan en estaciones de tratamiento para la inyección de sustancias químicas, aprovechando el resalto hidráulico.

A continuación, se presenta una tabla con los rangos de caudales en los que se recomienda operen de forma eficiente los canales Parshall, trabajando a descarga libre.

**TABLA N° 14:**  
**RANGO DE CAUDALES DE OPERACIÓN EN CANALES PARSHALL**

Ancho de Garganta W		Caudal Q (l/s)	
pulg	cm	Mínimo	Máximo
3"	7.6	0.85	53.8
6"	15.2	1.52	110.4
9"	22.9	2.55	251.9
1'	30.5	3.11	455.6
1 ½'	45.7	4.25	696.2
2'	61	11.89	936.7
3'	91.5	17.26	1426.3
4'	122	36.79	1921.5
5'	152.5	62.8	2422
6'	183	74.4	2929
7'	213.5	115.4	3440
8'	244	130.7	3950
10'	305	200	5660

FUENTE: Manual de Hidráulica (De Azevedo J., 1998)

### 2.2.9.8.3. FORMULAS Y TABLAS PARA EL CALCULO DEL CAUDAL EN UN MEDIDOR PARSHALL

Según experimentos y ensayos realizados utilizando canales Parshall se han obtenido ecuaciones para calcular el caudal de tipo potencial.

$$Q = K * H^n$$

Y siendo el valor de "n" según ensayos, muy cercanos a 3/2.

En la Tabla N°15 se presentan os valores de coeficiente “K” para los sistemas métrico e inglés, así como del exponente “n”. (De Azevedo J., 1998)

**TABLA N° 15:**  
**VALORES DE EXPONENTE “n” Y COEFICIENTE “K”**

W		n	K	
pulg	cm		Unidades métricas	Unidades inglesas
3”	7.6	1.547	0.176	0.992
6”	15.2	1.58	0.381	2.06
9”	22.9	1.53	0.535	3.07
1´	30.5	1.522	0.69	4
1 ½´	45.7	1.538	1.054	6
2´	61	1.55	1.426	8
3´	91.5	1.566	2.182	12
4´	122	1.578	2.935	16
5´	152.5	1.587	3.728	20
6´	183	1.595	4.515	24
7´	213.5	1.601	5.306	28
8´	244	1.606	6.101	32

**FUENTE: Manual de Hidráulica (De Azevedo J., 1998)**



## 2.3. HIPÓTESIS

### 2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los valores de coeficiente de variación diaria y horario del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco con respecto a los caudales máximos diarios y horarios reales, son 1.3 a 1.8 para el coeficiente de variación diario y 1.8 a 2.5 para el coeficiente de variación horaria, además tienen una alta relación con la calidad de agua de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo.

### 2.3.2. SUB HIPÓTESIS

#### a) SUB HIPÓTESIS N°01

El coeficiente de variación diario real del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residual del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco varían entre 1.3 y 1.8

#### b) SUB HIPÓTESIS N°02

El coeficiente de variación horario real del caudal de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residual del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco varían entre 1.8 y 2.5

#### c) SUB HIPÓTESIS N°03

El caudal máximo diario real es mayor 400 Lt/s y menor a 700 Lt/s, el caudal máximo horario real es mayor 600 Lt/s y menor a 802 Lt/s y el caudal promedio real es mayor 400 Lt/s en la Planta de Tratamiento de Aguas Residual del distrito de San Jerónimo de la ciudad de la ciudad del Cusco.

#### d) SUB HIPÓTESIS N°04

La relación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con respecto al caudal máximo diario de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco en el punto de ingreso es superior a los límites máximos permisibles y en el punto de salida es menor.

#### e) SUB HIPÓTESIS N°05

La relación de los Solidos Totales en Suspensión con respecto al caudal máximo diario de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco en el punto de ingreso es superior a los límites máximos permisibles y en el punto de salida es menor.

**f) SUB HIPÓTESIS N°06**

Los parámetros de calidad de agua como el DBO y los Sólidos Totales en Suspensión del Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo están dentro de los Límites Máximos Permisibles.

**2.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES****2.4.1. VARIABLES INDEPENDIENTES****X<sub>1</sub>: Caudal Máximo Diario**

## DEFINICIÓN:

- Es el mayor valor de los caudales medidos de una serie constituida por caudales promedios diarios para un determinado tiempo de estudio.

## INDICADORES:

- Valor máximo de los caudales medios diarios (Lt/s)

**X<sub>2</sub>: Caudal Máximo Horario**

## DEFINICIÓN:

- Mayor valor del caudal registrado durante un día de estudio en el periodo de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

## INDICADORES:

- Valor máximo del caudal registrado durante un día de estudio. (Lt/s)

**2.4.2. VARIABLES DEPENDIENTES****Y<sub>1</sub>: Coeficiente de Variación Diaria**

## DEFINICIÓN:

- Relación del caudal máximo diario y el caudal promedio

## INDICADORES:

- Valor del cociente del caudal máximo diario con el caudal promedio

**Y<sub>2</sub>: Coeficiente de Variación Horaria**

## DEFINICIÓN:

- Relación del caudal máximo horaria y el caudal promedio

## INDICADORES:



- Valor del cociente del caudal máximo horario con el caudal promedio

### **Y3: Caudal Promedio**

#### DEFINICIÓN:

- Valor promedio de los caudales medidos (Lt/s)

#### INDICADORES:

- Es el valor promedio de los caudales medidos durante un tiempo de estudio.  
(Lt/s)

### **Y4: Calidad de Agua Residual**

#### **Y4.1: DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)**

#### DEFINICIÓN:

- Cantidad de Oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica

#### INDICADORES:

- Oxígeno Disuelto Inicial (mg/Lt)
- Oxígeno Disuelto Final (mg/Lt)
- Relación entre fracción de AR y la muestra (coef.)

#### **Y4.2: Sólidos Totales en Suspensión**

#### DEFINICIÓN:

- Cantidad de sólidos presentes en suspensión en el agua residual

#### INDICADORES:

- Peso promedio antes de filtrar (mg)
- Peso promedio después de filtrar mg)
- Volumen de agua de muestra (ml)

2.4.3. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N° 16:

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

DENOMINACIÓN DE VARIABLE	NIVEL	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
<b>X<sub>1</sub>:</b> Caudal Máximo Diario  <b>X<sub>2</sub>:</b> Caudal Máximo Horaria	400 Lt/s – 700Lt/s	Es el mayor valor de los caudales medidos de una serie constituida por caudales promedios diarios para un determinado tiempo de estudio.	Valor máximo de los caudales medios diarios (Lt/s)	Medidor Automatizado de Caudales Guías de observación.
	600 Lt/s – 802 Lt/s	Mayor valor del caudal registrado durante un día de estudio en el periodo de funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	Valor máximo del caudal registrado durante un día de estudio (Lt/s)	Medidor Ultrasonico de tiempo de tránsito. Guías de observación.
<b>Y<sub>1</sub>:</b> Coeficiente de Variación Diaria	1.1 – 1.8	Relación del caudal máximo diario y el caudal promedio	Valor del cociente del caudal máximo diario con el caudal promedio (coeficiente)	Guías de observación.
<b>Y<sub>2</sub>:</b> Coeficiente de Variación Horaria	1.3 – 2.5	Relación del caudal máximo horaria y el caudal promedio	Valor del cociente del caudal máximo horario con el caudal promedio (coeficiente)	Guías de observación.
<b>Y<sub>3</sub>:</b> Caudal Promedio	400Lt/s – 600 Lt/s	Es el valor promedio de los caudales medidos durante un tiempo de estudio	Valor promedio de los caudales medidos (Lt/s)	Guías de observación.
<b>Y<sub>4</sub>:</b> Calidad de Agua Residual	<b>Y<sub>41</sub>:</b> DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)  <b>Y<sub>42</sub>:</b> Solidos Totales en Suspensión	Cantidad de Oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica	Oxígeno Disuelto Inicial (mg/Lt) Oxígeno Disuelto Final (mg/Lt) Relación entre fracción de AR y muestra (coef.)	Frascos Winkler Equipo Oxitop Incubadora Guías de observación.
		Cantidad de solidos presentes en suspensión en el agua residual	Peso antes de filtrar (mg) Peso promedio después de filtrar (mg) Volumen de agua de muestra (ml)	Equipo de Filtración al vacío Horno para sacar filtros Balanza analítica Guías de observación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1.1. ENFOQUE CUANTITATIVO**

La presente investigación en cuanto al enfoque se considera **cuantitativa** debido a que, para la medición de caudales, así como la cantidad de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Solidos Totales en Suspensión presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se empleó instrumentos, de la misma manera se siguió un procedimiento secuencial para la obtención de los datos, analizando de manera real el funcionamiento de la PTAR San Jerónimo. Los caudales presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales fueron medibles y emplearon datos numéricos del mismo modo que la cantidad de DBO y Solidos Totales en Suspensión presentes en los puntos de ingreso y salida de la PTAR.

Es una investigación de tipo cuantitativa porque usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y análisis estadístico (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)

#### **3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.2.1. NIVEL DESCRIPTIVO CON ALCANCE CORRELACIONAL**

La investigación es de **nivel descriptivo con alcance correlacional**, ya que describimos el comportamiento de los caudales horarios y caudales diarios reales presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, y cuyos valores son sometidos al análisis correspondiente para el cálculo y la determinación de los coeficientes de variación horaria y diaria respectivamente. Además, se determinará la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y la cantidad de Solidos Totales en Suspensión en los puntos de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo y se verifica la relación existente con respecto a los caudales diarios.

Los estudios descriptivos únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren y los estudios correlacionales tiene como propósito conocer la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)



### 3.1.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1.3.1. MÉTODO HIPOTÉTICO - DEDUCTIVO

La presente investigación emplea el método **hipotético-deductivo** para analizar los coeficientes de variación horaria y diaria presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales así como la relación existente entre los parámetros de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales en Suspensión con respecto al caudal máximo diario en los puntos de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo, pues empieza con la proposición de una hipótesis que se analizarán con la claridad de los datos que se van obteniendo según los experimentos y cálculos correspondientes. Es así que tendremos valores de caudales reales de las primeras mediciones y planteadas por la E.P.S. SEDACUSCO como hipótesis, para posteriormente con la realización total de las pruebas in situ, develar los valores reales.

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)

### 3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.2.1. DISEÑO METODOLÓGICO

##### 3.2.1.1. DISEÑO NO EXPERIMENTAL - LONGITUDINAL

El presente trabajo de investigación tiene un diseño **no experimental – longitudinal** debido a que se desarrolló sin la manipulación deliberada de las variables y se desarrolló de manera continua en el tiempo establecido para la investigación. Es decir, se realizó el estudio de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales sin alterar las variables independientes (caudal máximo diario y caudal máximo horario) y se estudió a través del tiempo para analizar su efecto sobre los coeficientes de variación diaria y variación horaria, así como la relación que presenta con los parámetros de calidad de agua (Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales en Suspensión) estudiadas en los puntos de ingreso y salida de la PTAR San Jerónimo.

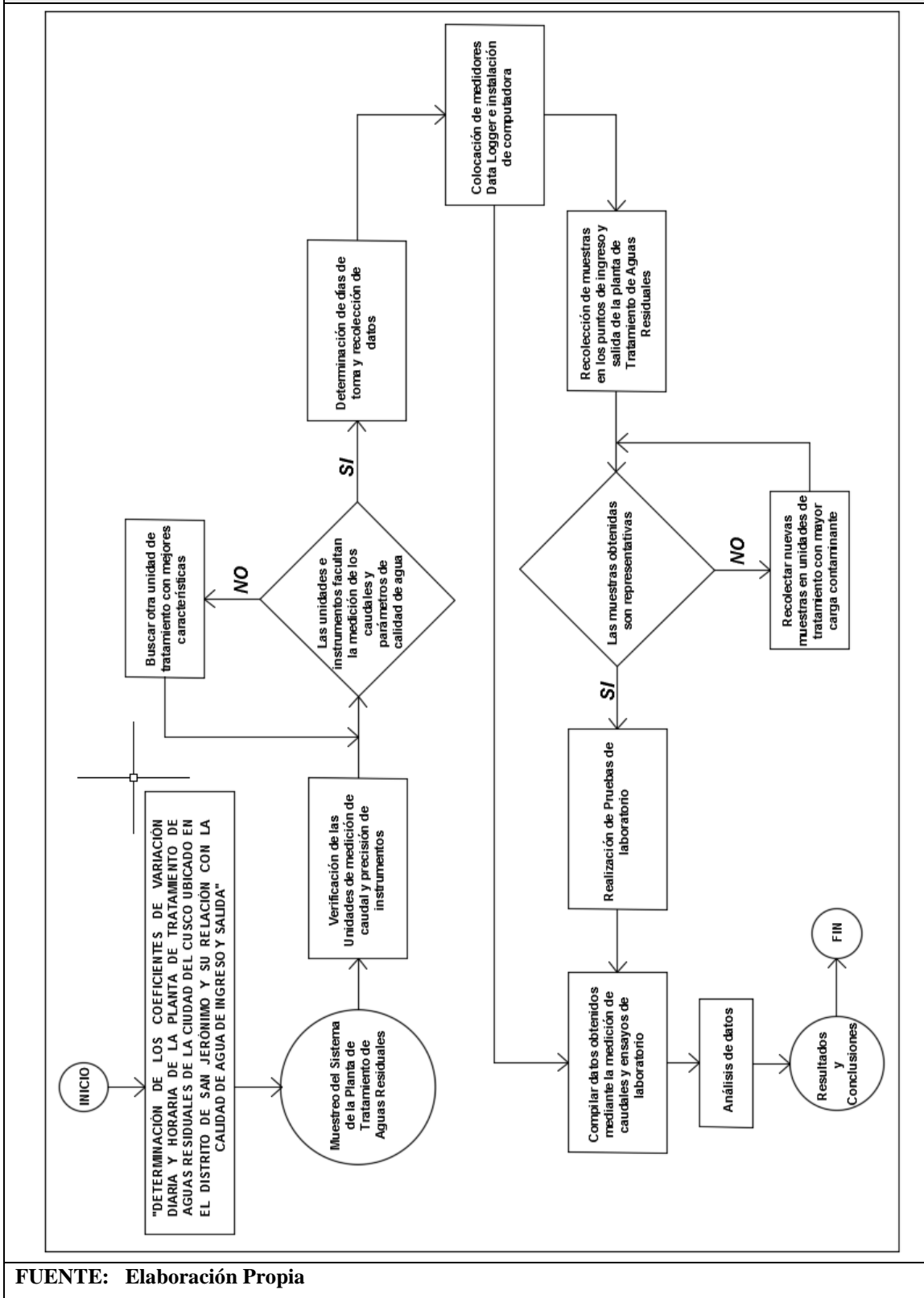
En la investigación no experimental estamos más cerca de las variables formuladas hipotéticamente como “reales” y, consecuencia, tenemos mayor validez externa (posibilidad de generalizar los resultados a otros individuos y situaciones comunes) (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2006)





3.2.2. DISEÑO DE INGENIERÍA

**FIGURA N°38:**  
**FLUJOGRAMA SOBRE EL PROCESO DE EVALUACIÓN DE COEFICIENTES Y PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL**



FUENTE: Elaboración Propia



### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.3.1. POBLACIÓN

##### 3.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población consta de caudales medidos en el sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco, que se encuentran en constante operación y funcionamiento; así como ensayos de calidad de agua de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

##### 3.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

La población consta de 8760 lecturas de caudales de ingreso y 8760 lecturas de caudales de salida en el sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por cada año de análisis, así como también de 16 muestras para la prueba de determinación de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y 16 muestras para la prueba de Sólidos Totales en Suspensión por cada mes de análisis, desde la zona de ingreso hasta la zona de salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

#### 3.3.2. MUESTRA

##### 3.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra consta de caudales medidos en el sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco, que se encuentran en constante operación y funcionamiento; así como ensayos de calidad de agua de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

##### 3.3.2.2. CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra consta de 8760 lecturas de caudales de ingreso y 8760 lecturas de caudales de salida en el sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por cada año de análisis, así como también de 16 muestras para la prueba de determinación de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y 16 muestras para la prueba de Sólidos Totales en Suspensión por cada mes de análisis, desde la zona de ingreso hasta la zona de salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

##### 3.3.2.3. MÉTODO DE MUESTREO

El método de muestreo fue: **probabilístico y no probabilístico de carácter intencional**. En vista que la elección de una de las muestras (caudales medidos) dependió del uso de la estadística y probabilidad y otra parte de la muestra (ensayos de calidad de agua) no dependió

en ningún instante de la probabilidad si no de las características técnicas al igual que de las limitaciones presentes en la investigación.

#### **3.3.2.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA**

Para la presente investigación se determinaron los siguientes criterios de evaluación: La medición de caudales presentes en el sistema de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en puntos específicos en los cuales se pueda contar con un sistema unitario de medición de caudales o que cuenten con un Medidor Automatizado en buen estado y que no presente errores de medición, así como la medición de la carga contaminante registrada en laboratorio mediante el uso de equipos correctamente calibrados, contando con la medición de los puntos de ingreso y salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales siendo estos la Demanda Bioquímica de Oxígeno y los Sólidos Totales en Suspensión como los parámetros a evaluar.

#### **3.3.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Sistema de Tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, puntos de ingreso y salida de agua residual tratada por la PTAR San Jerónimo.
- Medidores de caudal existentes en todo el sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Medidores que cuenten con una interface para computadora.
- Unidades de Tratamiento con características homogéneas y representativas de cargas contaminantes.
- Las muestras de agua debes de cumplir los límites de ingreso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, las cuales deben de estar por debajo de los 630 NTU.



**3.4. INSTRUMENTOS**



**3.4.1. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**3.4.1.1. GUÍAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**3.4.1.1.1. FORMATO DE LECTURA DE TIRANTES**

**TABLA N° 17:  
FORMATO DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	LECTURA DE TIRANTES (AFLUENTE)	
	<b>FECHA:</b>		
<b>RESPONSABLE:</b>			<b>HORA N° 01</b>
<b>CLIMA:</b>			
<b>LUGAR:</b>			

	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
HORA	..... [m]	..... [m]	..... [m]	..... [m]	..... [m]	..... [m]	..... [m]
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00							
05:00							
06:00							
07:00							
08:00							
09:00							
10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							

OBSERVACIONES

\_\_\_\_\_  
V°B° TESISTA

\_\_\_\_\_  
V°B° ENCARGADO

**FUENTE:** Elaboración Propia



3.4.1.1.2. FORMATO DE MEDICIÓN DE CAUDALES



**TABLA N° 18:**  
**FORMATO DE MEDICIÓN DE CAUDALES**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
	<b>FECHA:</b>		
<b>RESPONSABLE:</b>			<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>			
<b>LUGAR:</b>			

	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
<b>HORA</b>	..... [Lt/s]	..... [Lt/s]	..... [Lt/s]	..... [ Lt /s ]	..... [ Lt /s ]	..... [ Lt /s ]	..... [ Lt /s ]
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00							
05:00							
06:00							
07:00							
08:00							
09:00							
10:00							
11:00							
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							
22:00							
23:00							

OBSERVACIONES

---

V°B° TESISTA

---

V°B° ENCARGADO

**FUENTE: Elaboración Propia**





**3.4.1.1.3. FORMATO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS (DATOS DE MONITOREO)**

**TABLA N° 19:**

**FORMATO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS (DATOS DE MONITOREO)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	HORA:	DATOS DE MONITOREO	
	FECHA:		
	<b>RESPONSABLE:</b>		
<b>CLIMA:</b>			<b>HORA N° 03</b>
<b>LUGAR:</b>			
<b>HORA:</b>			

N°	CÓDIGO	PUNTO DE MUESTREO	T°C [°C]	PH [pH]	CONDUCTIVIDAD [μS/cm]	NTU [NTU]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

OBSERVACIONES
---------------

\_\_\_\_\_  
V°B° TESISTA

\_\_\_\_\_  
V°B° ENCARGADO



**FUENTE:** Elaboración Propia

3.4.1.1.4. FORMATO DE MEDICIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)

TABLA N° 20:

FORMATO DE MEDICIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE DBO	
RESPONSABLE:	FECHA:		HORA N° 04
CLIMA:			
LUGAR:			
HORA:			

DBO (ppm) 300

Pto. Muestra.

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			.....	.....	.....
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml			
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L			
	TEMPERATURA	°C			
	ODF	mg/L			
	DBO5-	mg/Lt			

DBO (ppm) 300

Pto. Muestra.

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			.....	.....	.....
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml			
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L			
	TEMPERATURA	°C			
	ODF	mg/L			
	DBO5-	mg/Lt			

OBSERVACIONES

V°B° TESISTA

V°B° ENCARGADO

FUENTE: Elaboración Propia




**3.4.1.1.5. FORMATO DE MEDICIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (STS)**

TABLA N° 21:

**FORMATO DE MEDICIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (STS)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	
<b>FECHA:</b>			
<b>RESPONSABLE:</b>			<b>HORA N°05</b>
<b>CLIMA:</b>			
<b>LUGAR:</b>			
<b>HORA:</b>			

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
			.....	.....	.....	.....
<b>SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN</b>	MUESTRA DE AGUA	ml				
	PESO INICIAL (Pi1)	mg				
	PESO INICIAL (Pi2)	mg				
	PESO FINAL (Pf1)	mg				
	PESO FINAL (Pf2)	mg				
	TEMPERATURA	°C				
	<b>STS</b>	<b>mg/Lt</b>				

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8
			.....	.....	.....	.....
<b>SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN</b>	MUESTRA DE AGUA	ml				
	PESO INICIAL (Pi1)	mg				
	PESO INICIAL (Pi2)	mg				
	PESO FINAL (Pf1)	mg				
	PESO FINAL (Pf2)	mg				
	TEMPERATURA	°C				
	<b>STS</b>	<b>mg/Lt</b>				

OBSERVACIONES
---------------

\_\_\_\_\_  
V°B° TESISTA

\_\_\_\_\_  
V°B° ENCARGADO

**FUENTE:** Elaboración Propia





### 3.4.2. INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

#### 3.4.2.1. MEDIDOR AUTOMATIZADO DE CAUDALES

**FIGURA N°39:**

**MEDIDOR AUTOMATIZADO DE CAUDALES (AFLUENTE Y EFLUENTE)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

#### 3.4.2.2. COMPUTADOR

En el cálculo de los caudales registrados, es necesario, conocer el volumen de agua residual que existe en el sistema de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, determinar los máximos registros para poder realizar el cálculo de los coeficientes de variación, así como la cantidad de DBO y Solidos Totales en Suspensión basado en los ensayos realizados, de todas estas tareas se encargó la computadora.

**FIGURA N°40:**

**COMPUTADOR, PROCESADOR DE DATOS**



**FUENTE:** Elaboración Propia



**3.4.2.3. BURETA DIGITAL**

**FIGURA N°41:  
BURETA DIGITAL: TIOSULFATO DE SODIO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**3.4.2.4. INCUBADORA**

Equipo empleado para la disposición final de la muestra de agua residual durante un periodo de 5 días a una temperatura de 20°C

**FIGURA N°42:  
INCUBADORA**



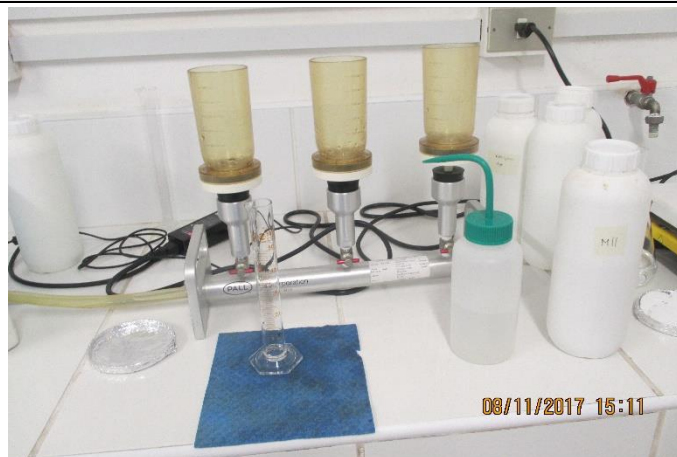
**FUENTE: Elaboración Propia**



### 3.4.2.5. EQUIPO DE FILTRACIÓN AL VACÍO

Equipo empleado para el ensayo de cálculo de Sólidos Totales en Suspensión, su función es la de extraer los vacíos que se encuentran en la muestra y que esta pueda sedimentarse adecuadamente.

**FIGURA N°43:**  
**EQUIPO DE FILTRACIÓN AL VACÍO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

### 3.4.2.6. DESECADOR

Un desecador es un instrumento de laboratorio que se utiliza para mantener limpia y deshidratada una sustancia por medio del vacío, en este caso empleado para almacenar los filtros y enfriarlos por 1 hora mínimo para equilibrar la temperatura.

**FIGURA N°44:**  
**DESECADOR**



**FUENTE:** Elaboración Propia



### 3.4.2.7. HORNO

Se necesita que capsula de aluminio y la fibra de vidrio no tengan presencia de humedad antes de que se realice el ensayo por ello se requiere de un horno para poder realizar esta tarea.

**FIGURA N°45:**  
**HORNO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

### 3.4.2.8. BALANZA ANALÍTICA

Es importante el registro de los pesos de los elementos empleados en los ensayos, así como poder tener el peso de los Sólidos retenidos por la fibra de vidrio, así como el peso de crisol empleado para realizar los cálculos posteriores, esta tarea la realizara la balanza analítica la cual debe tener la capacidad de brindarnos los pesos en miligramos (mg).

**FIGURA N°46:**  
**BALANZA ANALÍTICA**



**FUENTE:** Elaboración Propia



### 3.4.2.9. AGITADOR MAGNÉTICO

Equipo que consta de una barra magnética y una placa debajo de la que se encuentra un imán rotatorio o una serie de electroimanes dispuestos en forma circular a fin de crear un campo magnético rotatorio.

**FIGURA N°47:**  
**AGITADOR MAGNÉTICO**

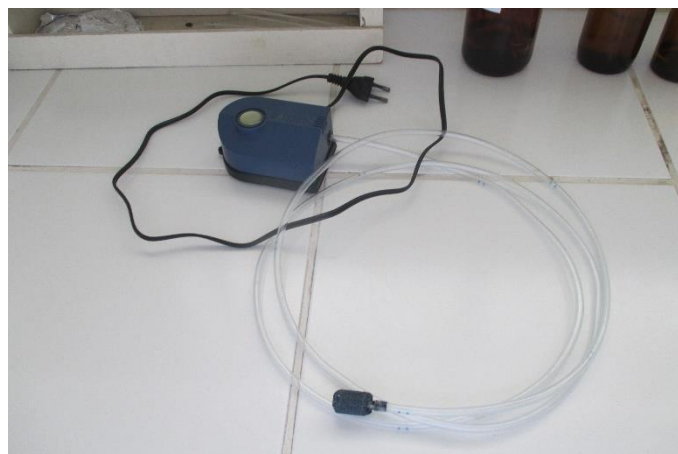


**FUENTE:** Elaboración Propia

### 3.4.2.10. DIFUSOR

Instrumento empleado para la incorporación de oxígeno tanto para la preparación del agua destilada como para la muestra de alícuota.

**FIGURA N°48:**  
**DIFUSOR**



**FUENTE:** Elaboración Propia



### 3.5. PROCEDIMIENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.5.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE INGRESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

##### 3.5.1.1. INSTRUMENTOS

- Medidor de Caudales Automatizado
- Software recolector de datos
- Computador
- Ficha de recolección de datos

##### 3.5.1.2. PROCEDIMIENTO

- a) En conjunto con la Gerencia de Operaciones y el área de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales SEDACUSCO, se destinaron recursos y personal para la recolección de los caudales de ingreso a la PTAR San Jerónimo.

**FIGURA N°49:**

**BACHILLER KEVIN AYMA ROMAN REALIZANDO LA VISITA DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO DE LA PTAR**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- b) Se verifico las características de la zona de ingreso de las aguas residuales a la PTAR San Jerónimo (Emisor General de la ciudad e Interceptor del rio Huatanay).
- c) Del mismo modo se verifico el adecuado funcionamiento del medidor de caudal ultrasónico y el de turbiedad; así como del vertedero de demasías.



**FIGURA N°50:**

**CANAL DE INGRESO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO**

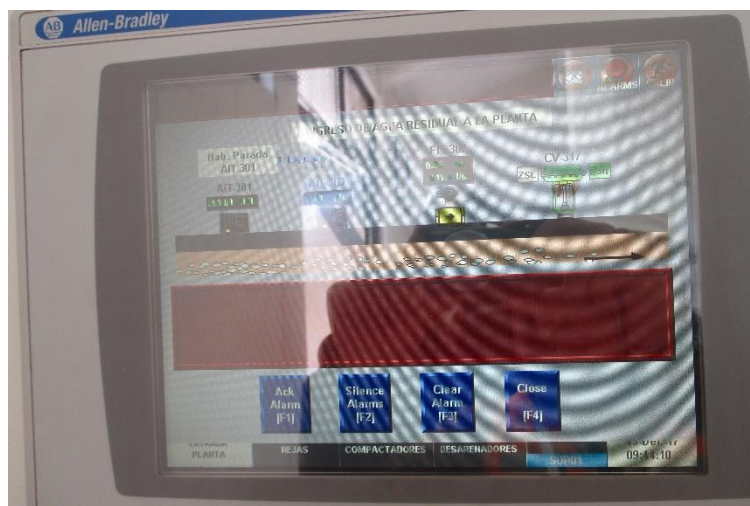


**FUENTE: Elaboración Propia**

- d) Se realizó la conexión del medidor con el computador, para de esta forma registrar hora tras hora las lecturas de los medidores automatizados. (SCADA)

**FIGURA N°51:**

**INTERFACE DE SCADA PARA LA RECOLECCIÓN DE CAUDALES**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- e) Finalmente se extrajeron los datos para el cálculo de caudales de los meses requeridos.



**3.5.1.3. TOMA DE DATOS**

En la presente investigación, se recolectaron lecturas de los tirantes para determinar los caudales horarios de la zona de ingreso de las aguas servidas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de forma directa.

**3.5.1.3.1. MEDICIÓN DE CAUDALES EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO**

**TABLA N° 22:**  
**TIRANTES DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16)**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	03/01/16 [m]	04/01/16 [m]	05/01/16 [m]	06/01/16 [m]	07/01/16 [m]	08/01/16 [m]	09/01/16 [m]
00:00	0.171	0.168	0.165	0.172	0.168	0.212	0.195
01:00	0.159	0.152	0.143	0.153	0.149	0.162	0.238
02:00	0.164	0.146	0.125	0.141	0.268	0.146	0.167
03:00	0.194	0.145	0.125	0.134	0.238	0.138	0.136
04:00	0.155	0.139	0.136	0.142	0.157	0.140	0.135
05:00	0.149	0.145	0.138	0.146	0.151	0.146	0.128
06:00	0.167	0.169	0.070	0.168	0.192	0.171	0.172
07:00	0.210	0.134	0.221	0.233	0.237	0.222	0.225
08:00	0.240	0.260	0.257	0.265	0.265	0.242	0.253
09:00	0.262	0.254	0.265	0.264	0.265	0.262	0.267
10:00	0.264	0.255	0.263	0.265	0.354	0.262	0.261
11:00	0.271	0.254	0.254	0.262	0.396	0.264	0.265
12:00	0.274	0.265	0.261	0.257	0.262	0.262	0.271
13:00	0.266	0.251	0.254	0.264	0.394	0.266	0.243
14:00	0.267	0.245	0.242	0.242	0.265	0.290	0.242
15:00	0.265	0.241	0.241	0.239	0.238	0.255	0.241
16:00	0.256	0.253	0.242	0.240	0.241	0.265	0.250
17:00	0.254	0.237	0.468	0.237	0.240	0.382	0.264
18:00	0.386	0.219	0.430	0.216	0.217	0.268	0.231
19:00	0.237	0.215	0.261	0.223	0.303	0.223	0.218
20:00	0.237	0.210	0.233	0.207	0.413	0.215	0.218
21:00	0.203	0.185	0.210	0.191	0.313	0.193	0.195
22:00	0.191	0.189	0.189	0.187	0.276	0.183	0.187
23:00	0.174	0.188	0.183	0.183	0.266	0.213	0.200

**FUENTE:** Elaboración Propia





### 3.5.2. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

#### 3.5.2.1. INSTRUMENTOS

- Medidor de Caudales Automatizado
- Software recolector de datos
- Computador
- Ficha de recolección de datos

#### 3.5.2.2. PROCEDIMIENTO

- a) En conjunto con la Gerencia de Operaciones y el área de Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales SEDACUSCO, se destinaron recursos y personal para la recolección de los caudales de ingreso a la PTAR San Jerónimo.

**FIGURA N°52:**

**CANAL PARSHALL - AGUAS RESIDUALES EVACUADAS AL RIO HUATANAY DE LA CIUDAD DEL CUSCO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- b) Se verifico las características de la zona de salida (Canal Parshall) de las aguas residuales de la PTAR San Jerónimo.
- c) Del mismo modo se verifico el adecuado funcionamiento del medidor de caudal ultrasónico y el de turbiedad.



**FIGURA N°53:**  
**CANAL PARSHALL DE SALIDA DE AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- d) Se realizó la conexión del medidor con el computador, para de esta forma registrar hora tras hora las lecturas de los medidores automatizados. (SCADA)

**FIGURA N°54:**  
**TESISTA EN EL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR SAN JERÓNIMO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- e) Finalmente se extrajeron los datos de caudales de los meses requeridos.



### 3.5.2.3. TOMA DE DATOS

#### 3.5.2.3.1. MEDICIÓN DE CAUDALES EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO

**TABLA N° 23:**  
**TIRANTES DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16)**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	03/01/2016 [cm]	04/01/2016 [cm]	05/01/2016 [cm]	06/01/2016 [cm]	07/01/2016 [cm]	08/01/2016 [cm]	09/01/2016 [cm]
00:00	35.21	35.59	34.47	35.24	36.32	49.94	41.98
01:00	33.72	34.12	16.81	23.20	27.56	32.50	41.66
02:00	32.40	32.54	21.61	23.90	29.28	25.47	39.86
03:00	32.37	33.53	23.72	25.01	39.80	24.60	19.08
04:00	32.07	29.63	24.86	28.75	35.53	28.32	16.75
05:00	31.73	28.93	25.60	29.81	31.70	20.38	16.69
06:00	31.19	33.17	32.37	29.07	39.80	27.90	33.56
07:00	39.29	42.06	45.07	39.62	43.95	45.18	42.98
08:00	47.38	50.42	51.61	53.10	54.51	52.28	51.04
09:00	50.57	53.51	52.13	53.10	54.62	53.86	53.71
10:00	52.23	54.36	53.25	53.76	53.96	52.74	53.86
11:00	54.16	53.56	52.23	53.91	52.44	51.35	54.21
12:00	55.61	52.23	40.69	52.54	54.31	51.56	53.30
13:00	55.36	50.47		53.61	52.49	51.25	52.90
14:00	54.46	50.10		52.95	52.08	50.31	53.61
15:00	53.61	52.59		50.99	50.10	50.73	51.97
16:00	51.04	51.04		49.26	50.31	52.08	51.87
17:00	49.20	49.36	26.52	43.24	50.47	54.97	51.97
18:00		46.23		47.54	42.18	21.33	49.68
19:00	39.17	45.68	53.76	46.40	47.81	52.74	48.03
20:00	38.17	42.50	47.43	42.96		45.57	45.29
21:00	39.11	42.27	43.47	42.98		43.35	43.67
22:00	38.66	37.90	42.53	39.32	58.35	38.99	39.83
23:00	38.66	39.26	41.51	37.34	54.67	40.93	38.66

**FUENTE:** Elaboración Propia



### **3.5.3. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**

#### **3.5.3.1. INSTRUMENTOS**

- Botellas de polipropileno
- Garrafa de capacidad aproximada de 40Lt
- Frascos Winkler 300 ml de capacidad
- Bureta Digital
- Agitador Magnético
- Difusor
- Balanza Analítica
- Incubadora
- Reactivos
  - Buffer Fosfato
  - Sulfato de magnesio  $MgSO_4$
  - Cloruro de calcio  $CaCl_2$
  - Cloruro de hierro (III)  $FeCl_3$
  - Ácido sulfúrico
  - Sulfito de Sodio
  - Sulfato Manganoso
  - Alkali Yoduro Azida
  - Bi Yodato de Potasio
  - Almidón
  - Tableta de Polisit Inoculo Bactericino
- Pipetas graduadas 10 ml clase B
- Pipetas Volumétricas
- Pipetas graduadas de 1,10ml boca ancha
- Probetas 250, 500ml
- Fiola
- Vaso de precipitado



### 3.5.3.2. PROCEDIMIENTO

- **Recolección de la muestra**

- a) Se recolecta las muestras de los 16 puntos de monitoreo en botellas de polipropileno, adecuadamente sellada una vez tomada la muestra. Cabe recordar que se tomaran muestras duplicadas según indica el Plan de Monitoreo de Aguas Residuales y Lodos de la PTAR San Jerónimo.

**FIGURA N°55:**

**MUESTRAS EN BOTELLAS DE POLIPROPILENO PARA EVALUACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- **Preparación del agua de dilución**

- a) Llenamos la garrafa con agua destilada, la necesaria para el análisis, teniendo en cuenta que el gasto aproximado es de 300ml por frasco Winkler y considerando la cantidad a utilizar, se prepara un aproximado de 35 Lt.
- b) Reservamos el volumen de agua destilada desde un día antes.
- c) Se airea el agua por un aproximado de dos horas como mínimo, utilizando la bomba de los acuarios.
- d) Verificar que la temperatura del agua de dilución sea de  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$



**FIGURA N°56:**  
**GARRAFA CON AGUA DESTILADA AIREÁNDOSE**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- e) Se agrega 1ml de cada una de las siguientes soluciones, por cada litro de agua de dilución a preparar: Buffer Fosfato, Sulfato de magnesio  $MgSO_4$ , Cloruro de calcio  $CaCl_2$  y Cloruro de hierro (III)  $FeCl_3$

**FIGURA N°57:**  
**BUFFER FOSFATO, SULFATO DE MAGNESIO, CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE HIERRO (III)**



**FUENTE:** Elaboración Propia



- **Preparación de inóculo**

- a) Tomamos una capsula de Polysit Inoculo Bactericino y vaciamos el contenido dentro de un vaso de precipitado.

**FIGURA N°58:**

**CAPSULA DE POLYSIT INOCULO BACTERICINO VACIADO EN EL VASO DE PRECIPITADO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- b) Agregamos 500 ml de agua de dilución previamente preparada.

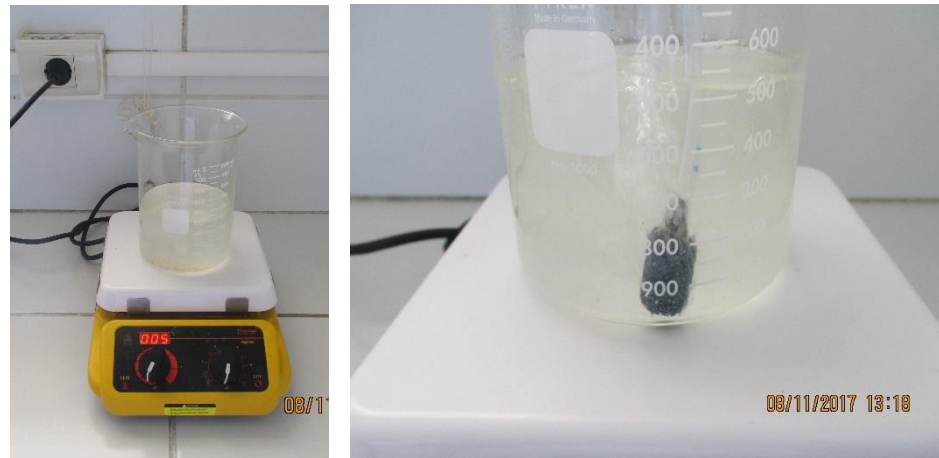
**FIGURA N°59:**

**ADICIÓN DE AGUA DE DILUCIÓN AL CONTENIDO DE LA CAPSULA POLYSIT**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- c) Le introducimos un magneto y la colocamos en el agitador magnético, con el difusor que le proporcionara oxígeno por aproximadamente una hora.

**FIGURA N°60:****INOCULO COLOCADO EN AGITADOR MAGNÉTICO JUNTO CON EL DIFUSOR****FUENTE: Elaboración Propia**

- **Preparación de los controles**

- a) A las botellas de polipropileno que contienen cada una de las muestras de agua residual de los puntos de control se les colocara 1ml de ácido sulfúrico 1 molar; siempre y cuando esta muestra tenga un pH mayor a 8
- b) Emplearemos cuatro (04) frascos Winkler por cada muestra e Agua Residual, los cuales deberán estar adecuadamente marcados según la cantidad de muestra que se incorporara en el frasco en (ml).

**FIGURA N°61:****FRASCOS WINKLER****FUENTE: Elaboración Propia**





- c) Para su análisis permitir que las muestras alcancen su temperatura ambiente ( $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ). Verificar el pH de cada muestra que no sea mayor a 8, de ser así agregar ácido sulfúrico concentrado  $\text{H}_2\text{SO}_4$  para regular el pH al rango 7-7,2 tal que la cantidad de reactivo no diluya la muestra en más del 0.5% y entre  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$  (si se ajusta el pH, adicionar 1ml de inoculo a las muestras)

**FIGURA N°62:****ADICIÓN DE ACIDO SULFÚRICO CONCENTRADO****FUENTE: Elaboración Propia**

- d) A uno de los frascos Winkler le adicionaremos 1 ml de Sulfato Manganoso y Alkali Yoduro Azida, agitar la muestra y tomar la alícuota requerida. Realizar al menos tres diluciones que tengan resultados validos cuantificables.

**FIGURA N°63:****ADICIÓN DE ACIDO SULFÚRICO CONCENTRADO****FUENTE: Elaboración Propia**

- e) Después de preparar las diluciones leer el Oxígeno Disuelto inicial empleando la Bureta Digital.

**FIGURA N°64:**

**MUESTRAS TITULADAS PARA LA LECTURA DE OXIGENO DISUELTO INICIAL**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- f) Llevamos los frascos a la incubadora donde permanecerán por 5 días  $\pm$  6 horas a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$

**FIGURA N°65:**

**MUESTRAS COLOCADAS EN LA INCUBADORA POR 5 DÍAS  
 $\pm$  6 HORAS A  $20 \pm 1^\circ\text{C}$**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- g) Pasado los 5 días se retiran los frascos Winkler de la incubadora



- h) Adicionamos a los frascos 1ml de Sulfato Manganeso y Alkali Yoduro Azida, agitamos adecuadamente los frascos.
- i) Adicionamos ácido sulfúrico concentrado  $H_2SO_4$  a cada frasco, para posteriormente adicionarle el almidón y preparar las muestras para titularlas.

**FIGURA N°66:**  
**MUESTRAS DESPUÉS DE 5 DÍAS  $\pm$  6 HORAS A  $20 \pm 1^\circ C$**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- j) Finalmente empleando la bureta digital realizamos la lectura del oxígeno disuelto final a los 5 días, registramos los datos.

**FIGURA N°67:**  
**LECTURA DEL OXIGENO DISUELTO FINAL**



**FUENTE: Elaboración Propia**





3.5.3.3. TOMA DE DATOS

3.5.3.3.1. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL PUNTO DE INGRESO (AFLUENTE) Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)

TABLA N° 24:

TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (AFLUENTE Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1)

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
	<b>FECHA:</b>	08/11/2017	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Afluente y Cámara de Reunión 1		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

DBO (ppm)    300

Pto. Muestra.    Afluente

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	2.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.80	5.80	5.81
	TEMPERATURA	°C	18.30	18.30	18.30
	ODF	mg/L	2.23	1.72	1.22

DBO (ppm)    300

Pto. Muestra.    CR1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	3.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.84	5.82	5.84
	TEMPERATURA	°C	18.40	18.40	18.40
	ODF	mg/L	2.37	2.19	2.06

**FUENTE:** Elaboración Propia



**3.5.3.3.2. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y EN EL SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 25:  
TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Sedimentador Primario 1 y 2		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

**DBO (ppm)** 300

**Pto. Muestra.** SP1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	2.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.81	5.80	5.80
	TEMPERATURA	°C	17.90	17.90	17.90
	ODF	mg/L	3.80	3.61	3.14

**DBO (ppm)** 300

**Pto. Muestra.** SP2

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	3.00	4.00	5.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.81	5.81	5.80
	TEMPERATURA	°C	17.80	17.80	17.80
	ODF	mg/L	3.39	2.71	1.80

**FUENTE:** Elaboración Propia



**3.5.3.3.3. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 26:**

**TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
	<b>FECHA:</b>	08/11/2017	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Cámara de Reunión 3 y Filtro Percolador P1		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    CR3

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	2.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.82	5.82	5.83
	TEMPERATURA	°C	19.20	19.20	19.20
	ODF	mg/L	3.82	3.62	3.10

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    FPP1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	5.00	6.00	7.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.81	5.81	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.20	18.20	18.20
	ODF	mg/L	3.33	3.17	2.50

**FUENTE: Elaboración Propia**



**3.5.3.3.4. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y DEL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 27:**

**TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
	<b>FECHA:</b>	08/11/2017	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Filtro Percolador Primario 2 y 3		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    **FPP2**

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	5.00	6.00	7.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.81	5.80	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.80	3.60	3.10

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    **FPP3**

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	5.00	6.00	7.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.82	5.82	5.80
	TEMPERATURA	°C	18.60	18.60	18.60
	ODF	mg/L	3.78	3.66	3.31

**FUENTE: Elaboración Propia**



**3.5.3.3.5. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN LA CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y DEL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°5 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 28:**

**TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Cámara de Reuni. 7 y Filtro Percolador Sec. 1		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    CR7

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	6.00	7.00	8.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.85	5.84	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.90	18.90	18.90
ODF	mg/L	3.19	2.73	2.57	

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    FPS1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.82	5.82	5.80
	TEMPERATURA	°C	19.70	19.70	19.70
	ODF	mg/L	3.82	3.49	3.39

**FUENTE: Elaboración Propia**






**3.5.3.3.6. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°5 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 29:  
TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y EN CÁMARA DE REUNIÓN N°5)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Filtro Percolador Sec. 2 y Cámara de Reuní. 5		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	FPS2
----------------------	------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.83	5.85	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.82	3.41	3.32

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	CR5
----------------------	-----

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.85	5.84	5.86
	TEMPERATURA	°C	18.70	18.70	18.70
	ODF	mg/L	3.82	3.41	3.32

**FUENTE:** Elaboración Propia



**3.5.3.3.7. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 30:**

**TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y EN EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE DBO	
FECHA:	08/11/2017		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		HORA N° 04
CLIMA:	Soleado y Despejado		
LUGAR:	PTAR - Sedimentador Secundario 1 y 2		
HORA:	4:00 p.m.		

DBO (ppm) 300

Pto. Muestra. SS1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	12.00	13.00	15.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.85	5.84	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.85	3.68	3.42

DBO (ppm) 300

Pto. Muestra. SS2

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.86	5.85	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.86	3.64	3.42

FUENTE: Elaboración Propia



**3.5.3.3.8. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y DEL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 31:**  
**TOMA DE DATOS DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EFLUENTE)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
	<b>FECHA:</b>	08/11/2017	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Cámara de Reunión 8 y Efluente		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    **CR8**

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	12.00	13.00	15.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.80	5.81	5.80
	TEMPERATURA	°C	18.40	18.40	18.40
	ODF	mg/L	3.73	3.54	3.19

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    **Efluente**

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%			
	MUESTRA DE AGUA	ml	12.00	13.00	15.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml			
	ODI	mg/L	5.87	5.85	5.84
	TEMPERATURA	°C	18.30	18.30	18.30
	ODF	mg/L	3.77	3.42	3.26

**FUENTE: Elaboración Propia**



### 3.5.4. MEDICIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

#### 3.5.4.1. INSTRUMENTOS

- Horno
- Balanza analítica
- Bomba de vacío
- Botellas de polipropileno
- Equipo de filtración al vacío
- Filtros de fibra de vidrio de diámetro de 47mm
- Capsulas de aluminio de 65mm de diámetro
- Pinzas metálicas para el manejo de las capsulas de aluminio y los filtros de fibra de vidrio.
- Probetas de vidrio 100, 250, 500 ml

#### 3.5.4.2. PROCEDIMIENTO

- **Recolección de la muestra**
  - a) Se recolecta las muestras de los 16 puntos de muestreo en botellas de polipropileno.

**FIGURA N°68:**  
**RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA STS**



**FUENTE:** Elaboración Propia



- **Preparación de filtros o discos de fibra de vidrio**

- a) Colocamos el disco sobre el soporte, con el lado rugoso hacia arriba, aplique vacío.

**FIGURA N°69:**  
**FILTROS COLOCADOS SOBRE EL SOPORTE (EQUIPO DE FILTRACIÓN)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- b) Lavar cada disco con tres porciones de agua destilada sucesivas de 20ml, medidos con probeta.
- c) Marque cada filtro con un numero de forma consecutiva

**FIGURA N°70:**  
**FILTROS ENUMERADOS DE FORMA CONSECUTIVA**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- d) Dejar al vacío durante 1 minuto adicional para secar el disco.



**FIGURA N°71:**  
**FILTROS SECADAS AL VACÍO**



**FUENTE:** Elaboración Propia

- e) Cuidadosamente con ayuda de las pinzas metálicas retirar el disco y colocar dentro de la capsula de aluminio correspondiente.
- f) Secar el conjunto (capsula de aluminio + disco) en el horno precalentado a 105°C por 1 hora.

**FIGURA N°72:**  
**COLOCACIÓN DE LAS CAPSULAS DE ALUMINIO JUNTO CON LOS  
FILTROS DENTRO DEL HORNO A 105°C**



**FUENTE:** Elaboración Propia



- g) Lleve el conjunto a un desecador y dejar enfriar por aproximadamente 1 hora, hasta temperatura ambiente.

**FIGURA N°73:**  
**FILTROS COLOCADOS EN EL DESECADOR**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- h) Pesar y registrar el peso de los discos.
- i) Repetir el ciclo de secado, enfriado y pesado. Registrar el nuevo peso. Mantener los discos en un desecador hasta que se vaya a utilizar.
- j) La máxima variación aceptada en el peso es del 4% del peso anterior o 0.5mg, cualquiera que sea menor
- **Procesamiento de la muestra**
    - a) Sacar del desecador el conjunto correspondiente a la muestra que se va a procesar. Instalamos el disco en el equipo de filtración.
    - b) Agite invirtiendo el recipiente de la muestra varias veces.
    - c) De la muestra recién agitada tomar rápidamente una alícuota medida con probeta, transferimos cuidadosamente al filtro.
    - d) Dejamos un momento al vacío.



**FIGURA N°74:**  
**MUESTRAS SECADAS AL VACÍO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- e) Retiramos cuidadosamente con ayuda de las pinzas metálicas los filtros y los colocamos en las capsulas de aluminio.
- f) Secamos el conjunto en el horno a 103-105°C, durante 1 hora.

**FIGURA N°75:**  
**CAPSULAS DE ALUMINIO JUNTO CON LOS FILTROS DESPUÉS DEL PROCESO DE FILTRACIÓN AL VACÍO**



**FUENTE: Elaboración Propia**





- g) Llevamos el conjunto al desecador y dejamos enfriar aproximadamente por 1 hora hasta una temperatura ambiente.

**FIGURA N°76:**

**TESISTA EN EL CUARTO DE PESADO Y SECADO**



**FUENTE: Elaboración Propia**

- h) Pesamos y registramos el peso de cada filtro.
- i) La máxima variación aceptada en el peso es del 4% del peso anterior o 0.5mg, cualquiera que sea menor



### 3.5.4.3. TOMA DE DATOS

#### 3.5.4.3.1. MEDICIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DESDE EL PUNTO DE INGRESO (AFLUENTE) HASTA LA CÁMARA DE REUNIÓN 7 (CR7) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)

TABLA N° 32:

TOMA DE DATOS DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°01 (AFLUENTE) MUESTRA N°08 (FPP3)

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N°05</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo "Laboratorio de Control de Procesos de Aguas Residuales"		
<b>HORA:</b>	2:00 p.m.		

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	MUESTRA DE AGUA	ml	20	20	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	116.60	116.40	117.10	117.60
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	116.50	116.30	117.00	117.50
	PESO FINAL (Pf1)	mg	118.60	118.70	123.30	123.00
	PESO FINAL (Pf2)	mg	128.50	128.60	123.20	122.90
	TEMPERATURA	°C	18.3	18.4	17.9	17.8

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	MUESTRA DE AGUA	ml	50	50	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	115.10	117.70	116.30	116.50
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	115.00	117.60	116.20	116.40
	PESO FINAL (Pf1)	mg	120.20	123.10	121.40	122.00
	PESO FINAL (Pf2)	mg	120.10	123.00	121.40	121.90
	TEMPERATURA	°C	19.2	18.2	18.5	18.6

FUENTE: Elaboración Propia




**3.5.4.3.2. MEDICIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DESDE EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO 1 (FPS1) HASTA EL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 33:**

**TOMA DE DATOS DE LOS SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°09 (CR7) MUESTRA N°16 (EFLUENTE)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N°05</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo "Laboratorio de Control de Procesos de Aguas Residuales"		
<b>HORA:</b>	2:00 p.m.		

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 9	MUESTRA 10	MUESTRA 11	MUESTRA 12
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN</b>	MUESTRA DE AGUA	ml	50	50	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	117.00	117.60	116.60	115.60
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	116.90	117.50	116.50	115.50
	PESO FINAL (Pf1)	mg	122.10	122.50	121.30	120.10
	PESO FINAL (Pf2)	mg	121.90	122.40	121.20	120.00
	TEMPERATURA	°C	18.9	19.7	18.5	18.7

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 13	MUESTRA 14	MUESTRA 15	MUESTRA 16
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN</b>	MUESTRA DE AGUA	ml	50	50	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	116.90	116.60	116.10	116.30
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	116.80	116.50	116.00	116.30
	PESO FINAL (Pf1)	mg	118.70	118.50	118.10	118.50
	PESO FINAL (Pf2)	mg	118.60	118.40	118.00	118.40
	TEMPERATURA	°C	18.5	18.5	18.4	18.3

**FUENTE: Elaboración Propia**



### 3.6. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.6.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE INGRESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

##### 3.6.1.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS

Esta prueba consistió en la determinación (medición) de los caudales de ingreso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco. Para lo cual se realizó el registro horario de los datos emitidos por el medidor automatizado de flujo (ubicado en el punto del Afluente) el cual se determina utilizando la siguiente formula:

$$Q = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} * A$$

*Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)*

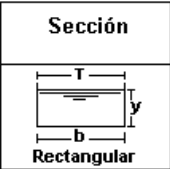
*R: Radio Hidráulico (m) →  $R = \frac{\text{Área Hidráulica}}{\text{Perímetro Mojado}}$*

*S: Pendiente (m/m)*

*A: Área Hidráulica (m<sup>2</sup>)*

*n: Coeficiente de Rugosidad de Manning*

El caudal calculado será la relación existente entre el radio hidráulico elevado a los dos tercios por la pendiente elevada a un medio con respecto al coeficiente de rugosidad de Manning, multiplicado por el área de la sección del canal de concreto, los caudales registrados están en unidades de metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s) los cuales transformaremos a litros por segundo (Lt/s).

FIGURA N°77: SECCIÓN RECTANGULAR PARA DISEÑO DE CANALES				
Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
	<b>by</b>	<b>b+2y</b>	$\frac{by}{b+2y}$	<b>b</b>
<b>FUENTE: Ven Te Chow</b>				

Para determinar el caudal en el punto de ingreso a la PTAR los cálculos se realizarán con respecto a una sección rectangular ya que esa es la forma que tiene el canal de ingreso de las

aguas residuales, donde la base y el espejo de agua son de medidas ya establecidas y no variables al igual que la pendiente de esta infraestructura; por tal motivo el valor variable que es necesario de conocer para el cálculo es el tirante de agua. Teniendo así la formula despejada en función del tirante de agua:

$$Q = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} * A$$

$$Q = \frac{\left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} * S^{1/2}}{n} * A$$

$$Q = \frac{A^{5/3} * S^{1/2}}{P^{2/3} * n}$$

$$Q = \frac{(b * y)^{5/3} * S^{1/2}}{(b + 2y)^{2/3} * n}$$

*Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)*

*S: Pendiente (m/m)*

*n: Coeficiente de Rugosidad de Manning*

*b: base de la sección (m)*

*y: Tirante de Agua (m)*

### Demostración:

Los parámetros de Diseño fueron tomados del Expediente Técnico: “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad del Cusco – Componente Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Jerónimo – Región Cusco”.

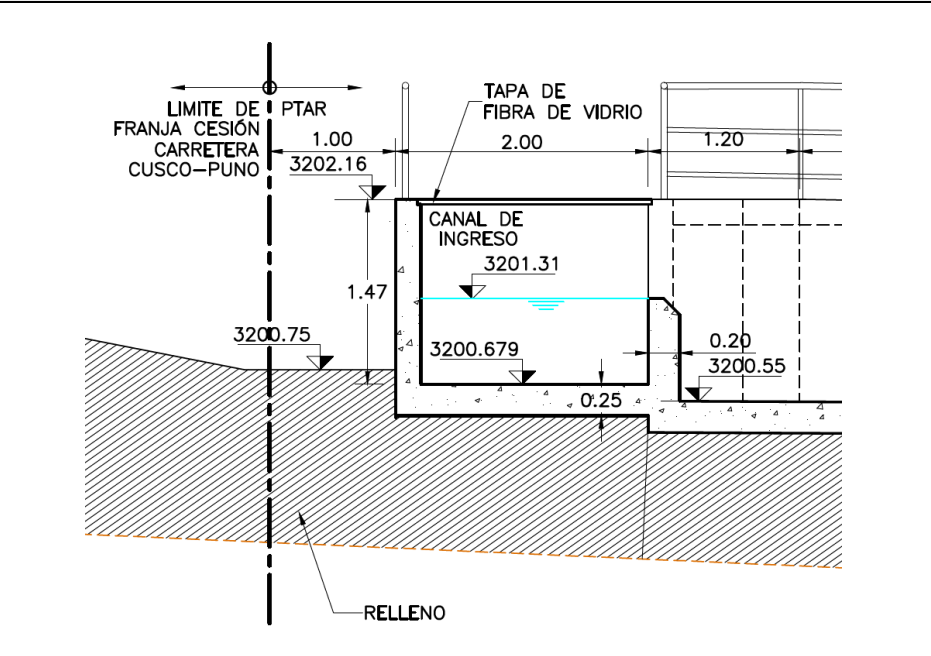
Tenemos así los siguientes valores:

- $b = 1.80\text{m}$  → Base del Canal de Ingreso
- $S = 0.4\%$  → Pendiente
- $n = 0.013$  → Coeficiente de Rugosidad de Manning
- $y = \text{Variable}$  → Tirante

$$Q = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013}$$

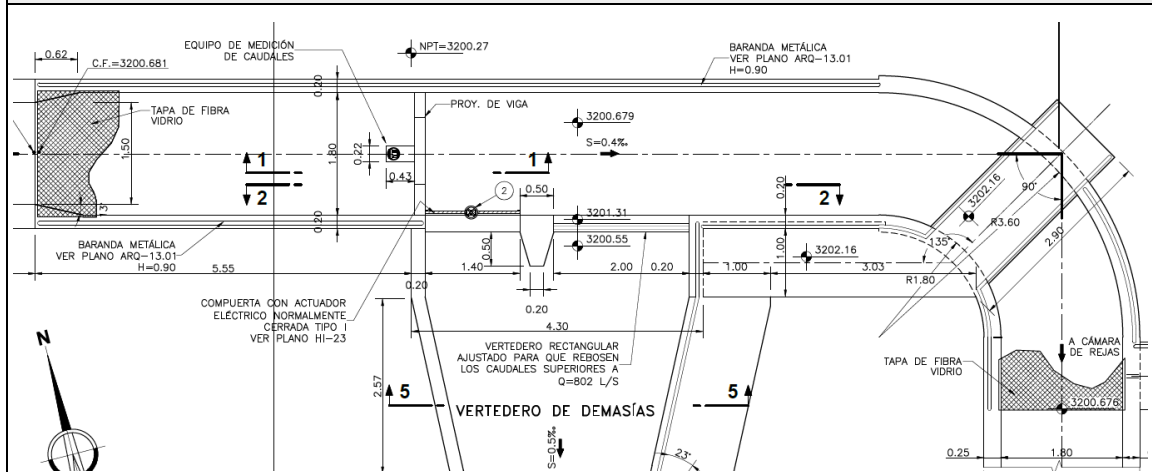


**FIGURA N°78:**  
**SECCIÓN RECTANGULAR DEL CANAL DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**



FUENTE: SEDACUSCO

**FIGURA N°79:**  
**VISTA EN PLANTA DEL CANAL DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**



FUENTE: SEDACUSCO

**Donde:**

Para el día viernes 01 de enero del 2016 (Ver Tabla N° 34)

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (00:00am) = 0.159 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.159)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.159)^{2/3} * 0.013} = 364.92 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (01:00am) = 0.137 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.137)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.137)^{2/3} * 0.013} = 289.02 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (02:00am) = 0.125 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.125)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.125)^{2/3} * 0.013} = 251.14 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (03:00am) = 0.129 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.129)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.129)^{2/3} * 0.013} = 264.14 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (04:00am) = 0.125 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.125)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.125)^{2/3} * 0.013} = 249.86 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (05:00am) = 0.126 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.126)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.126)^{2/3} * 0.013} = 253.08 \text{ Lt/s}$$



- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (06:00am) = 0.137 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.137)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.137)^{2/3} * 0.013} = 289.38 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (07:00am) = 0.179 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.179)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.179)^{2/3} * 0.013} = 442.46 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (08:00am) = 0.191 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.191)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.191)^{2/3} * 0.013} = 489.14 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (09:00am) = 0.185 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.185)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.185)^{2/3} * 0.013} = 465.63 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (10:00am) = 0.203 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.203)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.203)^{2/3} * 0.013} = 537.94 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (11:00am) = 0.217 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.217)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.217)^{2/3} * 0.013} = 593.84 \text{ Lt/s}$$





- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (12:00pm) = 0.213 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.213)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.213)^{2/3} * 0.013} = 578.89 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (13:00pm) = 0.209m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.209)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.209)^{2/3} * 0.013} = 564.05 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (14:00pm) = 0.203 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.203)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.203)^{2/3} * 0.013} = 535.51 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (15:00pm) = 0.201 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.201)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.201)^{2/3} * 0.013} = 527.43 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (16:00pm) = 0.200 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.200)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.200)^{2/3} * 0.013} = 526.62 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (17:00pm) = 0.183 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.183)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.183)^{2/3} * 0.013} = 455.55 \text{ Lt/s}$$



- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (18:00pm) = 0.174 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.174)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.174)^{2/3} * 0.013} = 421.15 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (19:00pm) = 0.174 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.174)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.174)^{2/3} * 0.013} = 422.66 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (20:00pm) = 0.170 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.170)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.170)^{2/3} * 0.013} = 408.37 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (21:00pm) = 0.159 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.159)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.159)^{2/3} * 0.013} = 367.82 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (22:00pm) = 0.153 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.153)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.153)^{2/3} * 0.013} = 347.67 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (23:00pm) = 0.146 m

$$Q_{entrada} = \frac{(1.80 * y)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2y)^{2/3} * 0.013} = \frac{(1.80 * 0.146)^{5/3} * 0.004^{1/2}}{(1.80 + 2 * 0.146)^{2/3} * 0.013} = 318.81 \text{ Lt/s}$$




• CAUDALES DE INGRESO A LA PTAR MES DE ENERO DEL 2016

TABLA N° 34:

CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/01/16 – 02/01/16)

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE CAUDALES	
FECHA:	(01/01/16 - 02/01/16)		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
CLIMA:	Soleado – Nublado		
LUGAR:	PTAR San Jerónimo (Afluente)		

CAUDALES HORARIOS DE INGRESO - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
						01/01/2016 [Lt/s]	02/01/2016 [Lt/s]
00:00						364.92	270.71
01:00						286.02	261.52
02:00						251.14	235.20
03:00						264.14	241.54
04:00						249.86	223.32
05:00						253.08	244.73
06:00						289.38	306.38
07:00						442.46	445.53
08:00						489.14	529.04
09:00						465.63	608.89
10:00						537.94	608.89
11:00						593.84	530.65
12:00						578.89	608.89
13:00						564.05	605.53
14:00						535.51	
15:00						527.43	771.88
16:00						526.62	578.89
17:00						455.55	472.65
18:00						421.15	472.65
19:00						422.66	471.87
20:00						408.37	450.15
21:00						367.82	390.52
22:00						347.67	380.22
23:00						318.81	348.39
<b>Qprom</b>						<b>415.09</b>	<b>437.31</b>
<b>Qmax</b>						<b>593.84</b>	<b>771.88</b>
<b>Qmin</b>						<b>249.86</b>	<b>223.32</b>



FUENTE: Elaboración Propia



**TABLA N° 35:**

**CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(03/01/16 - 09/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado – Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Afluente)		

<b>CAUDALES HORARIOS DE INGRESO - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO</b>							
<b>HORA</b>	<b>DOMINGO</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SÁBADO</b>
	<b>03/01/2016</b>	<b>04/01/2016</b>	<b>05/01/2016</b>	<b>06/01/2016</b>	<b>07/01/2016</b>	<b>08/01/2016</b>	<b>09/01/2016</b>
	[Lt/s]	[Lt/s]	[Lt/s]	[Lt/s]	[Lt/s]	[Lt/s]	[Lt/s]
00:00	312.58	305.01	296.15	316.04	305.70	435.58	382.42
01:00	279.33	262.17	238.37	264.14	253.73	287.36	518.58
02:00	294.79	246.65	193.61	232.69	618.98	244.09	300.91
03:00	379.48	242.81	193.61	214.08	518.58	223.94	219.61
04:00	269.39	228.30	219.61	235.20	276.00	228.92	218.37
05:00	253.73	242.18	224.56	246.01	258.91	244.09	198.96
06:00	300.91	307.76		305.01	375.10	312.58	317.42
07:00	431.01	215.30	465.63	503.40	516.98	466.41	475.78
08:00	525.82	592.17	585.52	610.57	610.57	532.27	570.63
09:00	600.51	572.28	610.57	607.21	610.57	600.51	617.29
10:00	605.53	577.24	602.18			600.51	595.50
11:00	630.80	572.28	573.93	600.51		607.21	610.57
12:00	640.99	608.89	597.17	582.20	600.51	600.51	639.29
13:00	613.93	562.41	573.93	605.53		612.24	537.13
14:00	617.29	543.62	532.27	533.08	610.57	697.79	533.08
15:00	610.57	530.65	530.65	523.40	518.58	575.58	529.85
16:00	578.89	570.63	533.08	526.62	530.65	610.57	557.49
17:00	573.93	514.57		516.17	524.21		607.21
18:00		457.87		447.84	451.69	622.35	496.25
19:00	515.37	445.53	597.17	471.09	741.65	470.31	453.23
20:00	520.19	431.01	502.60	419.64		445.53	454.00
21:00	398.67	354.11	428.73	372.91	780.82	377.29	383.15
22:00	372.91	365.64	365.64	358.42	649.51	348.39	357.70
23:00	322.29	362.75	349.10	348.39	612.24	440.93	397.93
<b>Qprom</b>	<b>463.00</b>	<b>421.33</b>	<b>438.77</b>	<b>435.38</b>	<b>518.28</b>	<b>460.22</b>	<b>457.18</b>
<b>Qmax</b>	<b>640.99</b>	<b>608.89</b>	<b>802.00</b>	<b>610.57</b>	<b>780.82</b>	<b>697.79</b>	<b>639.29</b>
<b>Qmin</b>	<b>253.73</b>	<b>215.30</b>	<b>193.61</b>	<b>214.08</b>	<b>253.73</b>	<b>223.94</b>	<b>198.96</b>



**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 36:**

**CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/01/16 – 16/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(10/01/16 - 16/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado – Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Afluente)		

CAUDALES HORARIOS DE INGRESO - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	10/01/2016 [Lt/s]	11/01/2016 [Lt/s]	12/01/2016 [Lt/s]	13/01/2016 [Lt/s]	14/01/2016 [Lt/s]	15/01/2016 [Lt/s]	16/01/2016 [Lt/s]
00:00	472.65	306.38	277.33	307.07	298.87	289.38	291.41
01:00	470.31	261.52	233.31	251.79	300.91		247.29
02:00	443.23	235.20	199.56	217.76	311.20	193.02	195.98
03:00	755.84	222.08	207.99	242.18	237.10	201.35	188.01
04:00	244.09	227.67	223.32	241.54	241.54	190.95	201.35
05:00	775.45	258.26	612.24	718.76	239.00	204.36	243.45
06:00	605.53	603.86		802.00	302.28	300.23	402.39
07:00	603.86		617.29	568.99	454.78	438.63	441.70
08:00	544.43	725.78	612.24		600.51	529.85	548.50
09:00	602.18	607.21	622.35	734.59	600.51	610.57	618.98
10:00	608.89	587.18	608.89	708.25	597.17	598.84	647.81
11:00	607.21		593.84	603.86	612.24	598.84	
12:00	607.21		610.57	675.26	612.24	622.35	
13:00	613.93		603.86	630.80	557.49	531.46	590.51
14:00	592.17	537.94	531.46	578.89	610.57	560.77	608.89
15:00	598.84	531.46	572.28	537.94	555.04	529.85	
16:00	565.69	530.65	602.18	605.53		542.81	
17:00	529.85	592.17	525.01	525.01	520.19	512.17	529.04
18:00	456.32	472.65	530.65	530.65	520.19	516.17	529.85
19:00	503.40	487.56	468.75	477.34	456.32	440.16	658.07
20:00	132.57	427.97	452.46	213.46	444.76	474.21	454.00
21:00	483.62	404.63	400.90	401.65	380.22	437.87	441.70
22:00	397.18	356.98	356.27	372.91	349.82	323.68	367.82
23:00	335.61	168.43	338.44	352.68	313.96	302.96	312.58
<b>Qprom</b>	<b>522.92</b>	<b>427.28</b>	<b>469.62</b>	<b>477.13</b>	<b>439.86</b>	<b>432.63</b>	<b>425.97</b>
<b>Qmax</b>	<b>775.45</b>	<b>725.78</b>	<b>622.35</b>	<b>734.59</b>	<b>612.24</b>	<b>622.35</b>	<b>658.07</b>
<b>Qmin</b>	<b>132.57</b>	<b>168.43</b>	<b>199.56</b>	<b>213.46</b>	<b>237.10</b>	<b>190.95</b>	<b>188.01</b>



**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 37:**

**CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/01/16 – 23/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
	<b>FECHA:</b>	(17/01/16 - 23/01/16)	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado – Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Afluente)		

**CAUDALES HORARIOS DE INGRESO - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	17/01/2016 [Lt/s]	18/01/2016 [Lt/s]	19/01/2016 [Lt/s]	20/01/2016 [Lt/s]	21/01/2016 [Lt/s]	22/01/2016 [Lt/s]	23/01/2016 [Lt/s]
00:00			302.96	597.17	301.59	292.08	298.87
01:00		271.37	239.00	572.28	247.93	233.94	239.00
02:00		233.94	592.17	349.82	246.65	189.48	192.13
03:00		223.94	371.45	298.87	233.94	191.24	193.61
04:00	651.22	220.22	559.13	282.67	234.57	204.36	223.94
05:00	412.87	221.46	545.25	298.87	118.76	231.43	230.80
06:00	310.51	262.17	375.10	313.27	334.91	297.51	286.69
07:00	422.66	485.20	486.77	474.21	497.05	411.36	461.75
08:00	520.99	554.22	603.86	559.13	145.54	554.22	570.63
09:00	559.13	668.37	605.53	573.93	568.99		598.84
10:00	615.61	605.53	637.59	564.05	607.21	538.75	550.95
11:00	612.24	575.58	676.99	559.13	610.57	603.86	610.57
12:00	627.42	583.86	603.86	541.18	578.89	610.57	595.50
13:00	587.18	750.51	624.04	587.18	607.21	610.57	610.57
14:00	587.18	610.57	239.00	572.28	610.57	532.27	610.57
15:00	547.69	592.17	605.53	570.63	603.86	610.57	
16:00	605.53	531.46	610.57	600.51	577.24	577.24	
17:00	610.57	525.82	605.53	528.23	533.89	541.18	530.65
18:00	802.00	469.53	527.43	506.58	520.19	514.57	192.13
19:00	478.13	442.46	479.69	532.27	500.22	455.55	497.05
20:00	434.82	444.76	473.43	460.19	431.01	456.32	458.64
21:00	370.00	392.00	436.34	447.07	386.83	386.09	400.16
22:00	535.51	377.29	582.20	391.26	370.72	368.54	358.42
23:00		339.85	670.09	352.68	309.13	311.20	303.64
<b>Qprom</b>	<b>527.18</b>	<b>451.40</b>	<b>518.90</b>	<b>480.56</b>	<b>424.06</b>	<b>422.73</b>	<b>409.78</b>
<b>Qmax</b>	<b>651.22</b>	<b>750.51</b>	<b>676.99</b>	<b>600.51</b>	<b>610.57</b>	<b>610.57</b>	<b>610.57</b>
<b>Qmin</b>	<b>310.51</b>	<b>220.22</b>	<b>239.00</b>	<b>282.67</b>	<b>118.76</b>	<b>189.48</b>	<b>192.13</b>



**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 38:**

**CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/01/16 – 30/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(24/01/16 - 30/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado – Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Afluente)		

**CAUDALES HORARIOS DE INGRESO - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	24/01/2016 [Lt/s]	25/01/2016 [Lt/s]	26/01/2016 [Lt/s]	27/01/2016 [Lt/s]	28/01/2016 [Lt/s]	29/01/2016 [Lt/s]	30/01/2016 [Lt/s]
00:00	292.08	467.97	518.58	276.67	292.08	556.67	802.00
01:00	226.43	263.48	288.71	235.20	234.57	351.96	802.00
02:00	206.17	178.42	325.08	199.56	232.06	279.33	532.27
03:00	217.76	204.96	284.01	215.30	227.05	249.86	320.90
04:00	214.08	115.77	240.27	176.98	228.30	242.81	292.08
05:00	238.37	234.57	246.01	237.73	370.00	245.37	267.42
06:00	313.96	300.23	307.07	294.11	757.62	331.39	320.20
07:00	454.78	506.58	481.26	504.20	549.32	444.00	444.00
08:00	531.46	547.69	557.49	658.07	661.50	587.18	577.24
09:00	537.13	603.86	583.86	610.57	694.31	588.84	610.57
10:00	605.53	535.51	552.58	610.57	612.24	605.53	680.44
11:00	610.57	612.24	548.50	612.24	608.89	554.22	602.18
12:00	607.21	531.46	537.13	564.05	539.56	548.50	588.84
13:00	610.57	706.51	529.85	607.21	530.65	608.89	592.17
14:00	610.57	568.99	534.70	546.06	530.65	559.13	568.99
15:00	573.93		536.32	522.60	529.04	531.46	597.17
16:00	527.43		530.65	555.04	521.79	503.40	610.57
17:00	461.75	464.08	477.34	511.37	788.00	503.40	570.63
18:00	464.08	451.69	451.69	479.69	802.00	424.93	
19:00	445.53	439.40	459.42	457.87	802.00	418.13	647.81
20:00	392.00	427.21	430.25	467.19	551.77	406.12	525.82
21:00	353.39	374.37	378.75	383.89	642.69	358.42	433.29
22:00	309.13	347.67	351.25	379.48		360.58	374.37
23:00	295.47	305.01	239.63	346.96	690.84	294.11	318.81
<b>Qprom</b>	<b>420.81</b>	<b>417.62</b>	<b>432.93</b>	<b>435.53</b>	<b>469.26</b>	<b>439.76</b>	<b>455.47</b>
<b>Qmax</b>	<b>610.57</b>	<b>706.51</b>	<b>583.86</b>	<b>658.07</b>	<b>788.00</b>	<b>608.89</b>	<b>680.44</b>
<b>Qmin</b>	<b>206.17</b>	<b>115.77</b>	<b>239.63</b>	<b>176.98</b>	<b>227.05</b>	<b>242.81</b>	<b>267.42</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 39:**

**CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(31/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado – Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Afluente)		

<b>CAUDALES HORARIOS DE INGRESO - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO</b>							
<b>HORA</b>	<b>DOMINGO</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SÁBADO</b>
		31/01/2016 [Lt/s]					
00:00							
01:00							
02:00							
03:00							
04:00	533.08						
05:00	318.12						
06:00	363.47						
07:00	436.34						
08:00	524.21						
09:00	537.13						
10:00	612.24						
11:00	615.61						
12:00	610.57						
13:00	607.21						
14:00							
15:00	567.34						
16:00	529.85						
17:00	521.79						
18:00	490.72						
19:00	526.62						
20:00	309.82						
21:00	450.92						
22:00	376.56						
23:00	336.32						
<b>Qprom</b>	<b>487.78</b>						
<b>Qmax</b>	<b>615.61</b>						
<b>Qmin</b>	<b>309.82</b>						

**FUENTE:** Elaboración Propia

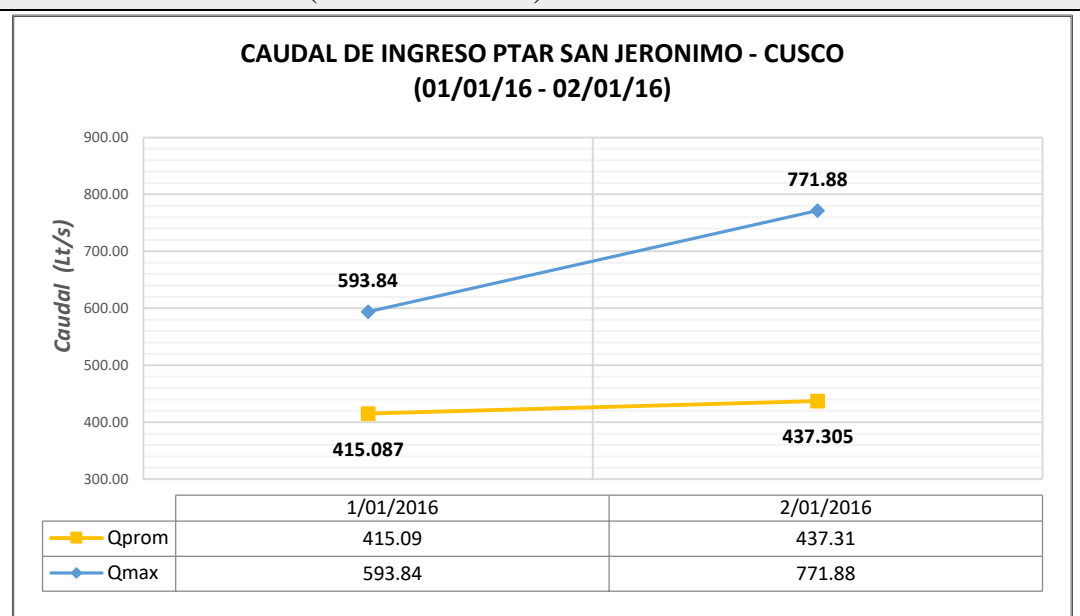




3.6.1.2. DIAGRAMAS O TABLAS

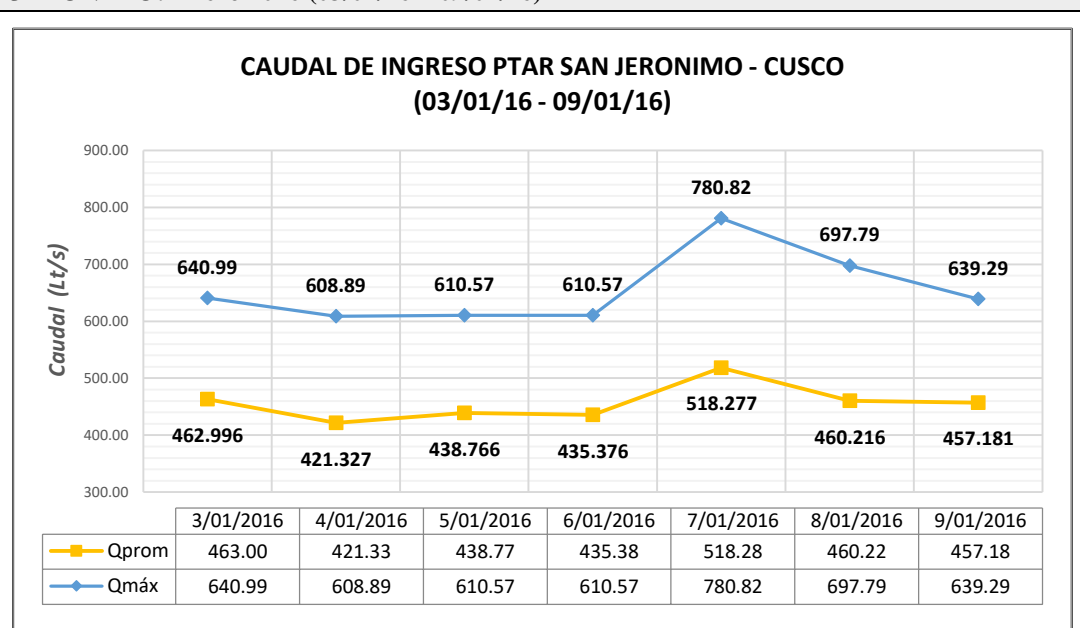
- CAUDALES DE INGRESO A LA PTAR MES DE ENERO DEL 2016

**FIGURA N°80:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Q<sub>max</sub> y Q<sub>prom</sub>, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (01/01/16 – 02/01/16)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

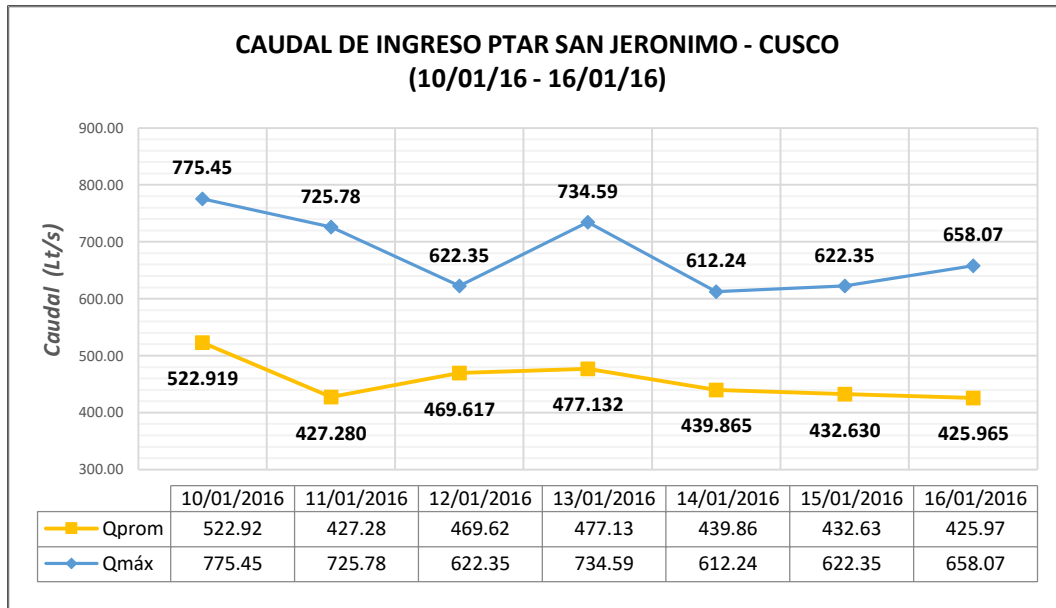
**FIGURA N°81:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Q<sub>max</sub> y Q<sub>prom</sub>, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (03/01/16 – 09/01/16)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

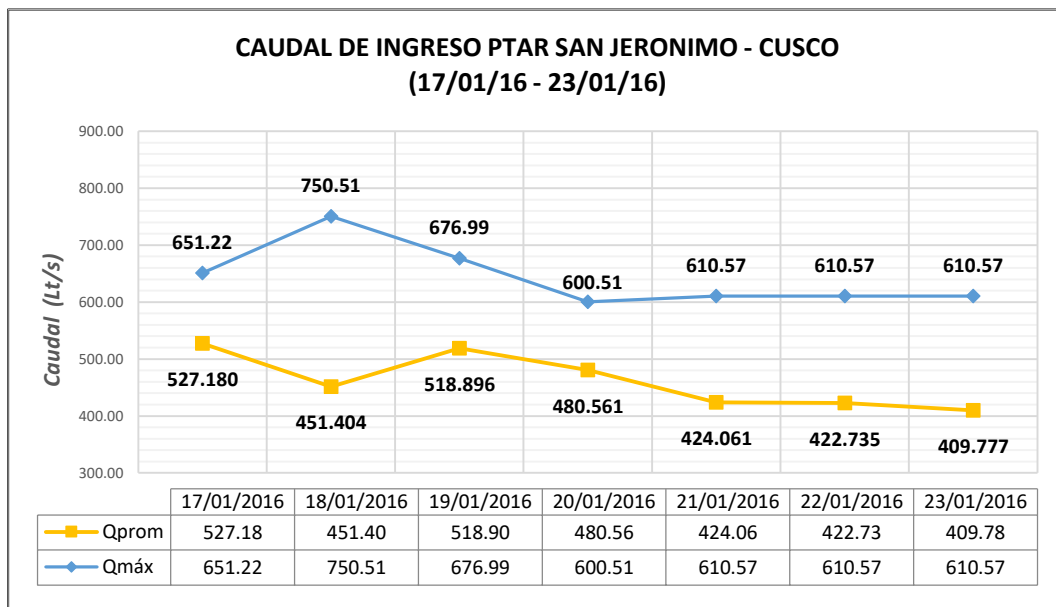


**FIGURA N°82:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (10/01/16 – 16/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**FIGURA N°83:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (17/01/16 – 23/01/16)**

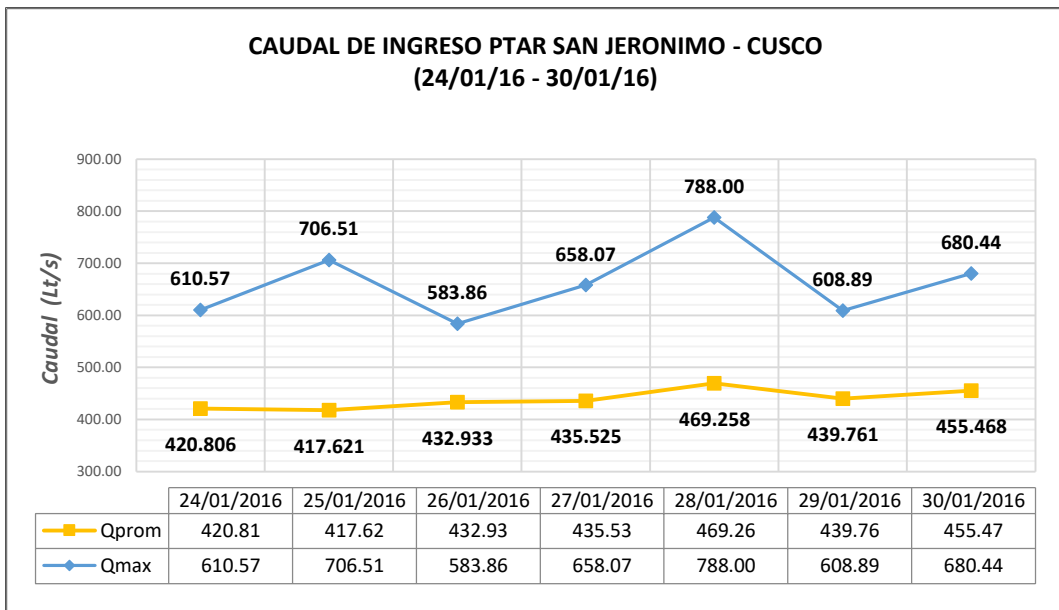


**FUENTE: Elaboración Propia**



**FIGURA N°84:**

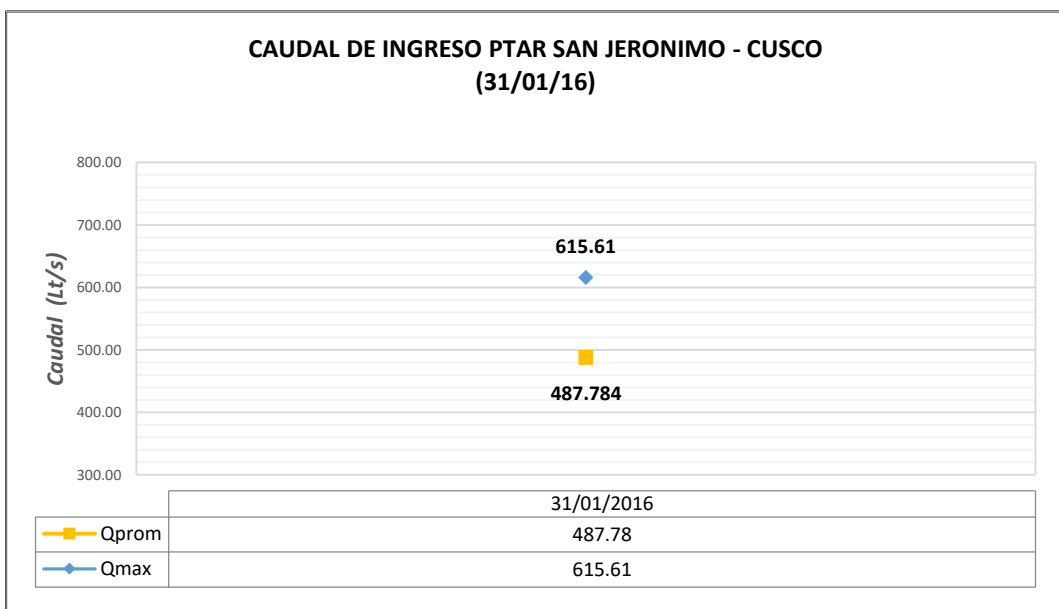
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (24/01/16 – 30/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**FIGURA N°85:**

**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE INGRESO A LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (31/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**



### 3.6.1.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Se puede apreciar que, de todas las lecturas del mes de enero del año 2016, en 17 días se presentó el caudal máximo para el cual está diseñada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; esto puede deberse a la presencia de lluvias que es muy común en este mes en la ciudad del Cusco, esto puede generar el cálculo de coeficientes de variación más elevados por lo que es necesario la verificación de estas lecturas tomadas en el Afluente de la PTAR.

Estos caudales tienen mayor presencia en horas de la mañana (10:00am) y por la tarde (04:00pm)

El día con mayores valores de caudales promedios es el día domingo 17 de enero con un caudal de 527.18 Lt/s y el día de menores caudales promedio es el día 01 de enero con un caudal de 415.09 Lt/s.



### 3.6.2. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

#### 3.6.2.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS

Esta prueba consistió en la determinación (medición) de los caudales de salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco. Para lo cual se realizó el registro horario de los datos emitidos por el medidor automatizado de flujo (ubicado en el punto del Efluente) el cual se determina utilizando la siguiente formula:

$$Q = K * H^n$$

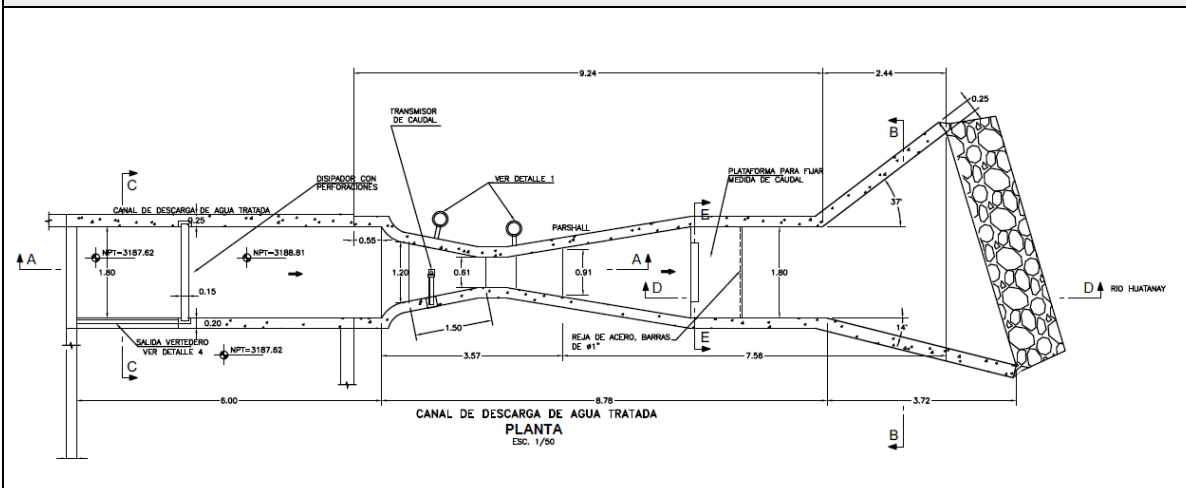
*Q: Caudal (Lt/s)*

*K: Coeficiente para unidades del Sistema Métrico (coef.)*

*n: Exponente (exp.)*

El caudal calculado será el producto del coeficiente “K” por el tirante de agua elevado al exponente “n”; dichos valores están ya parametrizados basado en las dimensiones del Canal Parshall, los caudales registrados están en unidades de litros por segundo (Lt/s).

**FIGURA N°86:**  
**VISTA EN PLANTA DEL CANAL DE SALIDA (CANAL PARSHALL) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**

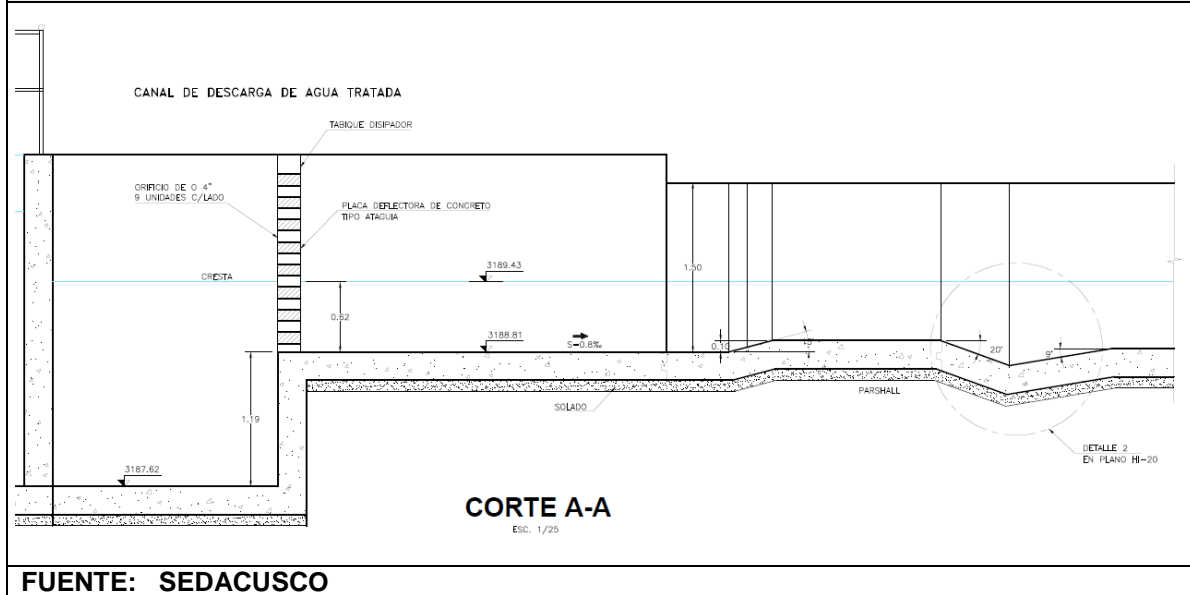


**FUENTE: SEDACUSCO**



**FIGURA N°87:**

**VISTA EN SECCIÓN DEL CANAL DE SALIDA (CANAL PARSHALL) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**



Para determinar el caudal en el punto de salida de la PTAR los cálculos se realizarán con respecto a las lecturas realizadas en el medidor Parshall, donde los valores del coeficiente K y del exponente n están ya establecidos según el diseño del medidor Parshall; por tal motivo el valor variable que es necesario de conocer para el cálculo es el tirante de agua. Teniendo así la fórmula despejada en función del tirante de agua:

$$Q = 1.426 * H^{1.55}$$

**Demostración:**

Los valores de Diseño fueron tomados según el tipo de Canal Parshall del Expediente Técnico: “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad del Cusco – Componente Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Jerónimo – Región Cusco”. Tenemos así los siguientes valores:

- K =1.426 → Coeficiente
- n = 1.55 → Exponente

**Donde:**

Para el día viernes 01 de enero del 2016 (Ver Tabla N° 40)

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (00:00am) =38.78 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 38.78^{1.55} = 413.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (01:00am) =35.20 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 35.20^{1.55} = 356.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (02:00am) =29.98 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 29.98^{1.55} = 277.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (03:00am) =29.42 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 29.42^{1.55} = 269.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (04:00am) =29.35 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 29.35^{1.55} = 268.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (05:00am) =30.12 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 30.12^{1.55} = 279.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (06:00am) =29.70 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 29.70^{1.55} = 273.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (07:00am) =45.46 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 45.46^{1.55} = 529.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (08:00am) =45.68 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 45.68^{1.55} = 533.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (09:00am) =46.06 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 46.06^{1.55} = 540.00 \text{ Lt/s}$$



- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (10:00am) =46.12 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 46.12^{1.55} = 541.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (11:00am) =52.38 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 52.38^{1.55} = 659.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (12:00pm) =50.93 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 50.93^{1.55} = 631.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (13:00pm) =50.20 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 50.20^{1.55} = 617.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (14:00pm) =49.73 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 49.73^{1.55} = 608.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (15:00pm) =49.52 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 49.52^{1.55} = 604.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (16:00pm) =44.45 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 44.45^{1.55} = 511.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (17:00pm) =43.55 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 43.55^{1.55} = 495.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (18:00pm) =42.49 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 42.49^{1.55} = 476.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (19:00pm) =43.86 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 43.86^{1.55} = 500.50 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (20:00pm) =40.77 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 40.77^{1.55} = 447.00 \text{ Lt/s}$$





- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (21:00pm) =42.12 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 42.12^{1.55} = 470.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (22:00pm) =37.28 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 37.28^{1.55} = 389.00 \text{ Lt/s}$$

- Tirante de agua PTAR San Jerónimo – Cusco (23:00pm) =35.87 cm

$$Q_{salida} = 1.426 * H^{1.55} = 1.426 * 35.87^{1.55} = 366.50 \text{ Lt/s}$$





• CAUDALES DE SALIDA DE LA PTAR MES DE ENERO DEL 2016

TABLA N° 40:

CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (01/01/16 – 02/01/16)

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	HORA:	MEDICIÓN DE CAUDALES	
	FECHA:	(01/01/16 - 02/01/16)	
	RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman	
CLIMA:	Soleado - Nublado	<b>HORA N° 02</b>	
LUGAR:	PTAR San Jerónimo (Efluente)		

CAUDALES HORARIOS DE SALIDA - PTAR SAN JERONIMO CUSCO							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
						01/01/2016 [Lt/s]	02/01/2016 [Lt/s]
00:00						413.50	340.50
01:00						356.00	316.00
02:00						277.50	268.50
03:00						269.50	260.00
04:00						268.50	255.00
05:00						279.50	274.00
06:00						273.50	339.50
07:00						529.00	419.00
08:00						533.00	555.00
09:00						540.00	686.00
10:00						541.00	655.00
11:00						659.00	718.00
12:00						631.00	676.00
13:00						617.00	661.00
14:00						608.00	701.00
15:00						604.00	713.00
16:00						511.00	665.00
17:00						495.00	610.00
18:00						476.50	565.00
19:00						500.50	429.00
20:00						447.00	418.50
21:00						470.00	434.00
22:00						389.00	432.00
23:00						366.50	423.00
<b>Qprom</b>						<b>460.65</b>	<b>492.25</b>
<b>Qmax</b>						<b>659.00</b>	<b>718.00</b>
<b>Qmin</b>						<b>268.50</b>	<b>255.00</b>



FUENTE: Elaboración Propia



**TABLA N° 41:**

**CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (03/01/16 – 09/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(03/01/16 - 09/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado - Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Efluente)		

**CAUDALES HORARIOS DE SALIDA - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	03/01/2016 [Lt/s]	04/01/2016 [Lt/s]	05/01/2016 [Lt/s]	06/01/2016 [Lt/s]	07/01/2016 [Lt/s]	08/01/2016 [Lt/s]	09/01/2016 [Lt/s]
00:00	356.00	362.00	344.50	356.50	373.50	612.00	467.50
01:00	333.00	339.00	113.13	186.50	243.50	314.50	462.00
02:00	313.00	315.00	167.00	195.25	267.50	215.50	431.50
03:00	312.50	330.00	193.00	209.50	430.50	204.25	137.75
04:00	308.00	272.50	207.50	260.00	361.00	254.00	112.50
05:00	303.00	262.50	217.25	275.00	302.50	152.50	111.88
06:00	295.00	324.50	312.50	264.50	430.50	248.25	330.50
07:00	422.00	469.00	522.00	427.50	502.00	524.00	485.00
08:00	564.00	621.00	644.00	673.00	701.00	657.00	633.00
09:00	624.00	681.00	654.00	673.00	703.00	688.00	685.00
10:00	656.00	698.00	676.00	686.00	690.00	666.00	688.00
11:00	694.00	682.00	656.00	689.00	660.00	639.00	695.00
12:00	723.00	656.00	445.50	662.00	697.00	643.00	677.00
13:00	718.00	622.00		683.00	661.00	637.00	669.00
14:00	700.00	615.00		670.00	653.00	619.00	683.00
15:00	683.00	663.00		632.00	615.00	627.00	651.00
16:00	633.00	633.00		599.00	619.00	653.00	649.00
17:00	598.00	601.00	229.50	489.50	622.00	710.00	651.00
18:00		543.00		567.00	471.00	163.75	607.00
19:00	420.00	533.00	686.00	546.00	572.00	666.00	576.00
20:00	403.50	476.50	565.00	484.50		531.00	526.00
21:00	419.00	472.50	493.50	485.00		491.50	497.00
22:00	411.50	399.00	477.00	422.50	779.00	417.00	431.00
23:00	411.50	421.50	459.50	390.00	704.00	449.50	411.50
<b>Qprom</b>	<b>491.35</b>	<b>499.67</b>	<b>424.36</b>	<b>480.26</b>	<b>548.09</b>	<b>490.95</b>	<b>511.17</b>
<b>Qmax</b>	<b>723.00</b>	<b>698.00</b>	<b>686.00</b>	<b>689.00</b>	<b>779.00</b>	<b>710.00</b>	<b>695.00</b>
<b>Qmin</b>	<b>295.00</b>	<b>262.50</b>	<b>113.13</b>	<b>186.50</b>	<b>243.50</b>	<b>152.50</b>	<b>111.88</b>



**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 42:**

**CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (10/01/16 – 16/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE CAUDALES	
FECHA:	(10/01/16 - 16/01/16)		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
CLIMA:	Soleado - Nublado		
LUGAR:	PTAR San Jerónimo (Efluente)		

CAUDALES HORARIOS DE SALIDA - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	10/01/2016 [Lt/s]	11/01/2016 [Lt/s]	12/01/2016 [Lt/s]	13/01/2016 [Lt/s]	14/01/2016 [Lt/s]	15/01/2016 [Lt/s]	16/01/2016 [Lt/s]
00:00	434.50	277.00	354.50	365.50	359.50	309.50	378.00
01:00	419.50	340.50	278.50	325.50	329.00	301.50	330.00
02:00	422.00	227.25	251.00	270.00	357.50	251.50	263.00
03:00	438.50	145.00	243.75	237.50	301.00	254.50	230.25
04:00	417.00	279.00	323.00	327.00	204.50	235.50	224.25
05:00	544.00	272.50	540.00	460.50	209.75	250.75	261.50
06:00	641.00	598.00	788.00	151.00	289.00	318.00	380.00
07:00	655.00	739.00	741.00	441.50	409.50	423.00	441.50
08:00	625.00	696.00	689.00	731.00	535.00	596.00	612.00
09:00	666.00	702.00	690.00	529.00	513.00	603.00	660.00
10:00	662.00	696.00	695.00	739.00	693.00	580.00	652.00
11:00	689.00	691.00	695.00	718.00	666.00	580.00	669.00
12:00	685.00	654.00	678.00	755.00	665.00	579.00	668.00
13:00	688.00	525.00	667.00	735.00	679.00	651.00	659.00
14:00	685.00	563.00	635.00	663.00	635.00	624.00	665.00
15:00	695.00	678.00	628.00	666.00	655.00	609.00	697.00
16:00	675.00	651.00	625.00	620.00	649.00	617.00	722.00
17:00	625.00	633.00	607.00	628.00	616.00	608.00	544.00
18:00	588.00	527.00	584.00	537.00	616.00	577.00	559.00
19:00	584.00	619.00	558.00	565.00	540.00	557.00	581.00
20:00	581.00	524.00	526.00	507.00	495.00	526.00	562.00
21:00	598.00	445.50	491.50	477.00	436.50	528.00	465.00
22:00	487.50	379.50	439.50	402.50	431.00	398.00	430.50
23:00	422.00	422.00	432.50	420.00	412.00	378.00	395.00
<b>Qprom</b>	<b>580.29</b>	<b>511.84</b>	<b>548.34</b>	<b>511.29</b>	<b>487.34</b>	<b>473.14</b>	<b>502.04</b>
<b>Qmax</b>	<b>695.00</b>	<b>739.00</b>	<b>788.00</b>	<b>755.00</b>	<b>693.00</b>	<b>651.00</b>	<b>722.00</b>
<b>Qmin</b>	<b>417.00</b>	<b>145.00</b>	<b>243.75</b>	<b>151.00</b>	<b>204.50</b>	<b>235.50</b>	<b>224.25</b>



**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 43:**

**CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (17/01/16 – 23/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(17/01/16 - 23/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado - Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Efluente)		

**CAUDALES HORARIOS DE SALIDA - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO**

HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	17/01/2016 [Lt/s]	18/01/2016 [Lt/s]	19/01/2016 [Lt/s]	20/01/2016 [Lt/s]	21/01/2016 [Lt/s]	22/01/2016 [Lt/s]	23/01/2016 [Lt/s]
00:00	439.00	201.25	377.00	322.00	380.50	431.00	345.00
01:00	623.00	482.50	322.50	375.00	318.50	289.50	282.50
02:00	628.00	290.50	289.50	198.25	282.00	300.50	254.25
03:00	642.00	269.50	421.00	114.63	286.00	245.25	239.25
04:00	652.00	258.00	347.50		267.50	223.25	249.75
05:00	578.00	289.50	637.00		285.50	267.00	271.50
06:00	424.50	217.50	375.00	136.75	337.50	303.50	297.00
07:00	311.00	529.00	494.00	487.00	509.00	525.00	487.00
08:00	549.00	643.00	640.00	631.00	667.00	608.00	602.00
09:00	645.00	684.00	700.00	618.00	688.00	639.00	656.00
10:00	717.00	691.00	718.00	604.00	649.00	611.00	667.00
11:00	745.00	644.00		611.00	663.00	652.00	692.00
12:00	662.00	634.00		664.00	644.00	664.00	661.00
13:00	692.00	724.00		681.00	669.00	659.00	683.00
14:00	679.00			656.00	664.00	673.00	676.00
15:00	655.00	648.00		691.00	672.00	648.00	
16:00	671.00	654.00		683.00	639.00	652.00	
17:00	675.00	650.00	358.50	650.00	646.00	590.00	455.00
18:00		595.00	385.00	583.00	463.50	599.00	520.00
19:00	634.00	543.00	206.00	597.00	537.00	579.00	561.00
20:00	463.50	437.00	195.00	576.00	540.00	467.50	542.00
21:00	513.00	455.50	197.00	472.00	498.00	465.00	402.50
22:00	415.50	445.00	195.50	510.00	406.50	455.50	431.50
23:00	455.50	418.00	280.00	441.00	407.50	384.50	376.50
<b>Qprom</b>	<b>585.61</b>	<b>495.79</b>	<b>396.58</b>	<b>513.71</b>	<b>505.00</b>	<b>497.15</b>	<b>470.53</b>
<b>Qmax</b>	<b>745.00</b>	<b>724.00</b>	<b>718.00</b>	<b>691.00</b>	<b>688.00</b>	<b>673.00</b>	<b>692.00</b>
<b>Qmin</b>	<b>311.00</b>	<b>201.25</b>	<b>195.00</b>	<b>114.63</b>	<b>267.50</b>	<b>223.25</b>	<b>239.25</b>



**FUENTE: Elaboración Propia**



**TABLA N° 44:**

**CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (24/01/16 – 30/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE CAUDALES	
<b>FECHA:</b>	(24/01/16 - 30/01/16)		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado - Nublado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo (Efluente)		

<b>CAUDALES HORARIOS DE SALIDA - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO</b>							
<b>HORA</b>	<b>DOMINGO</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SÁBADO</b>
	24/01/2016 [Lt/s]	25/01/2016 [Lt/s]	26/01/2016 [Lt/s]	27/01/2016 [Lt/s]	28/01/2016 [Lt/s]	29/01/2016 [Lt/s]	30/01/2016 [Lt/s]
00:00	298.50	458.00	442.50	223.00	365.00	711.00	565.00
01:00	302.50	460.00	399.00	272.00	323.00	465.50	
02:00	253.25	177.25	209.25	254.25	279.50	324.50	177.75
03:00	240.75	285.00	397.50	247.00	274.00	319.50	405.00
04:00	256.00	312.00	229.75	259.50	259.00	291.50	416.50
05:00	273.50	257.00	292.00	287.50	336.00	292.00	251.00
06:00	343.50	288.50	318.50	441.00	700.00	348.50	311.00
07:00	470.50	474.00	500.00	496.00	708.00	434.00	509.00
08:00	560.00	601.00	563.00	543.00	711.00	623.00	674.00
09:00	660.00	673.00	714.00	689.00	747.00	709.00	700.00
10:00	672.00	676.00	679.00	684.00	716.00	696.00	698.00
11:00	696.00	659.00	663.00	666.00	627.00	674.00	685.00
12:00	685.00	656.00	642.00	639.00	649.00	687.00	692.00
13:00	668.00	708.00	642.00	666.00	679.00	666.00	686.00
14:00	665.00	651.00	640.00	660.00	659.00	678.00	691.00
15:00	663.00		640.00	635.00	626.00	657.00	666.00
16:00	632.00	607.00	618.00	604.00	621.00	646.00	561.00
17:00	520.00	529.00	526.00	590.00	672.00	646.00	602.00
18:00	534.00	532.00	511.00	556.00	205.50	450.00	627.00
19:00	554.00	439.50	408.50	558.00		458.00	
20:00	448.00	418.00	386.00	554.00	610.00	445.50	319.50
21:00	443.50	455.50	406.00	472.50	724.00	443.00	319.50
22:00	401.00	394.00	442.50	360.00	739.00	346.50	310.50
23:00	202.75	345.00	395.00	386.50	729.00	398.50	
<b>Qprom</b>	<b>476.78</b>	<b>480.68</b>	<b>486.02</b>	<b>489.30</b>	<b>563.53</b>	<b>517.08</b>	<b>517.46</b>
<b>Qmax</b>	<b>696.00</b>	<b>708.00</b>	<b>714.00</b>	<b>689.00</b>	<b>747.00</b>	<b>711.00</b>	<b>700.00</b>
<b>Qmin</b>	<b>202.75</b>	<b>177.25</b>	<b>209.25</b>	<b>223.00</b>	<b>205.50</b>	<b>291.50</b>	<b>177.75</b>



**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 45:**

**CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (31/01/16)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE CAUDALES	
FECHA:	(31/01/16)		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 02</b>
CLIMA:	Soleado - Nublado		
LUGAR:	PTAR San Jerónimo (Efluente)		

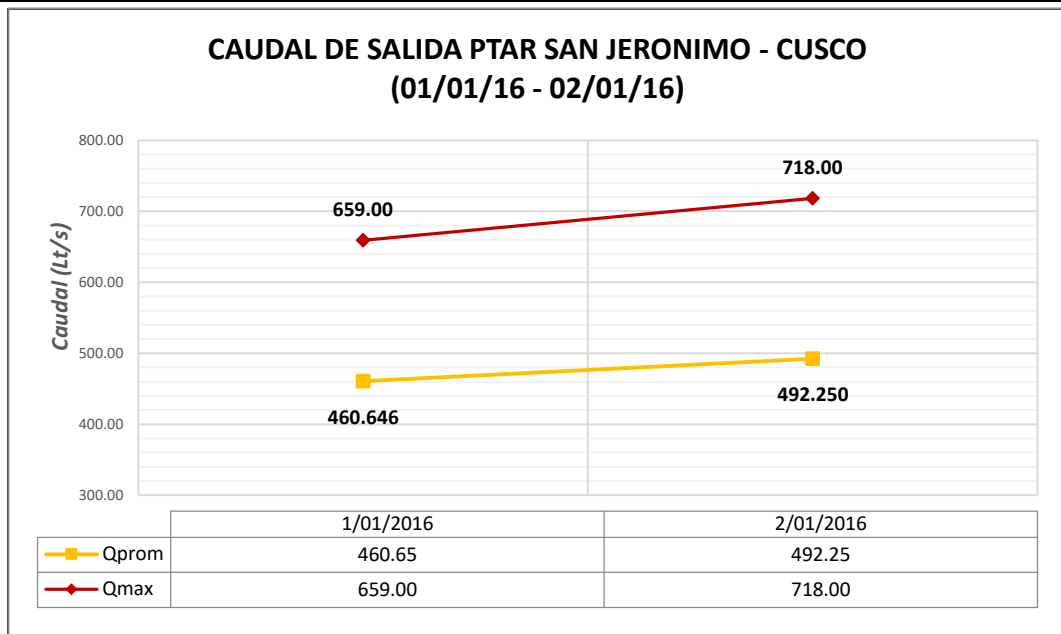
CAUDALES HORARIOS DE SALIDA - PTAR SAN JERÓNIMO CUSCO							
HORA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
	31/01/2016 [Lt/s]						
00:00	253.50						
01:00	407.50						
02:00	653.00						
03:00	651.00						
04:00	648.00						
05:00	399.00						
06:00	276.50						
07:00	526.00						
08:00	487.00						
09:00	642.00						
10:00	640.00						
11:00	712.00						
12:00	717.00						
13:00	705.00						
14:00	705.00						
15:00	696.00						
16:00	647.00						
17:00	647.00						
18:00	577.00						
19:00	594.00						
20:00	589.00						
21:00	572.00						
22:00	517.00						
23:00							
<b>Qprom</b>	<b>576.59</b>						
<b>Qmax</b>	<b>717.00</b>						
<b>Qmin</b>	<b>253.50</b>						

**FUENTE:** Elaboración Propia

3.6.2.2. DIAGRAMAS O TABLAS

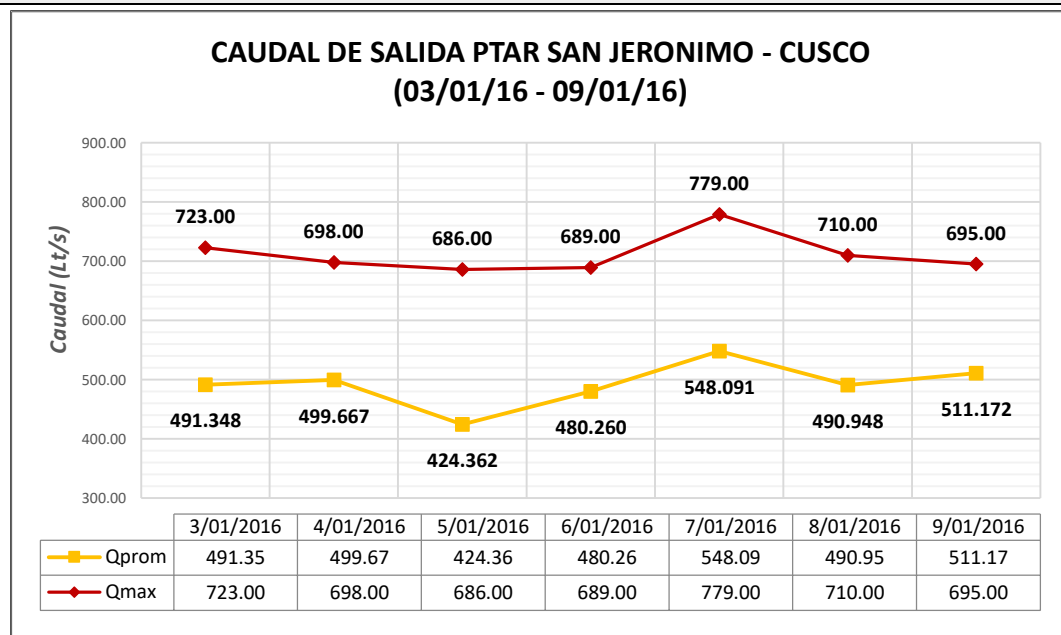
- CAUDALES DE SALIDA DE LA PTAR MES DE ENERO DEL 2016

**FIGURA N°88:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (01/01/16 – 02/01/16)**



FUENTE: Elaboración Propia

**FIGURA N°89:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (03/01/16 – 09/01/16)**

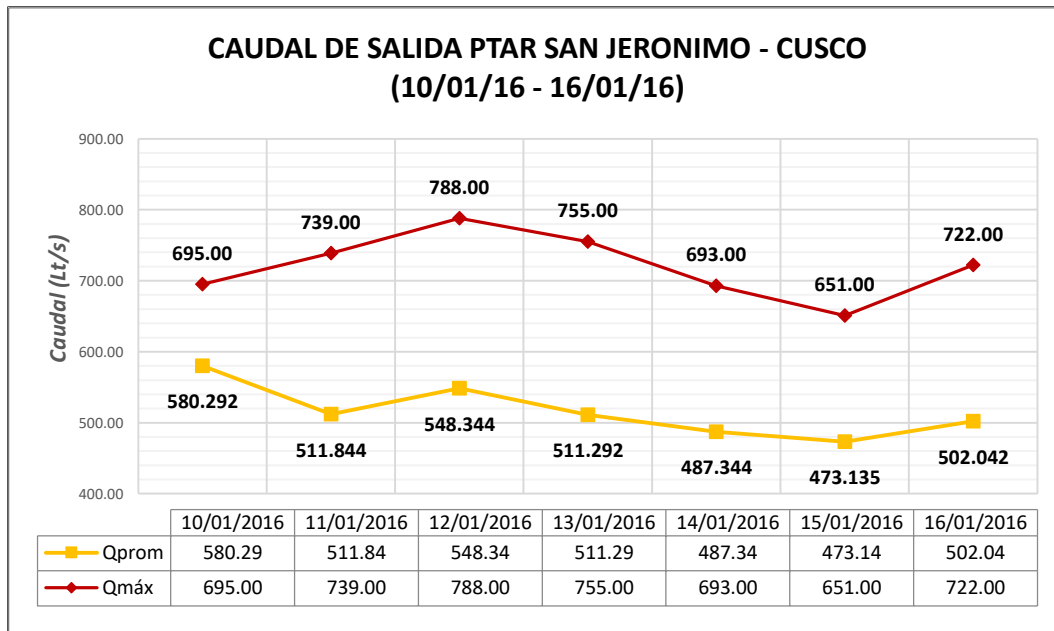


FUENTE: Elaboración Propia



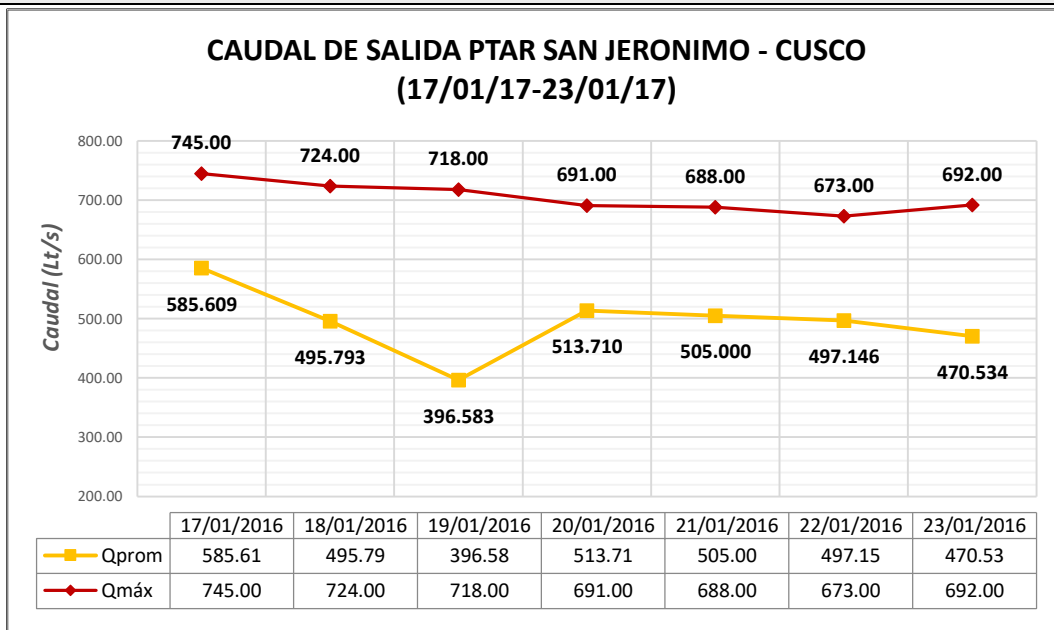


**FIGURA N°90:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (10/01/16 – 16/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**

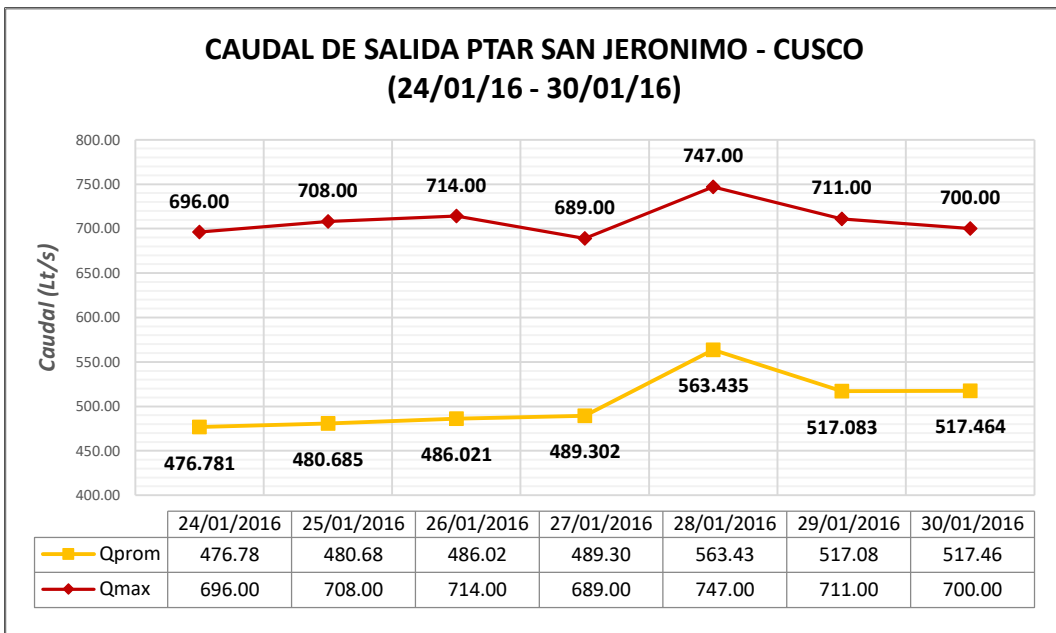
**FIGURA N°91:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (17/01/16 – 23/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**

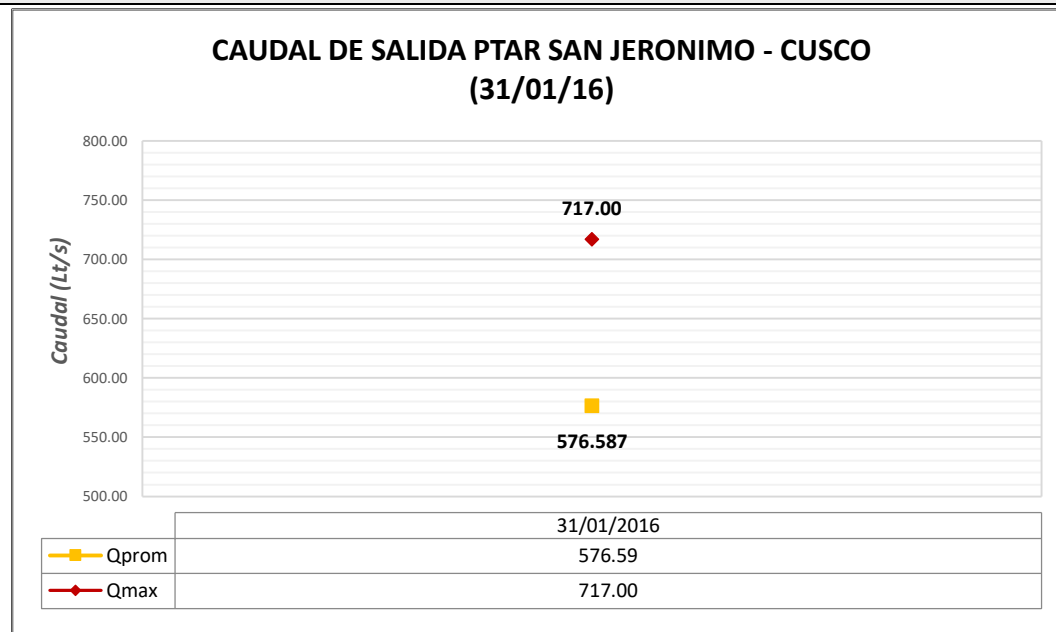


**FIGURA N°92:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (24/01/16 – 30/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**FIGURA N°93:**  
**CUADRO COMPARATIVO, Qmax y Qprom, CAUDAL DE SALIDA DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Enero 2016 (31/01/16)**



**FUENTE: Elaboración Propia**



### 3.6.2.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Se puede apreciar que, de todas las lecturas del mes de enero del año 2016, el día martes 12 de enero se presentó el mayor caudal de salida el cual fue igual a 788.00 Lt/s registrado a la 06:00 hrs. Sin embargo fue el día domingo 17 de enero el día que se presentó el mayor promedio de caudales de salida igual a 585.61 Lt/s y de la misma forma el día martes 19 de enero se presentaron las menores lecturas de caudal siendo el valor promedio igual a 396.58 Lt/s pero el menor valor registro de caudal se realizó el día sábado 09 de enero a las 05:00hrs con un caudal igual a 111.88 Lt/s. Todas estas lecturas realizadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad del Cusco en el punto de salida (Efluente).



### 3.6.3. MEDICIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

#### 3.6.3.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS

El cálculo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno se realizará mediante la relación de la diferencia del oxígeno disuelto inicial y el oxígeno disuelto final con la fracción de agua residual sobre la muestra determinada de acuerdo al porcentaje de disolución, este cálculo esta expresado mediante la siguiente formula:

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P}$$

*DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/Lt)*

*O<sub>DI</sub>: Oxígeno disuelto inicial (mg/Lt)*

*O<sub>DF</sub>: Oxígeno disuelto final (mg/Lt)*

*P: Fracción AR/muestra*

**Demostración:** Fecha 08/11/17 – 13/11/17, (hora: 04:00pm)

**Donde:**

**Punto de monitoreo: Afluente**

a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 46)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 2.23 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 0.67% → muestra de agua = 2 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 2.23mg)}{\frac{2ml}{300ml}} = 535.50mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 46)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 1.72 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 0.83% → muestra de agua = 2.50 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 1.72mg)}{2.50ml/300ml} = 489.60mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 46)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 1.22 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1% → muestra de agua = 3 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 1.22mg)}{3ml/300ml} = 459.00mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Cámara de Reunión N°1 (CR1)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 46)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.84 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 2.37 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1% → muestra de agua = 3 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.84mg - 2.37mg)}{3ml/300ml} = 347.00mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 46)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt



- Oxígeno disuelto final = 2.19 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 0.83% → muestra de agua = 2.50 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 2.19mg)}{2.50ml/300ml} = 435.60mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 46)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.84 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 2.06 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1% → muestra de agua = 3 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.84mg - 2.06mg)}{3ml/300ml} = 378.00mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Sedimentador Primario N°1 (SP1)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 47)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.80 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 0.67% → muestra de agua = 2 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 3.80mg)}{2ml/300ml} = 301.50mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 47)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.61 mg/Lt
- AR = 300 ml



- % dilución = 0.83% → muestra de agua = 2.50 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.61mg)}{2.50ml/300ml} = 262.80mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 47)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.14 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1% → muestra de agua = 3 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.14mg)}{3ml/300ml} = 266.00mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Sedimentador Primario N°2 (SP2)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 47)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.39 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1% → muestra de agua = 3 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 3.39mg)}{3ml/300ml} = 242.00mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 47)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 2.71 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1.33% → muestra de agua = 4 ml

**Solución:**



$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 2.71mg)}{4ml/300ml} = 232.50mg/Lt$$

c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 47)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 1.80 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1.67% → muestra de agua = 5 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 1.80mg)}{5ml/300ml} = 240.00mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Cámara de Reunión N°3 (CR3)**

a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 48)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.82 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 0.67% → muestra de agua = 2 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.82mg)}{2ml/300ml} = 300.00mg/Lt$$

b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 48)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.62 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 0.83% → muestra de agua = 2.50 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.62mg)}{2.50ml/300ml} = 264.00mg/Lt$$





c) **Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 48)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.83 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.10 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1% → muestra de agua = 3 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.83mg - 3.10mg)}{3ml/300ml} = 273.00mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Filtro Percolador Primario N°1 (FPP1)**

a) **Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 48)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.33 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1.67% → muestra de agua = 5 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 3.33mg)}{5ml/300ml} = 148.80mg/Lt$$

b) **Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 48)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.17 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2% → muestra de agua = 6 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 3.17mg)}{6ml/300ml} = 132.00mg/Lt$$

c) **Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 48)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt



- Oxígeno disuelto final = 2.50 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2.33% → muestra de agua = 7 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 2.50mg)}{7ml/300ml} = 142.29mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Filtro Percolador Primario N°2 (FPP2)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 49)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.80 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1.67% → muestra de agua = 5 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 3.80mg)}{5ml/300ml} = 120.60mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 49)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.60 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2% → muestra de agua = 6 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.60mg)}{6ml/300ml} = 110.00mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 49)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.10 mg/Lt
- AR = 300 ml



- % dilución = 2.33% → muestra de agua = 7 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.10mg)}{7ml/300ml} = 116.57mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Filtro Percolador Primario N°3 (FPP3)**

a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 49)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.78 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 1.67% → muestra de agua = 5 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.78mg)}{5ml/300ml} = 122.40mg/Lt$$

b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 49)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.66 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2% → muestra de agua = 6 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.66mg)}{6ml/300ml} = 108.00mg/Lt$$

c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 49)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.31 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2.33% → muestra de agua = 7 ml

**Solución:**



$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.31mg)}{7ml/300ml} = 106.71mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Cámara de Reunión N°7 (CR7)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 50)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.85 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.19 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2% → muestra de agua = 6 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.85mg - 3.19mg)}{6ml/300ml} = 133.00mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 50)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.84 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 2.73 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2.33% → muestra de agua = 7 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.84mg - 2.73mg)}{7ml/300ml} = 133.29mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 50)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 2.57 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 2.67% → muestra de agua = 8 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 2.57mg)}{8ml/300ml} = 121.88mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Filtro Percolador Secundario N°1 (FPS1)**

a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 50)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.82 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 3.33% → muestra de agua = 10 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.82mg)}{10ml/300ml} = 60.00mg/Lt$$

b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 50)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.49 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.49mg)}{12ml/300ml} = 58.25mg/Lt$$

c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 50)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.39 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.39mg)}{13ml/300ml} = 55.62mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Filtro Percolador Secundario N°2 (FPS2)**

a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 51)



- Oxígeno disuelto inicial = 5.83 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.82 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 3.33% → muestra de agua = 10 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.83mg - 3.82mg)}{10ml/300ml} = 60.30mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 51)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.85 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.41 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.85mg - 3.41mg)}{12ml/300ml} = 61.05mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 51)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.32 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.32mg)}{13ml/300ml} = 57.69mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Cámara de Reunión N°5 (CR5)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 51)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.85 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.82 mg/Lt



- AR = 300 ml
- % dilución = 3.33% → muestra de agua = 10 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.85mg - 3.82mg)}{10ml/300ml} = 60.90mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 51)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.84 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.41 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.84mg - 3.41mg)}{12ml/300ml} = 60.75mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 51)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.86 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.32 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.86mg - 3.32mg)}{13ml/300ml} = 58.62mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Sedimentador Secundario N°1 (SS1)****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 52)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.85 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.85 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.85mg - 3.85mg)}{12ml/300ml} = 50.00mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 52)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.84 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.68 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.84mg - 3.68mg)}{13ml/300ml} = 49.85mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 52)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.42 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 5% → muestra de agua = 15 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.42mg)}{15ml/300ml} = 48.00mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Sedimentador Secundario N°2 (SS2)**

**a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 52)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.86 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.86 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 3.33% → muestra de agua = 10 ml

**Solución:**





$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.86mg - 3.86mg)}{10ml/300ml} = 60.00mg/Lt$$

b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 52)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.85 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.64 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.85mg - 3.64mg)}{12ml/300ml} = 55.25mg/Lt$$

c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 52)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.82 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.42 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.82mg - 3.42mg)}{13ml/300ml} = 55.38mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Cámara de Reunión N°8 (CR8)**

a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 53)

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.73 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.73mg)}{12ml/300ml} = 51.75mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 53)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.81 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.54 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.81mg - 3.54mg)}{13ml/300ml} = 52.38mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 53)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.80 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.19 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 5% → muestra de agua = 15 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.80mg - 3.19mg)}{15ml/300ml} = 52.20mg/Lt$$

**Punto de monitoreo: Efluente****a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 (Ver Tabla N° 53)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.87 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.77 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4% → muestra de agua = 12 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.87mg - 3.77mg)}{12ml/300ml} = 52.50mg/Lt$$

**b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 (Ver Tabla N° 53)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.85 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.42 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 4.33% → muestra de agua = 13 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.85mg - 3.42mg)}{13ml/300ml} = 56.08mg/Lt$$

**c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 (Ver Tabla N° 53)**

- Oxígeno disuelto inicial = 5.84 mg/Lt
- Oxígeno disuelto final = 3.26 mg/Lt
- AR = 300 ml
- % dilución = 5% → muestra de agua = 15 ml

**Solución:**

$$DBO = \frac{O_{DI} - O_{DF}}{P} = \frac{(5.84mg - 3.26mg)}{15ml/300ml} = 51.60mg/Lt$$

**3.6.3.1.1. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN EL PUNTO DE INGRESO (AFLUENTE) Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 46:**

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (AFLUENTE Y CÁMARA DE REUNIÓN N°1)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

 <b>UAC</b>	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
	<b>FECHA:</b>	08/11/2017	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Afluente y Cámara de Reunión 1		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	Afluente
----------------------	----------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	0.67	0.83	1.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	2.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	298	297.5	297
	ODI	mg/L	5.80	5.80	5.81
	TEMPERATURA	°C	18.30	18.30	18.30
	ODF	mg/L	2.23	1.72	1.22
		<b>DBO5-Afluente</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>535.50</b>	<b>489.60</b>
			<b>494.70</b>		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	CR1
----------------------	-----

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	1.00	0.83	1.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	3.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	297.00	297.50	297.00
	ODI	mg/L	5.84	5.82	5.84
	TEMPERATURA	°C	18.40	18.40	18.40
	ODF	mg/L	2.37	2.19	2.06
		<b>DBO5-CR1</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>347.00</b>	<b>435.60</b>
			<b>386.87</b>		

**FUENTE:** Elaboración Propia

**3.6.3.1.2. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN EL SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y EN EL SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

TABLA N° 47:

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR PRIMARIO N°1 Y SEDIMENTADOR PRIMARIO N°2)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE DBO	
FECHA:	08/11/2017		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		HORA N° 04
CLIMA:	Soleado y Despejado		
LUGAR:	PTAR - Sedimentador Primario 1 y 2		
HORA:	4:00 p.m.		

DBO (ppm) 300

Pto. Muestra. SP1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	0.67	0.83	1.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	2.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	298.00	297.50	297.00
	ODI	mg/L	5.81	5.80	5.80
	TEMPERATURA	°C	17.90	17.90	17.90
	ODF	mg/L	3.80	3.61	3.14
DBO5-SP1		mg/Lt	301.50	262.80	266.00
			276.77		

DBO (ppm) 300

Pto. Muestra. SP2

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	1.00	1.33	1.67
	MUESTRA DE AGUA	ml	3.00	4.00	5.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	297.00	296.00	295.00
	ODI	mg/L	5.81	5.81	5.80
	TEMPERATURA	°C	17.80	17.80	17.80
	ODF	mg/L	3.39	2.71	1.80
DBO5-SP2		mg/Lt	242.00	232.50	240.00
			238.17		

FUENTE: Elaboración Propia

**3.6.3.1.3. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN LA CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 48:**

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°3 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°1)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE DBO	
FECHA:	08/11/2017		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
CLIMA:	Soleado y Despejado		
LUGAR:	PTAR - Cámara de Reunión 3 y Filtro Percolador P1		
HORA:	4:00 p.m.		

DBO (ppm)	300
-----------	-----

Pto. Muestra.	CR3
---------------	-----

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	0.67	0.83	1.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	2.00	2.50	3.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	298.00	297.50	297.00
	ODI	mg/L	5.82	5.82	5.83
	TEMPERATURA	°C	19.20	19.20	19.20
	ODF	mg/L	3.82	3.62	3.10
	<b>DBO5-CR3</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>300.00</b>	<b>264.00</b>	<b>273.00</b>
			<b>279.00</b>		

DBO (ppm)	300
-----------	-----

Pto. Muestra.	FPP1
---------------	------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	1.67	2.00	2.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	5.00	6.00	7.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	295.00	294.00	293.00
	ODI	mg/L	5.81	5.81	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.20	18.20	18.20
	ODF	mg/L	3.33	3.17	2.50
	<b>DBO5-FPP1</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>148.80</b>	<b>132.00</b>	<b>142.29</b>
			<b>141.03</b>		

**FUENTE:** Elaboración Propia

**3.6.3.1.4. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 49:**

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°2 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE DBO	
FECHA:	08/11/2017		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		HORA N° 04
CLIMA:	Soleado y Despejado		
LUGAR:	PTAR - Filtro Percolador Primario 2 y 3		
HORA:	4:00 p.m.		

DBO (ppm)	300
-----------	-----

Pto. Muestra.	FPP2
---------------	------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	1.67	2.00	2.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	5.00	6.00	7.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	295.00	294.00	293.00
	ODI	mg/L	5.81	5.80	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.80	3.60	3.10
DBO5-FPP2		mg/Lt	120.60	110.00	116.57
			115.72		

DBO (ppm)	300
-----------	-----

Pto. Muestra.	FPP3
---------------	------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	1.67	2.00	2.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	5.00	6.00	7.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	295.00	294.00	293.00
	ODI	mg/L	5.82	5.82	5.80
	TEMPERATURA	°C	18.60	18.60	18.60
	ODF	mg/L	3.78	3.66	3.31
DBO5-FPP3		mg/Lt	122.40	108.00	106.71
			112.37		

FUENTE: Elaboración Propia

**3.6.3.1.5. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN LA CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 50:**

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°7 Y EN EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°1)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Cámara de Reuni. 7 y Filtro Percolador Sec. 1		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	CR7
----------------------	-----

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	2.00	2.33	2.67
	MUESTRA DE AGUA	ml	6.00	7.00	8.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	294.00	293.00	292.00
	ODI	mg/L	5.85	5.84	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.90	18.90	18.90
	ODF	mg/L	3.19	2.73	2.57
	<b>DBO5-CR7</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>133.00</b>	<b>133.29</b>	<b>121.88</b>
			<b>129.39</b>		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	FPS1
----------------------	------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	3.33	4.00	4.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	290.00	288.00	287.00
	ODI	mg/L	5.82	5.82	5.80
	TEMPERATURA	°C	19.70	19.70	19.70
	ODF	mg/L	3.82	3.49	3.39
	<b>DBO5-FPS1</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>60.00</b>	<b>58.25</b>	<b>55.62</b>
			<b>57.96</b>		

**FUENTE: Elaboración Propia**



**3.6.3.1.6. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN EL FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y EN LA CÁMARA DE REUNIÓN N°5 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 51:**

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (FILTRO PERCOLADOR SECUNDARIO N°2 Y EN CÁMARA DE REUNIÓN N°5)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Filtro Percolador Sec. 2 y Cámara de Reuni. 5		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	<b>FPS2</b>
----------------------	-------------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	3.33	4.00	4.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	290.00	288.00	287.00
	ODI	mg/L	5.83	5.85	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.82	3.41	3.32
	<b>DBO5-FPS2</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>60.30</b>	<b>61.05</b>	<b>57.69</b>
			<b>59.68</b>		

<b>DBO (ppm)</b>	300
------------------	-----

<b>Pto. Muestra.</b>	<b>CR5</b>
----------------------	------------

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	3.33	4.00	4.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	290.00	288.00	287.00
	ODI	mg/L	5.85	5.84	5.86
	TEMPERATURA	°C	18.70	18.70	18.70
	ODF	mg/L	3.82	3.41	3.32
	<b>DBO5-CR5</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>60.90</b>	<b>60.75</b>	<b>58.62</b>
			<b>60.09</b>		

**FUENTE: Elaboración Propia**



**3.6.3.1.7. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y EN SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 52:**

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°1 Y EN EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO N°2)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE DBO	
	<b>FECHA:</b>	08/11/2017	
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N° 04</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR - Sedimentador Secundario 1 y 2		
<b>HORA:</b>	4:00 p.m.		

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    SS1

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	4.00	4.33	5.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	12.00	13.00	15.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	288.00	287.00	285.00
	ODI	mg/L	5.85	5.84	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.85	3.68	3.42
	<b>DBO5-SS1</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>50.00</b>	<b>49.85</b>	<b>48.00</b>
			<b>49.28</b>		

**DBO (ppm)**    300

**Pto. Muestra.**    SS2

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)</b>	DILUCIÓN	%	3.33	4.00	4.33
	MUESTRA DE AGUA	ml	10.00	12.00	13.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	290.00	288.00	287.00
	ODI	mg/L	5.86	5.85	5.82
	TEMPERATURA	°C	18.50	18.50	18.50
	ODF	mg/L	3.86	3.64	3.42
	<b>DBO5-SS2</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>60.00</b>	<b>55.25</b>	<b>55.38</b>
			<b>56.88</b>		

**FUENTE: Elaboración Propia**





**3.6.3.1.8. CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN LA CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EN PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

TABLA N° 53:

**CALCULO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), (CÁMARA DE REUNIÓN N°8 Y EFLUENTE)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE DBO	
FECHA:	08/11/2017		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		HORA N° 04
CLIMA:	Soleado y Despejado		
LUGAR:	PTAR - Cámara de Reunión 8 y Efluente		
HORA:	4:00 p.m.		

DBO (ppm)	300
-----------	-----

Pto. Muestra.	CR8
---------------	-----

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	4.00	4.33	5.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	12.00	13.00	15.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	288.00	287.00	285.00
	ODI	mg/L	5.80	5.81	5.80
	TEMPERATURA	°C	18.40	18.40	18.40
	ODF	mg/L	3.73	3.54	3.19
	<b>DBO5-CR8</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>51.75</b>	<b>52.38</b>	<b>52.20</b>
			<b>52.11</b>		

DBO (ppm)	300
-----------	-----

Pto. Muestra.	Efluente
---------------	----------

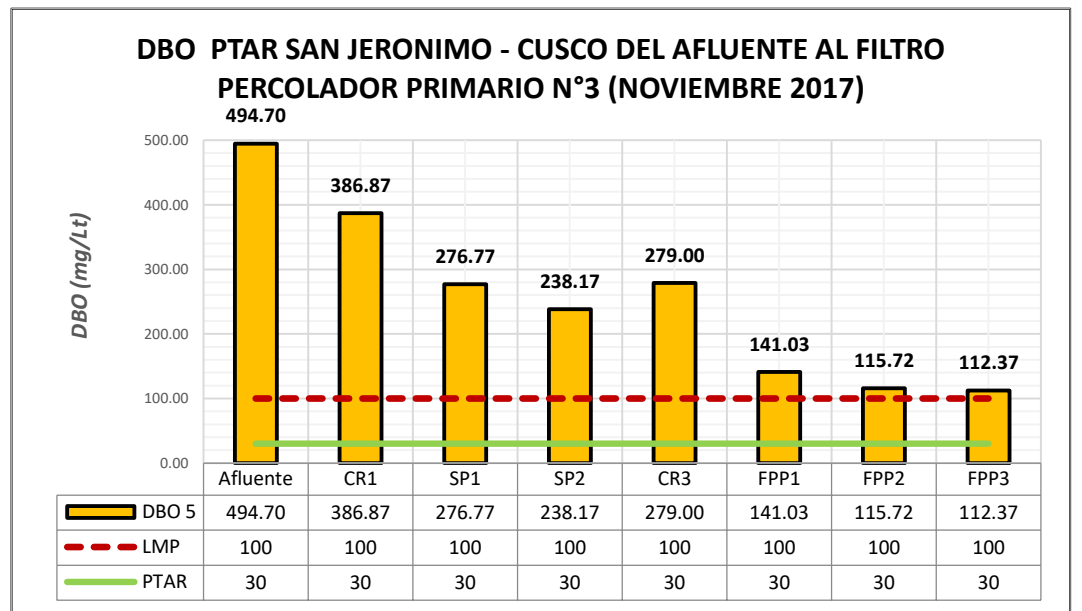
PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO)	DILUCIÓN	%	4.00	4.33	5.00
	MUESTRA DE AGUA	ml	12.00	13.00	15.00
	AGUA DE DILUCIÓN	ml	288.00	287.00	285.00
	ODI	mg/L	5.87	5.85	5.84
	TEMPERATURA	°C	18.30	18.30	18.30
	ODF	mg/L	3.77	3.42	3.26
	<b>DBO5-Efluente</b>	<b>mg/Lt</b>	<b>52.50</b>	<b>56.08</b>	<b>51.60</b>
			<b>53.39</b>		

FUENTE: Elaboración Propia



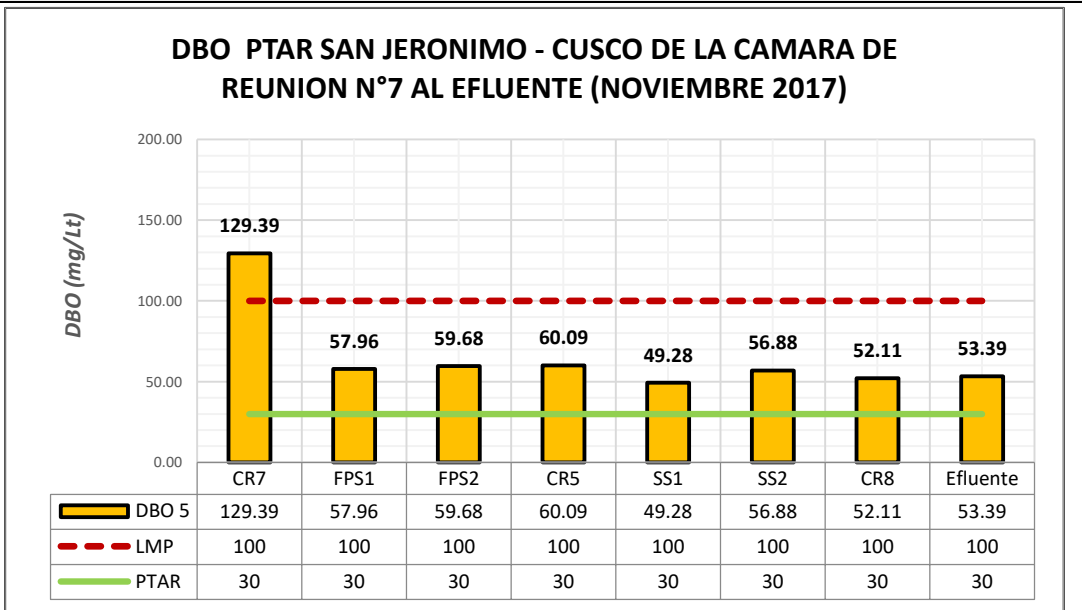
3.6.3.2. DIAGRAMAS O TABLAS

**FIGURA N°94:**  
**DIAGRAMA DE BARRA, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Afluente al FPP3 (08/11/2017)**



FUENTE: Elaboración Propia

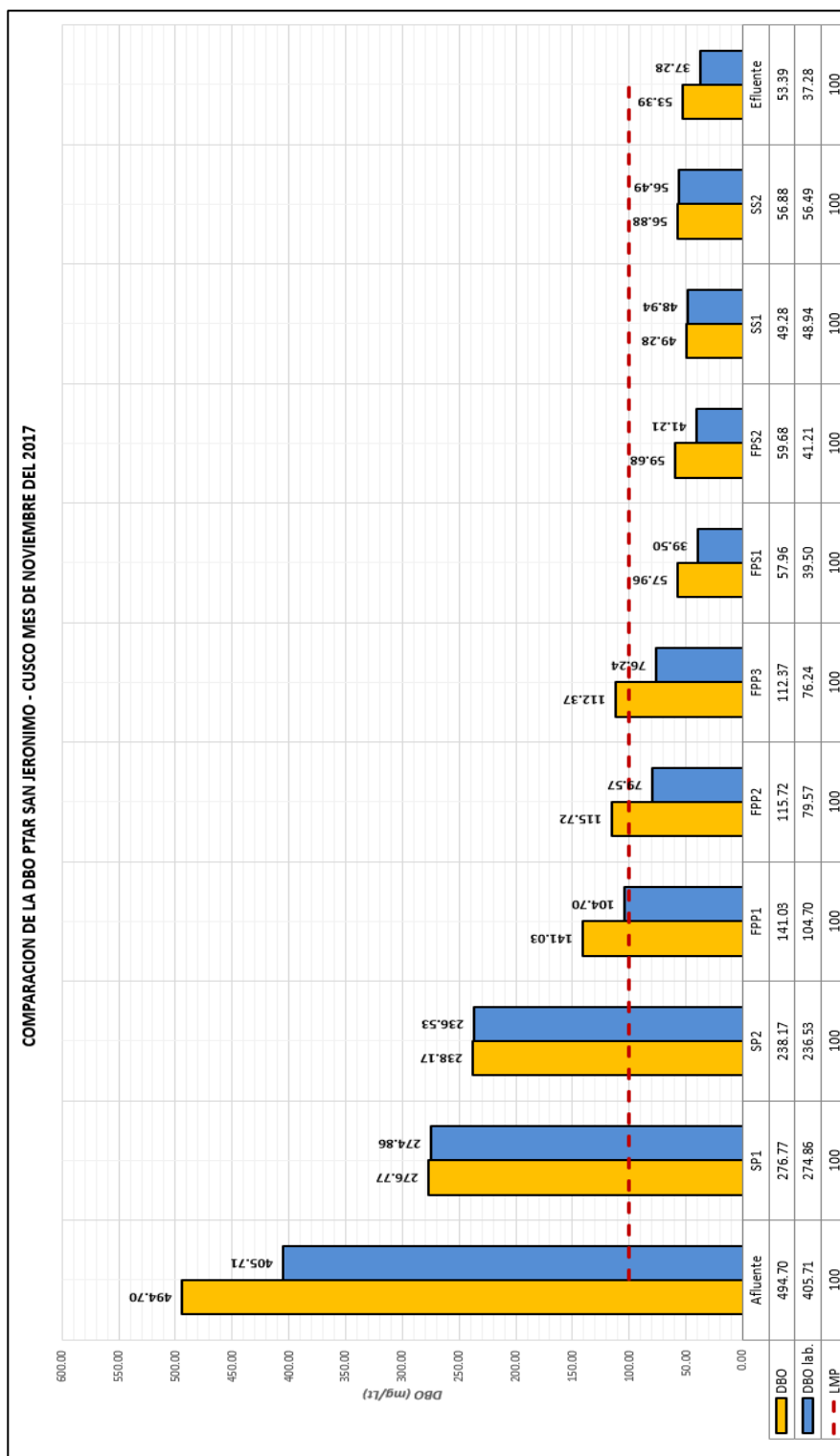
**FIGURA N°95:**  
**DIAGRAMA DE BARRA, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: CR7 al Efluente (08/11/2017)**



FUENTE: Elaboración Propia



**FIGURA N°96:**  
**DIAGRAMA DE BARRA, COMPARACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Resultados Obtenidos y Resultados de Laboratorio Acreditado (08/11/2017)**



FUENTE: Elaboración Propia



### 3.6.3.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA

De los cálculos realizados se puede observar que desde la unidad de tratamiento FPS1 (Filtro Percolador Secundario 1) hasta el punto de salida (Efluente) el valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO está por debajo de lo establecido en los Límites Máximos Permisibles LMP, establecidos por el Ministerio del Ambiente y contemplados en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.090 Plantas de Tratamiento.

Se puede observar además que el valor de DBO en el punto de ingreso (Afluente) es igual a 494.70 mg/Lt y en el punto de salida es de 53.39 mg/Lt; lo cual equivale a una reducción del 89.21% de la DBO.



### 3.6.4. MEDICIÓN DE LOS SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE INGRESO AL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO

#### 3.6.4.1. PROCESAMIENTO O CÁLCULO DE LA SERIE DE DATOS

El cálculo de los Sólidos Totales en Suspensión se realizará mediante la relación de la diferencia del peso final de la muestra y el peso inicial de la muestra con el volumen de agua filtrada, este cálculo está expresado mediante la siguiente fórmula:

$$STS = \frac{(A - B) * 1000}{V}$$

*STS: Sólidos Totales en Suspensión (mg/Lt)*

*A: Peso final de la muestra (mg)*

*B: Peso inicial de la muestra (mg)*

*V: Volumen de la muestra filtrada (ml)*

**Demostración:** Fecha 08/11/17, (hora: 02:00 pm)

**Donde:**

- a) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°01 “Afluente” (Ver Tabla N° 54)
- Peso inicial de la muestra = 116.50 mg
  - Peso final de la muestra = 128.50 mg
  - Agua filtrada = 20 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(128.50mg - 116.50mg)1000}{20ml} = 600.00mg/Lt$$

- b) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°02 “Cámara de Reunión 1” (Ver Tabla N° 54)
- Peso inicial de la muestra = 116.30 mg
  - Peso final de la muestra = 128.60 mg
  - Agua filtrada = 20 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(128.60mg - 116.30mg)1000}{20ml} = 615.00mg/Lt$$

c) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°03 “Sedimentador Primario 1” (Ver Tabla N° 54)

- Peso inicial de la muestra = 117.00 mg
- Peso final de la muestra = 123.20 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(123.20mg - 117.00mg)1000}{50ml} = 124.00mg/Lt$$

d) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°04 “Sedimentador Primario 2” (Ver Tabla N° 54)

- Peso inicial de la muestra = 117.50 mg
- Peso final de la muestra = 122.90 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(122.90mg - 117.50mg)1000}{50ml} = 108.00mg/Lt$$

e) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°05 “Cámara de Reunión 3” (Ver Tabla N° 54)

- Peso inicial de la muestra = 115.00 mg
- Peso final de la muestra = 120.10 mg
- Agua filtrada = 50 ml



**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(120.10mg - 115.00mg)1000}{50ml} = 102.00mg/Lt$$

f) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°06 “Filtro Percolador Primario 1” (Ver Tabla N° 54)

- Peso inicial de la muestra = 117.60 mg
- Peso final de la muestra = 123.00 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(123.00mg - 117.60mg)1000}{50ml} = 108.00mg/Lt$$

g) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°07 “Filtro Percolador Primario 2” (Ver Tabla N° 54)

- Peso inicial de la muestra = 116.20 mg
- Peso final de la muestra = 121.40 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(121.40mg - 116.20mg)1000}{50ml} = 104.00mg/Lt$$

h) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°08 “Filtro Percolador Primario 3” (Ver Tabla N° 54)

- Peso inicial de la muestra = 116.40 mg
- Peso final de la muestra = 121.90 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(121.90mg - 116.40mg)1000}{50ml} = 110mg/Lt$$

**i) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°09 “Cámara de Reunión 7” (Ver Tabla N° 55)**

- Peso inicial de la muestra = 116.90 mg
- Peso final de la muestra = 121.90 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(121.90mg - 116.90mg)1000}{50ml} = 100.00mg/Lt$$

**j) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°10 “Filtro Percolador Secundario 1” (Ver Tabla N° 55)**

- Peso inicial de la muestra = 117.50 mg
- Peso final de la muestra = 122.40 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(122.40mg - 117.50mg)1000}{50ml} = 98.00mg/Lt$$

**k) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°11 “Filtro Percolador Secundario 2” (Ver Tabla N° 55)**

- Peso inicial de la muestra = 116.50 mg
- Peso final de la muestra = 121.20 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(121.20mg - 116.50mg)1000}{50ml} = 94.00mg/Lt$$

**l) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°12 “Cámara de Reunión 5” (Ver Tabla N° 55)**

- Peso inicial de la muestra = 115.50 mg
- Peso final de la muestra = 120.00 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(120.00mg - 115.50mg)1000}{50ml} = 90.00mg/Lt$$

**m) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°13 “Sedimentador Secundario 1” (Ver Tabla N° 55)**

- Peso inicial de la muestra = 116.80 mg
- Peso final de la muestra = 118.60 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(118.60mg - 116.80mg)1000}{50ml} = 36.00mg/Lt$$

**n) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°14 “Sedimentador Secundario 2” (Ver Tabla N° 55)**

- Peso inicial de la muestra = 116.50 mg
- Peso final de la muestra = 118.40 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(118.40mg - 116.50mg)1000}{50ml} = 38mg/Lt$$

ñ) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°15 “Cámara de Reunión 8” (Ver Tabla N° 55)

- Peso inicial de la muestra = 116.00 mg
- Peso final de la muestra = 118.00 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(118.00mg - 116.00mg)1000}{50ml} = 40.00mg/Lt$$

o) Para el día miércoles 08 de noviembre del 2017, muestra N°16 “Efluente” (Ver Tabla N° 55)

- Peso inicial de la muestra = 116.30 mg
- Peso final de la muestra = 118.40 mg
- Agua filtrada = 50 ml

**Solución:**

$$STS = \frac{(A - B)1000}{V} = \frac{(118.40mg - 116.30mg)1000}{50ml} = 42.00mg/Lt$$



**3.6.4.1.1. CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE INGRESO (AFLUENTE) AL FILTRO PERCOLADOR PRIMARIO N°3 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 54:**  
**CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°01 (AFLUENTE) MUESTRA N°08 (FPP3)**

TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	HORA:	MEDICIÓN DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	
FECHA:	08/11/2017		
RESPONSABLE:	Kevin Arnold Ayma Roman		HORA N°05
CLIMA:	Soleado y Despejado		
LUGAR:	PTAR San Jerónimo "Laboratorio de Control de Procesos de Aguas Residuales"		
HORA:	2:00 p.m.		

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	MUESTRA DE AGUA	ml	20	20	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	116.60	116.40	117.10	117.60
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	116.50	116.30	117.00	117.50
	PESO FINAL (Pf1)	mg	118.60	118.70	123.30	123.00
	PESO FINAL (Pf2)	mg	128.50	128.60	123.20	122.90
	TEMPERATURA	°C	18.3	18.4	17.9	17.8
	STS	mg/Lt	600.00	615.00	124.00	108.00

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	MUESTRA DE AGUA	ml	50	50	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	115.10	117.70	116.30	116.50
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	115.00	117.60	116.20	116.40
	PESO FINAL (Pf1)	mg	120.20	123.10	121.40	122.00
	PESO FINAL (Pf2)	mg	120.10	123.00	121.40	121.90
	TEMPERATURA	°C	19.2	18.2	18.5	18.6
	STS	mg/Lt	102.00	108.00	104.00	110.00

FUENTE: Elaboración Propia



**3.6.4.1.2. CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DEL PUNTO DE LA CÁMARA DE REUNIÓN N°7 AL PUNTO DE SALIDA (EFLUENTE) DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2017)**

**TABLA N° 55:**  
**CALCULO DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (08/11/2017), MUESTRA N°09 (CR7) MUESTRA N°16 (EFLUENTE)**

**TESIS: DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DIARIA Y HORARIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DEL CUSCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA DE INGRESO Y SALIDA**

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b>		
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>		
	<b>HORA:</b>	MEDICIÓN DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	
<b>FECHA:</b>	08/11/2017		
<b>RESPONSABLE:</b>	Kevin Arnold Ayma Roman		<b>HORA N°05</b>
<b>CLIMA:</b>	Soleado y Despejado		
<b>LUGAR:</b>	PTAR San Jerónimo "Laboratorio de Control de Procesos de Aguas Residuales"		
<b>HORA:</b>	2:00 p.m.		

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 9	MUESTRA 10	MUESTRA 11	MUESTRA 12
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN</b>	MUESTRA DE AGUA	ml	50	50	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	117.00	117.60	116.60	115.60
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	116.90	117.50	116.50	115.50
	PESO FINAL (Pf1)	mg	122.10	122.50	121.30	120.10
	PESO FINAL (Pf2)	mg	121.90	122.40	121.20	120.00
	TEMPERATURA	°C	18.9	19.7	18.5	18.7
<b>STS</b>		<b>mg/Lt</b>	<b>100.00</b>	<b>98.00</b>	<b>94.00</b>	<b>90.00</b>

PARÁMETRO	INDICADOR	UNIDAD	MUESTRA 13	MUESTRA 14	MUESTRA 15	MUESTRA 16
			08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017	08/11/2017
<b>SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN</b>	MUESTRA DE AGUA	ml	50	50	50	50
	PESO INICIAL (Pi1)	mg	116.90	116.60	116.10	116.30
	PESO INICIAL (Pi2)	mg	116.80	116.50	116.00	116.30
	PESO FINAL (Pf1)	mg	118.70	118.50	118.10	118.50
	PESO FINAL (Pf2)	mg	118.60	118.40	118.00	118.40
	TEMPERATURA	°C	18.5	18.5	18.4	18.3
<b>STS</b>		<b>mg/Lt</b>	<b>36.00</b>	<b>38.00</b>	<b>40.00</b>	<b>42.00</b>

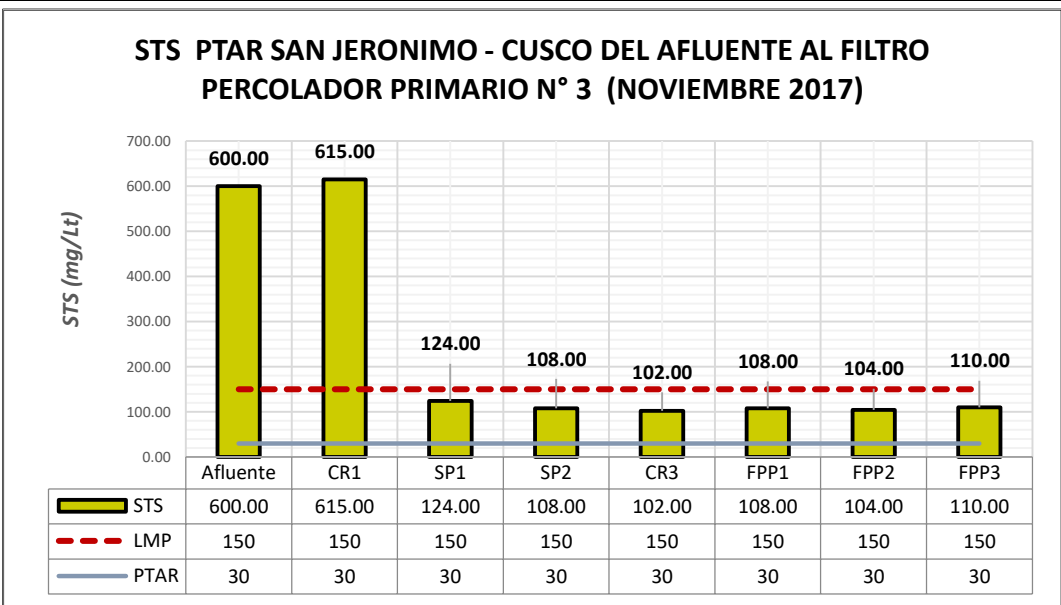
**FUENTE: Elaboración Propia**



3.6.4.2. DIAGRAMAS O TABLAS

FIGURA N°97:

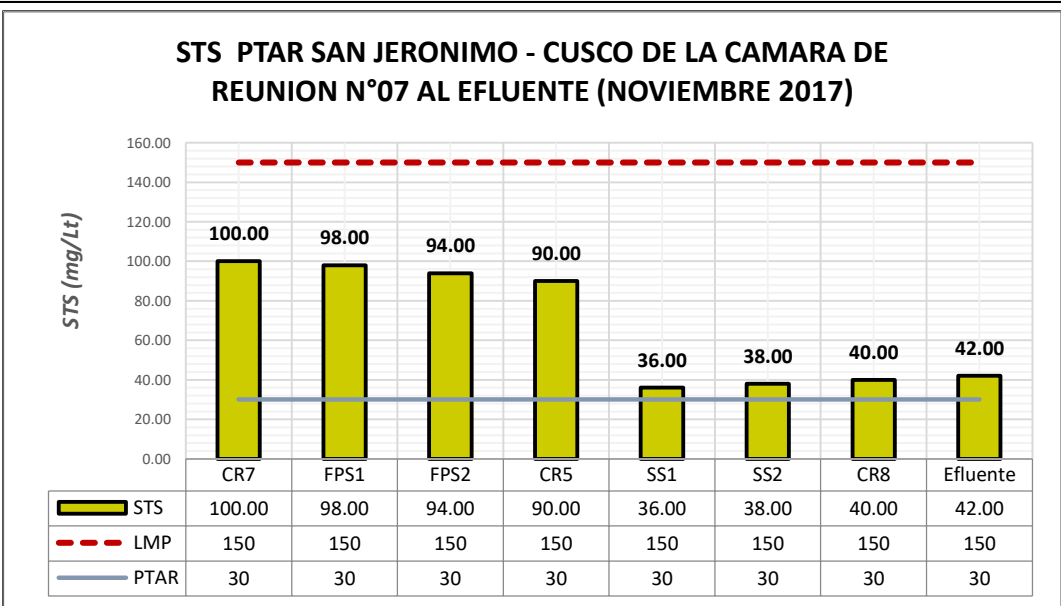
DIAGRAMA DE BARRA, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: Afluente al FPP3 (08/11/2017)



FUENTE: Elaboración Propia

FIGURA N°98:

DIAGRAMA DE BARRA, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN DE LA PTAR SAN JERÓNIMO: CR7 al Efluente (08/11/2017)



FUENTE: Elaboración Propia



### **3.6.4.3. ANÁLISIS DE LA PRUEBA**

De los cálculos realizados se puede observar que desde la unidad de tratamiento SP1 (Sedimentador Primario 1) hasta el punto de salida (Efluente) el valor de los Sólidos Totales en Suspensión STS está por debajo de lo establecido en los Límites Máximos Permisibles LMP, establecidos por el Ministerio del Ambiente y contemplados en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma OS.090 Plantas de Tratamiento.

Se puede observar además que el valor de los Sólidos Totales en Suspensión en el punto de ingreso (Afluente) es igual a 600.00 mg/Lt y en el punto de salida es de 42.00 mg/Lt; lo cual equivale a una reducción del 93.00% de la DBO.





**CAPITULO IV: RESULTADOS**

**4.1. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO**

**4.1.1. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016**

En el presente capítulo se analizaron los caudales máximos diarios de ingreso presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco, durante el 2016; obteniendo los coeficientes de variación presentes en la Tabla N°84.

**TABLA N° 56:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2016**

CAUDAL MAXIMO DIARIO - ENERO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/01/2016	2/01/2016						415.09	437.31
3/01/2016	9/01/2016	463.00	421.33	438.77	435.38	518.28	460.22	457.18
10/01/2016	16/01/2016	522.92	427.28	469.62	477.13	439.86	432.63	425.97
17/01/2016	23/01/2016	527.18	451.40	518.90	480.56	424.06	422.73	409.78
24/01/2016	30/01/2016	420.81	417.62	432.93	435.53	469.26	439.76	455.47
31/01/2016		487.78						
PROMEDIO		483.48	429.41	465.05	457.15	462.87	434.09	437.14
CAUDAL - MAXIMO		527.18	451.40	518.90	480.56	518.28	460.22	457.18
CAUDAL - MINIMO		420.81	417.62	432.93	435.38	424.06	415.09	409.78
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		51.03	15.19	39.34	25.09	41.42	17.37	20.07
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.09	1.05	1.12	1.05	1.12	1.06	1.05

CAUDAL MAXIMO DIARIO - FEBRERO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/02/2016	6/02/2016		413.61	403.95	472.37	428.13	356.38	454.98
7/02/2016	13/02/2016	467.78	511.48	508.68	477.85	433.84	424.59	491.34
14/02/2016	20/02/2016	470.64	458.12	427.70	556.34	440.65	430.08	457.10
21/02/2016	27/02/2016	474.64	501.22	483.62	491.54	242.45	515.79	480.63
28/02/2016	29/01/2016	259.76	480.10					
PROMEDIO		418.21	472.91	455.99	499.53	386.27	431.71	471.01
CAUDAL - MAXIMO		474.64	511.48	508.68	556.34	440.65	515.79	491.34
CAUDAL - MINIMO		259.76	413.61	403.95	472.37	242.45	356.38	454.98
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		105.67	38.98	48.47	38.73	96.02	65.31	17.85
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.13	1.08	1.12	1.11	1.14	1.19	1.04

**FUENTE: Elaboración Propia**



**TABLA N° 57:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE MARZO A JUNIO DEL 2016**

CAUDAL MAXIMO DIARIO - MARZO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/03/2016	5/03/2016			461.23	461.23	488.22	545.29	466.66
6/03/2016	12/03/2016	420.26	381.71	438.90	447.36	457.06	391.48	348.37
13/03/2016	19/03/2016	415.93	397.29	442.61	408.72	383.36	353.69	339.42
20/03/2016	26/03/2016	348.48	317.11	315.50	354.59	391.71	374.26	387.58
27/03/2016	31/03/2016	393.22	361.37	352.45	391.84	386.98		
PROMEDIO		394.47	364.37	402.14	412.75	421.47	416.18	385.50
CAUDAL - MAXIMO		420.26	397.29	461.23	461.23	488.22	545.29	466.66
CAUDAL - MINIMO		348.48	317.11	315.50	354.59	383.36	353.69	339.42
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		32.88	34.77	64.14	42.97	48.09	87.45	58.01
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.07	1.09	1.15	1.12	1.16	1.31	1.21

CAUDAL MAXIMO DIARIO - ABRIL 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/04/2016	2/04/2016						371.29	395.73
3/04/2016	9/04/2016	391.33	378.85	377.55	378.59	379.73	348.69	357.88
10/04/2016	16/04/2016	381.16	341.05	420.35	404.24	374.35	413.29	409.83
17/04/2016	23/04/2016	407.61	409.35	297.22	367.08	429.65	384.61	413.77
24/04/2016	30/04/2016	353.71	338.69	369.95	368.68	376.13	396.30	414.68
PROMEDIO		383.45	366.98	366.27	379.65	389.96	382.84	398.38
CAUDAL - MAXIMO		407.61	409.35	420.35	404.24	429.65	413.29	414.68
CAUDAL - MINIMO		353.71	338.69	297.22	367.08	374.35	348.69	357.88
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		22.62	33.71	51.10	17.17	26.55	24.55	23.88
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.06	1.12	1.15	1.06	1.10	1.08	1.04

CAUDAL MAXIMO DIARIO - MAYO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/05/2016	7/05/2016	410.90	402.23	395.28	390.64	392.11	375.98	390.40
8/05/2016	14/05/2016	362.88	403.72	389.99	385.07	384.69	388.84	410.11
15/05/2016	21/05/2016	389.61	384.77	383.58	429.06	481.73	518.60	511.87
22/05/2016	28/05/2016	477.06	516.84	541.45	539.92	499.66	482.97	534.08
29/05/2016	31/05/2016	501.34	360.34	428.55				
PROMEDIO		428.36	413.58	427.77	436.17	439.55	441.60	461.62
CAUDAL - MAXIMO		501.34	516.84	541.45	539.92	499.66	518.60	534.08
CAUDAL - MINIMO		362.88	360.34	383.58	385.07	384.69	375.98	390.40
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		58.72	60.32	65.87	71.88	59.59	70.07	71.88
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.17	1.25	1.27	1.24	1.14	1.17	1.16

CAUDAL MAXIMO DIARIO - JUNIO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/06/2016	4/06/2016				418.55	437.69	441.63	419.75
5/06/2016	11/06/2016	434.29	432.13	426.41	446.46	437.04	421.51	440.54
12/06/2016	18/06/2016	435.15	439.12	448.87	446.48	466.80	459.75	496.47
19/06/2016	25/06/2016	501.59	492.61	501.15	500.75	490.73	488.60	527.28
26/06/2016	30/06/2016	522.71	511.82	531.73	484.46	492.73		
PROMEDIO		473.43	468.92	477.04	459.34	465.00	452.87	471.01
CAUDAL - MAXIMO		522.71	511.82	531.73	500.75	492.73	488.60	527.28
CAUDAL - MINIMO		434.29	432.13	426.41	418.55	437.04	421.51	419.75
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		45.53	39.34	48.06	32.94	27.21	28.48	49.57
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.10	1.09	1.11	1.09	1.06	1.08	1.12

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 58:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE JULIO A OCTUBRE DEL 2016**

CAUDAL MAXIMO DIARIO - JULIO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/07/2016	2/07/2016						490.24	484.16
3/07/2016	9/07/2016	434.30	454.55	462.48	450.24	379.23	447.74	473.44
10/07/2016	16/07/2016	447.54	474.95	511.07	543.63	525.99	555.67	558.33
17/07/2016	23/07/2016	586.35	506.78	486.82	547.30	553.20	494.90	513.97
24/07/2016	30/07/2016	536.43	540.81	525.46	473.92	492.18	513.70	496.65
31/07/2016		537.26						
PROMEDIO		508.37	494.27	496.46	503.77	487.65	500.45	505.31
CAUDAL - MAXIMO		586.35	540.81	525.46	547.30	553.20	555.67	558.33
CAUDAL - MINIMO		434.30	454.55	462.48	450.24	379.23	447.74	473.44
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		64.98	37.74	27.70	49.13	76.47	39.17	33.26
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.15	1.09	1.06	1.09	1.13	1.11	1.10

CAUDAL MAXIMO DIARIO - AGOSTO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/08/2016	6/08/2016		507.07	518.61	500.72	489.87	481.09	592.51
7/08/2016	13/08/2016	523.13	547.53	516.91	486.50	491.02	510.66	494.29
14/08/2016	20/08/2016	475.84	453.76	479.48	425.50	458.50	476.33	523.10
21/08/2016	27/08/2016	526.51	499.49	530.53	412.95	468.08	395.00	396.20
28/08/2016	31/08/2016	417.68	395.98	386.13	405.37			
PROMEDIO		485.79	480.76	486.33	446.21	476.87	465.77	501.52
CAUDAL - MAXIMO		526.51	547.53	530.53	500.72	491.02	510.66	592.51
CAUDAL - MINIMO		417.68	395.98	386.13	405.37	458.50	395.00	396.20
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		50.96	57.92	59.20	44.15	16.16	49.56	81.42
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.08	1.14	1.09	1.12	1.03	1.10	1.18

CAUDAL MAXIMO DIARIO - SETIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/09/2016	3/09/2016					403.57	425.34	411.86
4/09/2016	10/09/2016	416.37	408.59	405.80	406.34	406.54	405.44	415.43
11/09/2016	17/09/2016	415.33	396.10	412.56	408.24	411.40	419.91	389.13
18/09/2016	24/09/2016	403.54	377.16	304.37	192.03	187.13	182.17	230.77
25/09/2016	30/09/2016	360.54	380.40	391.56	404.26	401.66	403.42	
PROMEDIO		398.95	390.56	378.57	352.72	362.06	367.26	361.80
CAUDAL - MAXIMO		416.37	408.59	412.56	408.24	411.40	425.34	415.43
CAUDAL - MINIMO		360.54	377.16	304.37	192.03	187.13	182.17	230.77
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		26.26	14.59	50.24	107.14	97.86	103.88	88.13
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.04	1.05	1.09	1.16	1.14	1.16	1.15

CAUDAL MAXIMO DIARIO - OCTUBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	1/10/2016							415.59
2/10/2016	8/10/2016	411.86	404.20	376.26	299.89	446.73	393.84	414.54
9/10/2016	15/10/2016	415.55	390.34	320.70	337.21	358.22	401.61	407.90
16/10/2016	22/10/2016	381.38	345.97	325.46	422.88	457.47	431.91	454.10
23/10/2016	29/10/2016	433.01	421.75	416.71	464.80	491.39	427.30	425.59
30/10/2016	31/10/2016	448.32	340.92					
PROMEDIO		418.02	390.56	359.78	381.20	438.45	413.67	423.54
CAUDAL - MAXIMO		448.32	421.75	416.71	464.80	491.39	431.91	454.10
CAUDAL - MINIMO		381.38	345.97	320.70	299.89	358.22	393.84	407.90
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		25.15	32.39	45.53	75.88	56.77	18.77	18.21
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.07	1.08	1.16	1.22	1.12	1.04	1.07

FUENTE: Elaboración Propia



**TABLA N° 59:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2016**

CAUDAL MAXIMO DIARIO - NOVIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/11/2016	5/11/2016			399.02	399.02	406.26	439.69	364.94
6/11/2016	12/11/2016	397.48	376.70	384.92	387.93	373.09	397.52	404.66
13/11/2016	19/11/2016	395.68	367.69	372.89	381.44	369.05	439.46	403.68
20/11/2016	26/11/2016	402.34	340.91	366.57	338.48	390.07	364.57	391.85
27/11/2016	30/11/2016	431.16	365.63	386.11	357.62			
PROMEDIO		406.67	362.73	381.90	372.90	384.62	410.31	391.28
CAUDAL - MAXIMO		431.16	376.70	399.02	399.02	406.26	439.69	404.66
CAUDAL - MINIMO		395.68	340.91	366.57	338.48	369.05	364.57	364.94
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		16.57	15.32	12.61	24.49	17.06	36.37	18.50
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.06	1.04	1.04	1.07	1.06	1.07	1.03

CAUDAL MAXIMO DIARIO - DICIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/12/2016	3/12/2016					346.84	496.67	366.56
4/12/2016	10/12/2016	351.30	258.78	427.65	456.38	410.84	424.08	424.97
11/12/2016	17/12/2016	416.45	425.94	414.37	386.53	393.13	415.16	442.37
18/12/2016	24/12/2016	418.66	408.97	419.55	404.07	401.82	406.29	406.01
25/12/2016	31/12/2016	398.88	372.63	431.15	450.76	367.17	378.40	418.79
PROMEDIO		396.32	366.58	423.18	424.44	383.96	424.12	411.74
CAUDAL - MAXIMO		418.66	425.94	431.15	456.38	410.84	496.67	442.37
CAUDAL - MINIMO		351.30	258.78	414.37	386.53	346.84	378.40	366.56
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		31.29	75.23	7.62	34.47	26.39	44.02	28.45
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.06	1.16	1.02	1.08	1.07	1.17	1.07

**FUENTE:** Elaboración Propia



#### 4.1.2. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017

En el presente capítulo se analizaron los caudales máximos diarios de ingreso presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco, durante el año 2017; obteniendo los coeficientes de variación presentes en la Tabla N°85, así como algunos datos relevantes considerados.

**TABLA N° 60:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2017**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - ENERO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/01/2017	07/01/2017	406.58	437.46	482.97	424.07	425.98	432.75	574.97
08/01/2017	14/01/2017	653.37	511.22	432.07	436.03	443.06	486.14	668.20
15/01/2017	21/01/2017	589.75	440.04	409.05	421.65	537.70	442.81	477.24
22/01/2017	28/01/2017	445.16	480.93	557.05	470.59	430.97	479.38	437.89
29/01/2017	31/01/2017	418.80	459.88	481.41				
PROMEDIO		502.73	465.91	472.51	438.09	459.43	460.27	539.58
CAUDAL - MÁXIMO		653.37	511.22	557.05	470.59	537.70	486.14	668.20
CAUDAL - MÍNIMO		406.58	437.46	409.05	421.65	425.98	432.75	437.89
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		111.66	30.80	57.01	22.57	52.67	26.43	103.32
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.30	1.10	1.18	1.07	1.17	1.06	1.24

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - FEBRERO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/02/2017	04/02/2017				450.24	422.67	437.92	442.58
05/02/2017	11/02/2017	427.89	425.43	463.97	402.86	450.06	441.31	486.27
12/02/2017	18/02/2017	500.11	441.07	422.28	465.51	527.53	615.72	549.54
19/02/2017	25/02/2017	586.93	623.55	437.60	436.05	529.54	487.62	565.09
26/02/2017	28/02/2017	449.06	578.58	572.54				
PROMEDIO		491.00	517.16	474.10	438.66	482.45	495.64	510.87
CAUDAL - MÁXIMO		586.93	623.55	572.54	465.51	529.54	615.72	565.09
CAUDAL - MÍNIMO		427.89	425.43	422.28	402.86	422.67	437.92	442.58
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		70.78	98.82	67.85	26.73	54.38	83.20	56.88
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.20	1.21	1.21	1.06	1.10	1.24	1.11

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 61:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE MARZO, ABRIL Y SETIEMBRE DEL 2017**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - MARZO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/03/2017	04/03/2017				500.23	520.33	596.43	494.08
05/03/2017	11/03/2017	671.35	526.74	471.82	513.96	464.46	417.95	442.48
12/03/2017	18/03/2017	458.14	411.88	426.00	414.54	413.81	463.13	448.99
19/03/2017	25/03/2017	426.49	402.41	405.67	483.89	441.79	422.84	576.03
26/03/2017	31/03/2017	460.35	409.05	413.12	545.63	460.07	458.49	
PROMEDIO		504.08	437.52	429.15	491.65	460.09	471.77	490.40
CAUDAL - MÁXIMO		671.35	526.74	471.82	545.63	520.33	596.43	576.03
CAUDAL - MÍNIMO		426.49	402.41	405.67	414.54	413.81	417.95	442.48
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		112.58	59.61	29.66	48.71	39.13	72.60	61.53
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.33	1.20	1.10	1.11	1.13	1.26	1.17

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - ABRIL 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	01/04/2017							485.61
02/04/2017	08/04/2017	554.69	404.91	393.55	405.78	390.72	395.35	411.02
09/04/2017	15/04/2017	407.43	401.78	441.97	391.85	400.31	383.19	388.44
16/04/2017	22/04/2017	386.66	372.35	385.82	335.77	359.29	347.08	347.32
23/04/2017	29/04/2017	349.95	254.27	170.83	222.30	170.51	237.96	235.03
30/04/2017		349.95						
PROMEDIO		409.74	358.33	348.04	338.93	330.21	340.90	373.48
CAUDAL - MÁXIMO		554.69	404.91	441.97	405.78	400.31	395.35	485.61
CAUDAL - MÍNIMO		349.95	254.27	170.83	222.30	170.51	237.96	235.03
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		84.70	70.91	120.73	83.43	107.89	71.62	92.28
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.35	1.13	1.27	1.20	1.21	1.16	1.30

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - SETIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/09/2017	02/09/2017						449.96	451.39
03/09/2017	09/09/2017	459.81	388.69	434.53	434.60	474.88	444.40	471.21
10/09/2017	16/09/2017	467.02	469.55	438.33	455.71	461.03	460.34	469.65
17/09/2017	23/09/2017	478.58	381.64	446.12	451.51	440.05	443.56	468.31
24/09/2017	30/09/2017	540.99	455.11	473.42	423.01	517.04	467.12	479.44
PROMEDIO		486.60	423.75	448.10	441.21	473.25	453.08	468.00
CAUDAL - MÁXIMO		540.99	469.55	473.42	455.71	517.04	467.12	479.44
CAUDAL - MÍNIMO		459.81	381.64	434.53	423.01	440.05	443.56	451.39
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		37.07	45.03	17.55	15.18	32.51	10.32	10.24
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.11	1.11	1.06	1.03	1.09	1.03	1.02

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 62:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE INGRESO MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2017**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - OCTUBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/10/2017	07/10/2017	462.52	441.66	437.30	435.01	437.28	384.66	478.97
08/10/2017	14/10/2017	470.16	439.97	441.43	438.31	431.72	461.70	493.69
15/10/2017	21/10/2017	500.85	453.14	457.64	417.89	503.80	470.60	455.34
22/10/2017	28/10/2017	463.64	453.56	337.91	471.11	444.76	494.40	517.07
29/10/2017	31/10/2017	449.04	492.51	457.34				
PROMEDIO		469.24	456.17	426.32	440.58	454.39	452.84	486.27
CAUDAL - MÁXIMO		500.85	492.51	457.64	471.11	503.80	494.40	517.07
CAUDAL - MÍNIMO		449.04	439.97	337.91	417.89	431.72	384.66	455.34
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		19.27	21.27	50.27	22.23	33.37	47.50	25.91
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.07	1.08	1.07	1.07	1.11	1.09	1.06

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - NOVIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/11/2017	04/11/2017				432.38	255.15	392.38	527.42
05/11/2017	11/11/2017	489.37	506.44	448.63	541.18	451.65	477.26	498.08
12/11/2017	18/11/2017	618.56	489.80	471.44	459.90	463.31	520.40	523.25
19/11/2017	25/11/2017	481.19	430.78	373.47	412.16	441.68	242.95	220.97
26/11/2017	30/11/2017	223.63	210.47	183.03	185.39	214.65		
PROMEDIO		453.19	409.37	369.14	406.20	365.29	408.25	442.43
CAUDAL - MÁXIMO		618.56	506.44	471.44	541.18	463.31	520.40	527.42
CAUDAL - MÍNIMO		223.63	210.47	183.03	185.39	214.65	242.95	220.97
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		165.47	136.52	130.95	132.84	120.13	122.36	148.21
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.36	1.24	1.28	1.33	1.27	1.27	1.19

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - DICIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/12/2017	02/12/2017						177.20	186.73
03/12/2017	09/12/2017	268.25	209.34	434.09	488.10	481.63	628.49	535.50
10/12/2017	16/12/2017	508.69	509.13	492.75	481.96	488.70	437.91	445.04
17/12/2017	23/12/2017	434.70	451.57	570.91	456.15	558.67	635.72	392.61
24/12/2017	30/12/2017	491.62	449.21	456.75	469.45	495.20	525.10	572.63
31/12/2017		663.70						
PROMEDIO		473.39	404.81	488.63	473.91	506.05	480.89	426.50
CAUDAL - MÁXIMO		663.70	509.13	570.91	488.10	558.67	635.72	572.63
CAUDAL - MÍNIMO		268.25	209.34	434.09	456.15	481.63	177.20	186.73
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		142.63	133.23	59.94	14.16	35.51	188.27	151.83
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.40	1.26	1.17	1.03	1.10	1.32	1.34

**FUENTE:** Elaboración Propia



### 4.1.3. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016

En el presente capítulo se analizaron los caudales máximos diarios de salida presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco, durante el año 2016; obteniendo los coeficientes de variación presentes en la Tabla N°86, así como algunos datos relevantes considerados.

**TABLA N° 63:**  
**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2016**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - ENERO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/01/2016	02/01/2016						460.65	492.25
03/01/2016	09/01/2016	491.35	499.67	424.36	480.26	548.09	490.95	511.17
10/01/2016	16/01/2016	580.29	511.84	548.34	511.29	487.34	473.14	502.04
17/01/2016	23/01/2016	585.61	495.79	396.58	513.71	505.00	497.15	470.53
24/01/2016	30/01/2016	476.78	480.68	486.02	489.30	563.43	517.08	517.46
31/01/2016		576.59						
PROMEDIO		533.51	497.00	463.83	498.64	525.97	487.79	498.69
CAUDAL - MÁXIMO		585.61	511.84	548.34	513.71	563.43	517.08	517.46
CAUDAL - MÍNIMO		476.78	480.68	396.58	480.26	487.34	460.65	470.53
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		57.44	12.85	67.61	16.45	35.71	21.84	18.40
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.10	1.03	1.18	1.03	1.07	1.06	1.04

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - FEBRERO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/02/2016	06/02/2016		595.48	463.32	675.55	601.50	555.77	605.93
07/02/2016	13/02/2016	543.38	590.17	537.57	541.04	555.75	530.34	506.27
14/02/2016	20/02/2016	497.65	471.38	426.73	633.11	518.57	557.77	541.00
21/02/2016	27/02/2016	548.57	569.90	449.43	556.44	636.64	623.50	548.90
28/02/2016	29/01/2016	509.02	532.38					
PROMEDIO		524.65	551.86	469.26	601.54	578.12	566.85	550.53
CAUDAL - MÁXIMO		548.57	595.48	537.57	675.55	636.64	623.50	605.93
CAUDAL - MÍNIMO		497.65	471.38	426.73	541.04	518.57	530.34	506.27
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		25.14	51.36	47.97	63.69	51.70	39.78	41.32
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.05	1.08	1.15	1.12	1.10	1.10	1.10

**FUENTE:** Elaboración Propia





**TABLA N° 64:**  
**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE MARZO A JUNIO DEL 2016**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - MARZO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/03/2016	05/03/2016			505.54	503.48	492.46	534.84	540.92
06/03/2016	12/03/2016	500.23	458.11	452.00	516.09	518.27	510.93	514.43
13/03/2016	19/03/2016	531.00	495.90	445.72	461.52	453.19	419.14	394.34
20/03/2016	26/03/2016	405.79	370.00	384.52	422.35	459.61	462.97	462.43
27/03/2016	31/03/2016	460.39	455.42	466.38	471.13	453.29		
PROMEDIO		474.35	444.86	450.83	474.92	475.36	481.97	478.03
CAUDAL - MÁXIMO		531.00	495.90	505.54	516.09	518.27	534.84	540.92
CAUDAL - MÍNIMO		405.79	370.00	384.52	422.35	453.19	419.14	394.34
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		54.08	53.22	43.76	36.97	28.98	51.46	64.62
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.12	1.11	1.12	1.09	1.09	1.11	1.13

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - ABRIL 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/04/2016	02/04/2016						424.65	466.65
03/04/2016	09/04/2016	466.28	446.07	435.31	457.71	444.94	411.41	435.33
10/04/2016	16/04/2016	449.55	470.91	490.37	464.48	460.02	461.75	482.65
17/04/2016	23/04/2016	494.26	443.26	512.36	526.23	507.34	462.65	491.17
24/04/2016	30/04/2016	496.72	420.33	442.16	410.68	376.13	396.30	414.68
PROMEDIO		476.70	445.14	470.05	464.77	447.11	431.35	458.09
CAUDAL - MÁXIMO		496.72	470.91	512.36	526.23	507.34	462.65	491.17
CAUDAL - MÍNIMO		449.55	420.33	435.31	410.68	376.13	396.30	414.68
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		22.76	20.69	37.36	47.45	54.28	29.89	32.30
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.04	1.06	1.09	1.13	1.13	1.07	1.07

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - MAYO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/05/2016	07/05/2016	474.39	450.86	413.30	546.28	466.08	447.11	518.18
08/05/2016	14/05/2016	471.22	461.04	467.69	472.46	467.76	465.60	486.40
15/05/2016	21/05/2016	485.30	456.05	429.68	437.11	419.65	440.57	404.60
22/05/2016	28/05/2016	424.04	440.55	407.51	455.13	457.03	538.00	538.00
29/05/2016	31/05/2016	538.00	538.00	509.56				
PROMEDIO		478.59	469.30	445.55	477.75	452.63	472.82	486.80
CAUDAL - MÁXIMO		538.00	538.00	509.56	546.28	467.76	538.00	538.00
CAUDAL - MÍNIMO		424.04	440.55	407.51	437.11	419.65	440.57	404.60
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		40.69	39.15	42.80	47.91	22.49	44.73	58.77
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.12	1.15	1.14	1.14	1.03	1.14	1.11

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - JUNIO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/06/2016	04/06/2016				421.10	447.15	429.36	413.65
05/06/2016	11/06/2016	417.06	445.15	383.41	436.16	417.09	439.07	449.71
12/06/2016	18/06/2016	423.92	420.33	398.34	392.93	433.86	433.22	400.81
19/06/2016	25/06/2016	434.24	415.80	414.01	428.40	425.71	418.90	449.20
26/06/2016	30/06/2016	422.19	353.76	439.76	435.83	428.22		
PROMEDIO		424.35	408.76	408.88	422.89	430.41	430.14	428.34
CAUDAL - MÁXIMO		434.24	445.15	439.76	436.16	447.15	439.07	449.71
CAUDAL - MÍNIMO		417.06	353.76	383.41	392.93	417.09	418.90	400.81
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		7.21	38.87	24.08	17.85	11.14	8.49	24.94
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.02	1.09	1.08	1.03	1.04	1.02	1.05

FUENTE: Elaboración Propia



**TABLA N° 65:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE JULIO A OCTUBRE DEL 2016**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - JULIO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/07/2016	02/07/2016						423.00	433.77
03/07/2016	09/07/2016	433.94	407.53	411.33	421.99	434.60	394.49	445.58
10/07/2016	16/07/2016	423.93	412.88	394.39	435.58	412.80	444.23	441.30
17/07/2016	23/07/2016	435.35	420.07	430.82	397.20	421.92	427.05	429.77
24/07/2016	30/07/2016	423.82	418.52	412.42	408.43	358.48	333.20	423.10
31/07/2016		411.49						
PROMEDIO		425.71	414.75	412.24	415.80	406.95	404.39	434.71
CAUDAL - MÁXIMO		435.35	420.07	430.82	435.58	434.60	444.23	445.58
CAUDAL - MÍNIMO		411.49	407.53	394.39	397.20	358.48	333.20	423.10
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		9.61	5.72	14.89	16.63	33.53	43.63	8.97
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.02	1.01	1.05	1.05	1.07	1.10	1.03

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - AGOSTO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/08/2016	06/08/2016		417.18	395.67	371.27	394.11	397.05	405.68
07/08/2016	13/08/2016	405.83	417.73	391.24	410.04	408.48	406.95	415.11
14/08/2016	20/08/2016	424.00	401.97	382.98	440.53	514.96	499.90	499.83
21/08/2016	27/08/2016	422.04	417.36	401.81	424.58	416.26	406.76	395.17
28/08/2016	31/08/2016	414.63	395.89	425.48	407.73			
PROMEDIO		416.63	410.03	399.44	410.83	433.45	427.66	428.95
CAUDAL - MÁXIMO		424.00	417.73	425.48	440.53	514.96	499.90	499.83
CAUDAL - MÍNIMO		405.83	395.89	382.98	371.27	394.11	397.05	395.17
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		8.25	10.36	16.09	25.72	55.11	48.38	47.95
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.02	1.02	1.07	1.07	1.19	1.17	1.17

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - SETIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/09/2016	03/09/2016					409.97	422.32	433.14
04/09/2016	10/09/2016	431.11	422.10	396.22	415.32	418.08	427.56	420.05
11/09/2016	17/09/2016	426.31	384.71	401.81	413.58	414.50	427.08	406.82
18/09/2016	24/09/2016	430.65	385.75	345.74	236.88	184.02	203.11	201.70
25/09/2016	30/09/2016	327.78	385.52	372.97	408.76	405.56	427.88	
PROMEDIO		403.96	394.52	379.18	368.63	366.43	381.59	365.43
CAUDAL - MÁXIMO		431.11	422.10	401.81	415.32	418.08	427.88	433.14
CAUDAL - MÍNIMO		327.78	384.71	345.74	236.88	184.02	203.11	201.70
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		50.83	18.39	25.56	87.88	102.08	99.80	109.68
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.07	1.07	1.06	1.13	1.14	1.12	1.19

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - OCTUBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	01/10/2016							391.89
02/10/2016	08/10/2016	405.23	391.89	426.76	315.73	442.88	411.13	420.77
09/10/2016	15/10/2016	440.71	433.97	407.67	440.55	413.38	424.85	378.49
16/10/2016	22/10/2016	448.00	397.46	493.77	464.46	467.91	436.94	440.92
23/10/2016	29/10/2016	430.41	424.52	453.51	457.19	448.96	436.75	438.65
30/10/2016	31/10/2016	469.49	434.63					
PROMEDIO		438.77	411.96	445.43	419.48	443.28	427.42	414.14
CAUDAL - MÁXIMO		469.49	433.97	493.77	464.46	467.91	436.94	440.92
CAUDAL - MÍNIMO		405.23	391.89	407.67	315.73	413.38	411.13	378.49
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		23.60	20.45	37.31	69.89	22.61	12.24	27.96
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.07	1.05	1.11	1.11	1.06	1.02	1.06

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 66:**  
**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE NOVIEMBRE A DICIEMBRE DEL 2016**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - NOVIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/11/2016	05/11/2016			416.69	424.05	394.92	454.64	437.33
06/11/2016	12/11/2016	385.52	399.27	400.75	414.91	352.92	426.54	420.28
13/11/2016	19/11/2016	429.09	383.78	404.04	402.90	408.24	484.93	451.90
20/11/2016	26/11/2016	421.60	400.13	329.43	400.18	358.51	393.59	418.68
27/11/2016	30/11/2016	441.63	414.18	404.03	421.23			
PROMEDIO		419.46	399.34	390.99	412.65	378.65	439.93	432.05
CAUDAL - MÁXIMO		441.63	414.18	416.69	424.05	408.24	484.93	451.90
CAUDAL - MÍNIMO		385.52	383.78	329.43	400.18	352.92	393.59	418.68
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		24.09	12.42	34.95	10.71	27.13	39.02	15.70
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.05	1.04	1.07	1.03	1.08	1.10	1.05

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - DICIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/12/2016	03/12/2016					476.52	457.10	408.88
04/12/2016	10/12/2016	506.96	416.64	480.36	522.52	521.24	436.13	436.42
11/12/2016	17/12/2016	419.66	454.57	396.79	409.46	241.05		
18/12/2016	24/12/2016							461.75
25/12/2016	31/12/2016	415.57	429.15	442.16	487.77	457.58	438.81	511.50
PROMEDIO		447.39	433.45	439.77	473.25	424.10	444.01	454.64
CAUDAL - MÁXIMO		506.96	454.57	480.36	522.52	521.24	457.10	511.50
CAUDAL - MÍNIMO		415.57	416.64	396.79	409.46	241.05	436.13	408.88
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		51.62	19.33	41.84	57.91	124.92	11.42	43.63
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.13	1.05	1.09	1.10	1.23	1.03	1.13

**FUENTE:** Elaboración Propia



#### 4.1.4. CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS EN EL PUNTO DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017

En el presente capítulo se analizaron los caudales máximos diarios de salida presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco, durante el año 2017; obteniendo los coeficientes de variación presentes en la Tabla N°87, así como algunos datos relevantes considerados.

**TABLA N° 67:**  
**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE ENERO A FEBRERO DEL 2017**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - ENERO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/01/2017	07/01/2017	438.15	445.34	443.32	438.72	441.44	530.25	592.10
08/01/2017	14/01/2017	586.85	512.44	437.48	454.02	434.25	465.80	476.15
15/01/2017	21/01/2017	489.84	448.95	466.52	524.94	445.26	475.03	460.69
22/01/2017	28/01/2017	466.98	464.25	561.44	447.52	440.98	498.38	473.72
29/01/2017	31/01/2017	436.56	498.25	434.16				
PROMEDIO		483.68	473.85	468.58	466.30	440.48	492.36	500.66
CAUDAL - MÁXIMO		586.85	512.44	561.44	524.94	445.26	530.25	592.10
CAUDAL - MÍNIMO		436.56	445.34	434.16	438.72	434.25	465.80	460.69
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		61.76	30.04	53.43	39.59	4.58	28.74	61.34
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.21	1.08	1.20	1.13	1.01	1.08	1.18

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - FEBRERO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/02/2017	04/02/2017				457.04	449.07	453.72	435.51
05/02/2017	11/02/2017	445.26	459.90	462.85	421.40	470.02	456.18	485.31
12/02/2017	18/02/2017	473.80	462.99	468.04	466.51	495.63	560.56	528.59
19/02/2017	25/02/2017	536.29	533.40	487.97	453.79	450.99	491.64	552.19
26/02/2017	28/02/2017	471.82	525.16	537.98				
PROMEDIO		481.79	495.36	489.21	449.69	466.43	490.53	500.40
CAUDAL - MÁXIMO		536.29	533.40	537.98	466.51	495.63	560.56	552.19
CAUDAL - MÍNIMO		445.26	459.90	462.85	421.40	449.07	453.72	435.51
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		38.59	39.33	34.27	19.62	21.64	49.80	51.36
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.11	1.08	1.10	1.04	1.06	1.14	1.10

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 68:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE MARZO, ABRIL Y SETIEMBRE DEL 2017**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - MARZO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/03/2017	04/03/2017				498.98	492.79	540.65	505.38
05/03/2017	11/03/2017	511.33	491.30	510.15	518.19	413.81	446.78	452.29
12/03/2017	18/03/2017	440.34	432.77	428.21	409.15	427.94	462.79	445.21
19/03/2017	25/03/2017	444.90	402.51	413.60	452.87	437.12	443.56	500.06
26/03/2017	31/03/2017	422.90	423.31	423.38	504.41	431.15	452.87	
PROMEDIO		454.87	437.47	443.83	476.72	440.56	469.33	475.73
CAUDAL - MÁXIMO		511.33	491.30	510.15	518.19	492.79	540.65	505.38
CAUDAL - MÍNIMO		422.90	402.51	413.60	409.15	413.81	443.56	445.21
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		38.82	38.04	44.62	45.05	30.43	40.53	31.37
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.12	1.12	1.15	1.09	1.12	1.15	1.06

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - ABRIL 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	01/04/2017							465.22
02/04/2017	08/04/2017	478.60	405.88	429.21	422.67	396.97	418.04	415.48
09/04/2017	15/04/2017	411.79	386.04	448.33	416.00	426.84	395.48	409.71
16/04/2017	22/04/2017	397.17	374.99	441.52	342.30	364.54	347.51	353.97
23/04/2017	29/04/2017	356.06	274.57	218.26	193.64	191.46	257.71	210.21
30/04/2017		232.33						
PROMEDIO		375.19	360.37	384.33	343.65	344.95	354.69	370.92
CAUDAL - MÁXIMO		478.60	405.88	448.33	422.67	426.84	418.04	465.22
CAUDAL - MÍNIMO		232.33	274.57	218.26	193.64	191.46	257.71	210.21
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		91.23	58.61	110.99	106.43	105.44	71.03	98.10
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.28	1.13	1.17	1.23	1.24	1.18	1.25

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - SETIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/09/2017	02/09/2017						481.89	454.79
03/09/2017	09/09/2017	463.90	385.16	440.95	433.20	448.70	429.27	439.67
10/09/2017	16/09/2017	439.53	451.01	461.29	456.75	457.22	442.51	468.10
17/09/2017	23/09/2017	453.40	367.68	435.47	429.16	429.59	437.27	438.21
24/09/2017	30/09/2017	457.49	452.89	479.60	412.03	461.69	442.93	451.06
PROMEDIO		453.58	414.18	454.33	432.78	449.30	446.77	450.37
CAUDAL - MÁXIMO		463.90	452.89	479.60	456.75	461.69	481.89	468.10
CAUDAL - MÍNIMO		439.53	367.68	435.47	412.03	429.59	429.27	438.21
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		10.31	44.20	20.18	18.42	14.20	20.39	12.22
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.02	1.09	1.06	1.06	1.03	1.08	1.04

**FUENTE:** Elaboración Propia



**TABLA N° 69:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS DIARIOS DE SALIDA MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2017**

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - OCTUBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/10/2017	07/10/2017	433.39	427.73	445.47	439.56	416.42	385.22	452.55
08/10/2017	14/10/2017	450.07	434.92	417.77	435.55	434.59	435.89	475.90
15/10/2017	21/10/2017	481.69	713.00	715.00	666.00	704.00	665.00	677.00
22/10/2017	28/10/2017	431.89	404.98	408.71	417.49	417.20	439.47	508.71
29/10/2017	31/10/2017	443.93	465.02	445.85				
PROMEDIO		448.19	489.13	486.56	489.65	493.05	481.39	528.54
CAUDAL - MÁXIMO		481.69	713.00	715.00	666.00	704.00	665.00	677.00
CAUDAL - MÍNIMO		431.89	404.98	408.71	417.49	416.42	385.22	452.55
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		20.18	126.97	128.77	117.96	140.88	124.89	101.62
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.07	1.46	1.47	1.36	1.43	1.38	1.28

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - NOVIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/11/2017	04/11/2017				416.05	450.61	520.13	534.60
05/11/2017	11/11/2017	513.48	491.70	464.76	495.30	440.91	459.19	472.85
12/11/2017	18/11/2017	516.88	411.47	443.31	454.35	446.69	412.65	452.84
19/11/2017	25/11/2017	464.50	417.35	495.83	589.25	578.21	356.07	210.14
26/11/2017	30/11/2017	221.42	192.41	242.60	180.56	187.44		
PROMEDIO		429.07	378.23	411.63	427.10	420.77	437.01	417.61
CAUDAL - MÁXIMO		516.88	491.70	495.83	589.25	578.21	520.13	534.60
CAUDAL - MÍNIMO		221.42	192.41	242.60	180.56	187.44	356.07	210.14
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		140.48	129.15	114.73	152.14	142.48	69.63	142.62
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.20	1.30	1.20	1.38	1.37	1.19	1.28

CAUDAL MÁXIMO DIARIO - DICIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
01/12/2017	02/12/2017						182.88	185.09
03/12/2017	09/12/2017	244.59	195.73	281.61	481.44	451.80	494.11	525.13
10/12/2017	16/12/2017	499.04	480.32	481.77	467.42	460.35	386.55	446.78
17/12/2017	23/12/2017	441.43	416.76	533.42	420.68	485.51	547.19	361.48
24/12/2017	30/12/2017	453.65	441.79	410.65	445.70	401.06	498.63	490.43
31/12/2017		533.95						
PROMEDIO		434.53	383.65	426.86	453.81	449.68	421.87	401.78
CAUDAL - MÁXIMO		533.95	480.32	533.42	481.44	485.51	547.19	525.13
CAUDAL - MÍNIMO		244.59	195.73	281.61	420.68	401.06	182.88	185.09
$\sigma$ (DESVIACIÓN ESTÁNDAR)		112.40	127.98	109.13	26.53	35.43	145.93	135.72
CV (COEFICIENTE DE VARIACIÓN)		1.23	1.25	1.25	1.06	1.08	1.30	1.31

**FUENTE:** Elaboración Propia



**4.2. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO - CUSCO**

**4.2.1. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2016**

En el presente capítulo se analizaron los caudales máximos horarios de ingreso presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco, durante el año 2016; obteniendo los coeficientes de variación presentes en la Tabla N°84.

**TABLA N° 70:  
RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A MARZO 2016**

CAUDAL MAXIMO HORARIO - ENERO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/01/2016	2/01/2016						593.84	771.88
3/01/2016	9/01/2016	640.99	608.89	610.57	610.57	780.82	697.79	639.29
10/01/2016	16/01/2016	775.45	725.78	622.35	734.59	612.24	622.35	658.07
17/01/2016	23/01/2016	651.22	750.51	676.99	600.51	610.57	610.57	610.57
24/01/2016	30/01/2016	610.57	706.51	583.86	658.07	788.00	608.89	680.44
31/01/2016		615.61						
PROMEDIO		483.48	429.41	465.05	457.15	462.87	434.09	437.14
CAUDAL - MAXIMO		775.45	750.51	676.99	734.59	788.00	697.79	771.88
CAUDAL - MINIMO		610.57	608.89	583.86	600.51	610.57	593.84	610.57
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		72.68	62.03	39.16	61.16	99.93	41.02	61.41
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.60	1.75	1.46	1.61	1.70	1.61	1.77

CAUDAL MAXIMO HORARIO - FEBRERO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/02/2016	6/02/2016		692.57	699.53	782.62	678.71	668.37	687.37
7/02/2016	13/02/2016	694.31	699.53	696.05	690.84	696.05	683.90	612.24
14/02/2016	20/02/2016	644.40	610.57	685.64	690.84	649.51	692.57	658.07
21/02/2016	27/02/2016	708.25	706.51	697.79	676.99	632.50	617.29	617.29
28/02/2016	29/01/2016	615.61	612.24					
PROMEDIO		418.21	472.91	455.99	499.53	386.27	431.71	471.01
CAUDAL - MAXIMO		708.25	706.51	699.53	782.62	696.05	692.57	687.37
CAUDAL - MINIMO		615.61	610.57	685.64	676.99	632.50	617.29	612.24
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		43.18	48.53	6.24	48.64	28.55	33.68	35.59
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.69	1.49	1.53	1.57	1.80	1.60	1.46

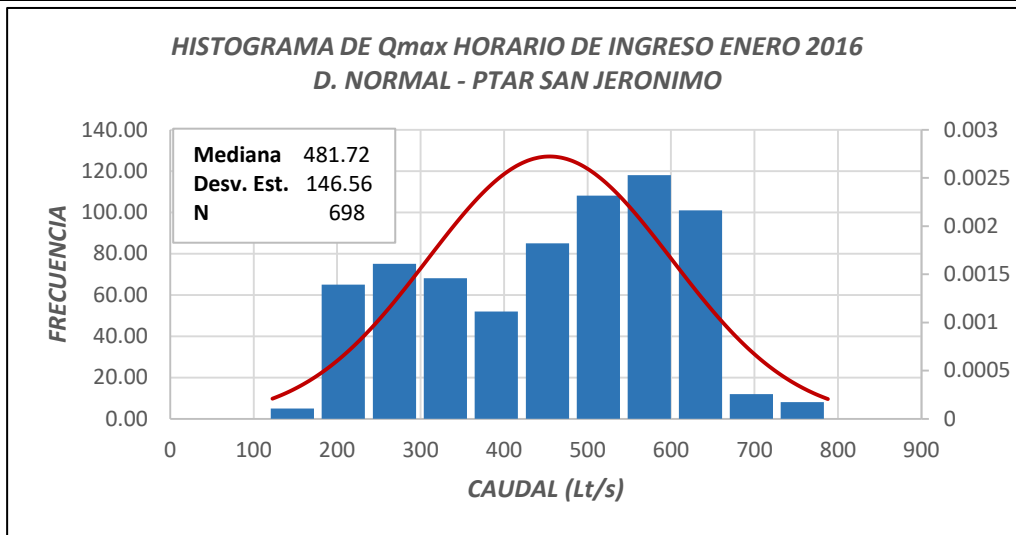
  

CAUDAL MAXIMO HORARIO - MARZO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/03/2016	5/03/2016			612.24	612.24	576.00	612.24	682.17
6/03/2016	12/03/2016	613.93	717.00	595.50	607.21	612.24	612.24	617.29
13/03/2016	19/03/2016	673.54	680.44	612.24	602.18	537.13	476.56	464.08
20/03/2016	26/03/2016	554.22	467.97	427.21	550.95	550.95	515.37	512.17
27/03/2016	31/03/2016	577.24	504.99	583.86	568.99	543.62		
PROMEDIO		394.47	364.37	402.14	412.75	421.47	416.18	385.50
CAUDAL - MAXIMO		673.54	717.00	612.24	612.24	612.24	612.24	682.17
CAUDAL - MINIMO		554.22	467.97	427.21	550.95	537.13	476.56	464.08
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		52.05	124.37	78.63	26.89	30.74	68.98	98.96
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.71	1.97	1.52	1.48	1.45	1.47	1.77

**FUENTE: Elaboración Propia**

Para la determinación de los caudales máximos horarios presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco se usaron métodos estadísticos para determinar los caudales máximos más representativos.

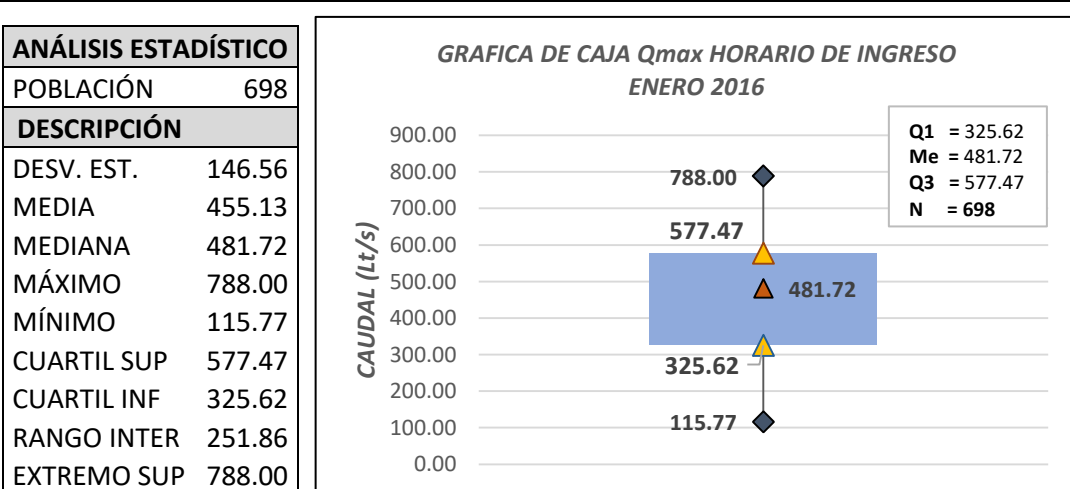
**FIGURA N°99:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO 2016)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 99 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal. Con el objetivo de tener una representación gráfica de la distribución de datos y poder analizar el valor del caudal máximo Horario, emplearemos el diagrama de cajas que nos señala donde caen la mayoría de los datos, así como los “OUTLIERS” en caso de haberlos.

**FIGURA N°100:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO ENERO 2016**

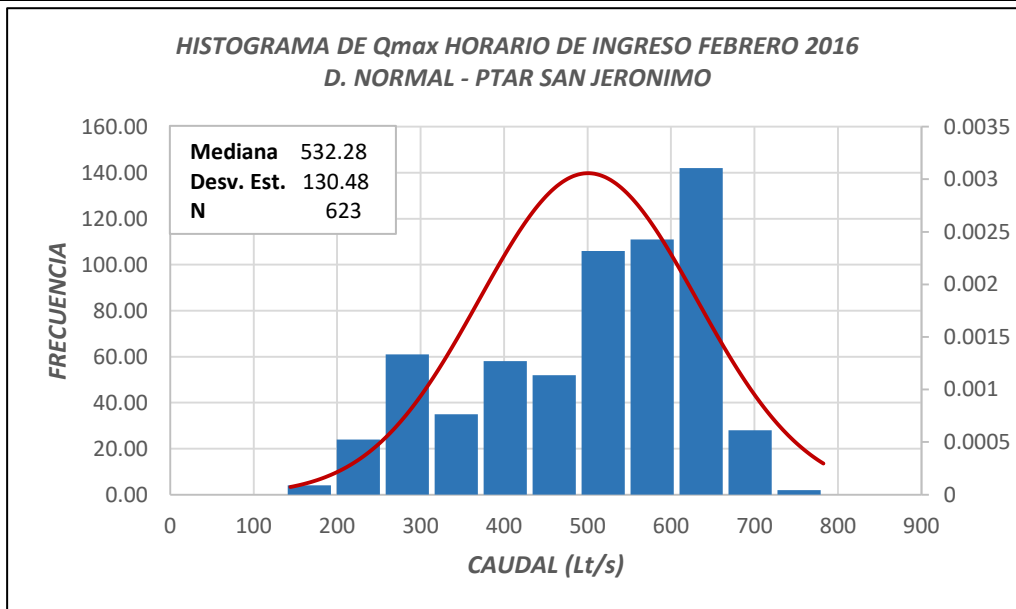


**FUENTE:** Elaboración Propia



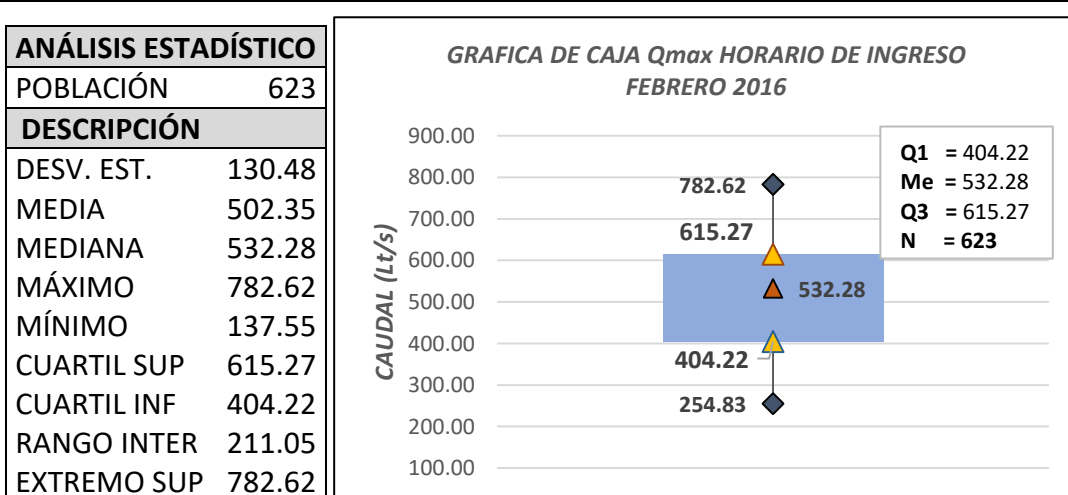
Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **788.00 Lt/s** para el mes de ENERO del 2016.

**FIGURA N°101:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (FEBRERO 2016)**



FUENTE: Elaboración Propia

**FIGURA N°102:**  
**GRAFICO DE CAJA: Qmax HORARIO DE INGRESO FEBRERO 2016**

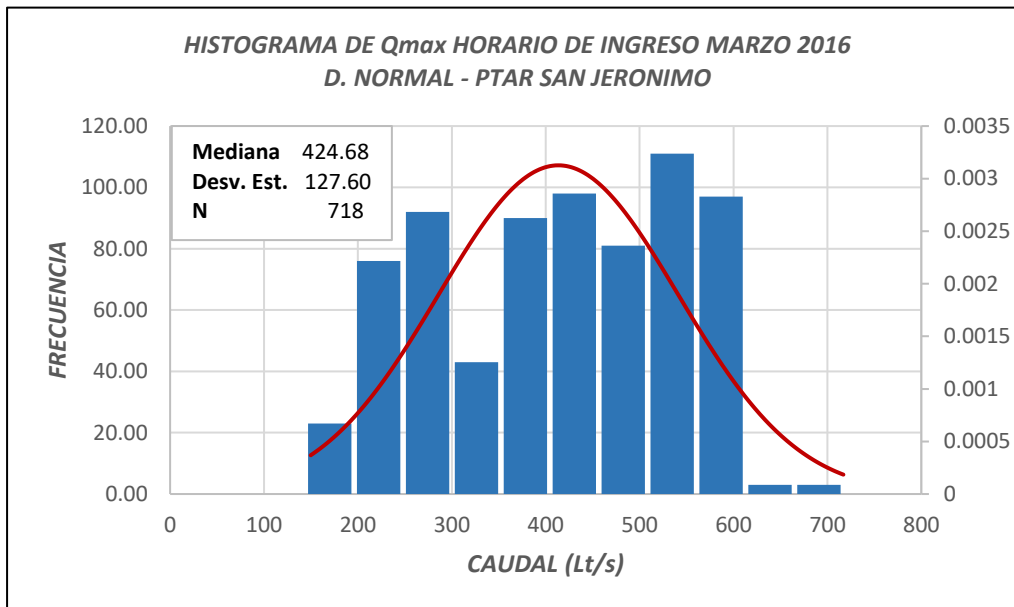


FUENTE: Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **782.62 Lt/s** para el mes de FEBRERO del 2016.



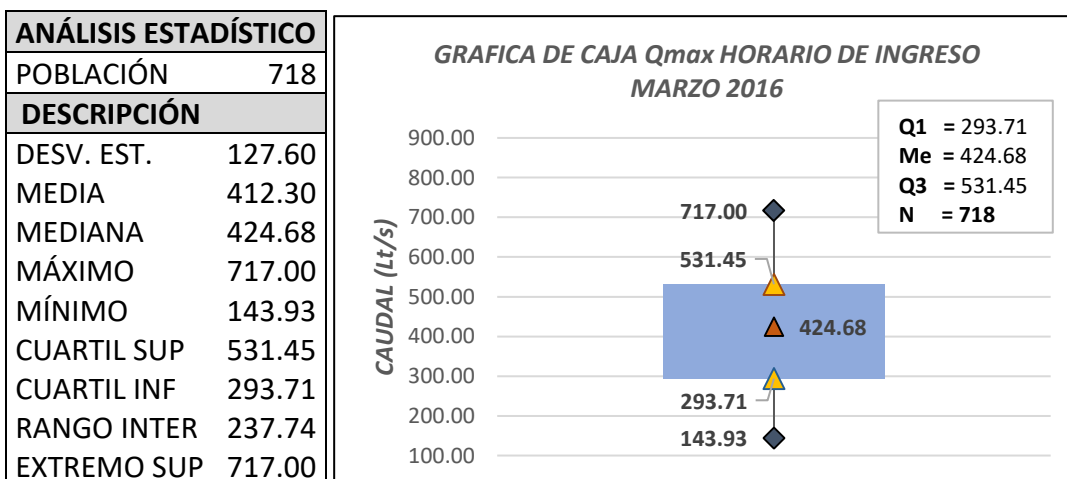
**FIGURA N°103:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MARZO 2016)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 103 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal

**FIGURA N°104:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO MARZO 2016**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **717.00 Lt/s** para el mes de MARZO del 2016.



**TABLA N° 71:**  
**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ABRIL A JUNIO 2016**

CAUDAL MAXIMO HORARIO - ABRIL 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/04/2016	2/04/2016						498.63	602.18
3/04/2016	9/04/2016	577.24	534.70	516.17	565.69	578.89	518.58	554.22
10/04/2016	16/04/2016	592.17	600.51	559.13	565.69	572.28	585.52	613.93
17/04/2016	23/04/2016	622.35	575.58	583.86	654.64	668.37	608.89	583.86
24/04/2016	30/04/2016	773.66	568.99	592.17	537.13	570.63	567.34	557.49
PROMEDIO		383.45	366.98	366.27	379.65	389.96	382.84	398.38
CAUDAL - MAXIMO		773.66	600.51	592.17	654.64	668.37	608.89	613.93
CAUDAL - MINIMO		577.24	534.70	516.17	537.13	570.63	498.63	554.22
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		90.18	27.14	34.13	51.04	47.35	46.07	26.47
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		2.02	1.64	1.62	1.72	1.71	1.59	1.54

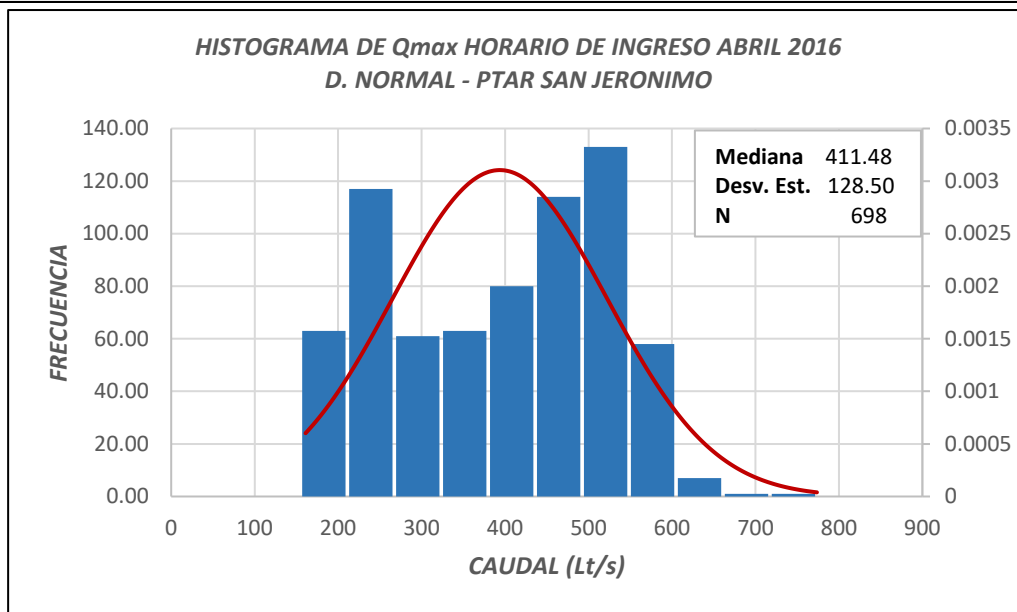
CAUDAL MAXIMO HORARIO - MAYO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/05/2016	7/05/2016	625.73	570.63	556.67	554.22	559.13	559.13	534.70
8/05/2016	14/05/2016	558.31	575.58	546.87	564.05	578.89	580.55	582.20
15/05/2016	21/05/2016	572.28	555.85	572.28	689.65	747.57	761.82	800.37
22/05/2016	28/05/2016	753.26	796.33	794.88	778.32	798.59	749.87	786.85
29/05/2016	31/05/2016	762.02	759.56	764.49				
PROMEDIO		428.36	413.58	427.77	436.17	439.55	441.60	461.62
CAUDAL - MAXIMO		762.02	796.33	794.88	778.32	798.59	761.82	800.37
CAUDAL - MINIMO		558.31	555.85	546.87	554.22	559.13	559.13	534.70
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		97.67	116.30	121.90	107.32	119.92	107.86	137.26
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.78	1.93	1.86	1.78	1.82	1.73	1.73

CAUDAL MAXIMO HORARIO - JUNIO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/06/2016	4/06/2016				628.70	635.51	680.63	615.75
5/06/2016	11/06/2016	668.38	619.22	704.22	634.49	674.48	670.48	619.05
12/06/2016	18/06/2016	684.08	707.04	710.15	680.50	737.64	721.18	719.57
19/06/2016	25/06/2016	797.18	741.07	758.06	708.22	710.16	765.06	797.14
26/06/2016	30/06/2016	782.18	704.47	786.77	799.86	763.72		
PROMEDIO		473.43	468.92	477.04	459.34	465.00	452.87	471.01
CAUDAL - MAXIMO		797.18	741.07	786.77	799.86	763.72	765.06	797.14
CAUDAL - MINIMO		668.38	619.22	704.22	628.70	635.51	670.48	615.75
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		66.10	51.90	39.52	69.52	50.74	43.13	87.34
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.68	1.58	1.65	1.74	1.64	1.69	1.69

**FUENTE:** Elaboración Propia



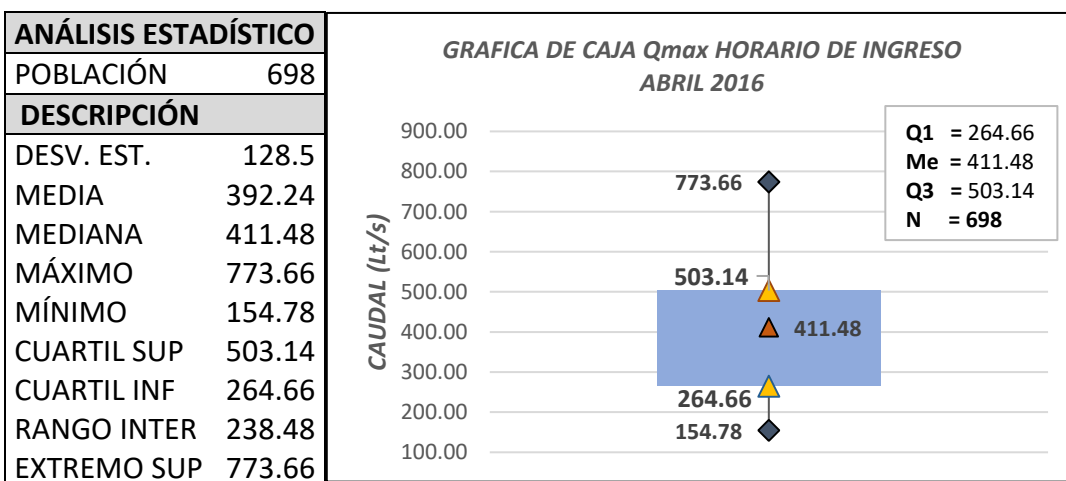
**FIGURA N°105:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ABRIL 2016)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 105 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°106:**  
**GRAFICO DE CAJA: Qmax HORARIO DE INGRESO ABRIL 2016**

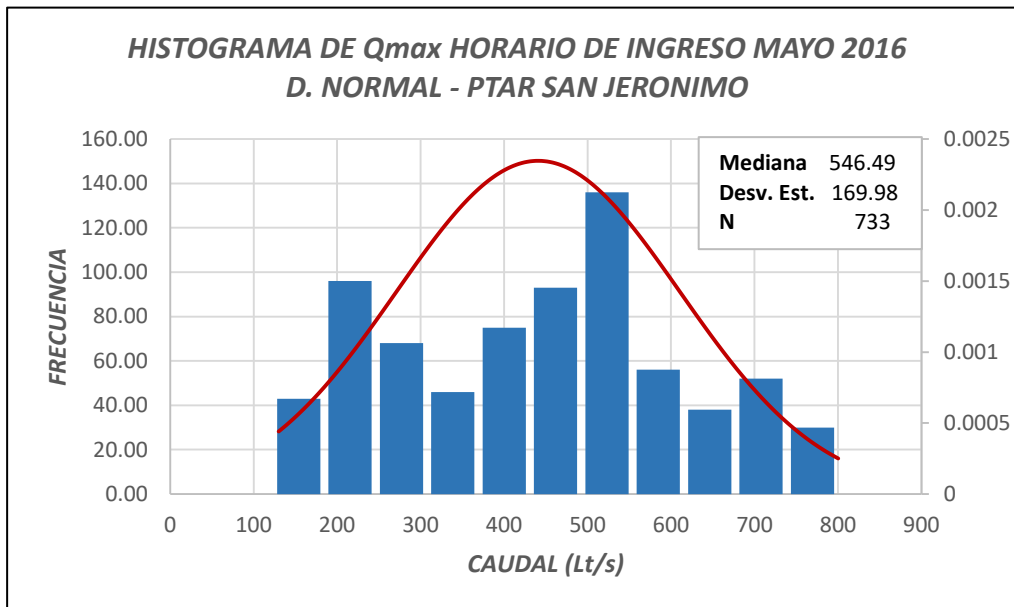


**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **773.66 Lt/s** para el mes de ABRIL del 2016.



**FIGURA N°107:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MAYO 2016)**

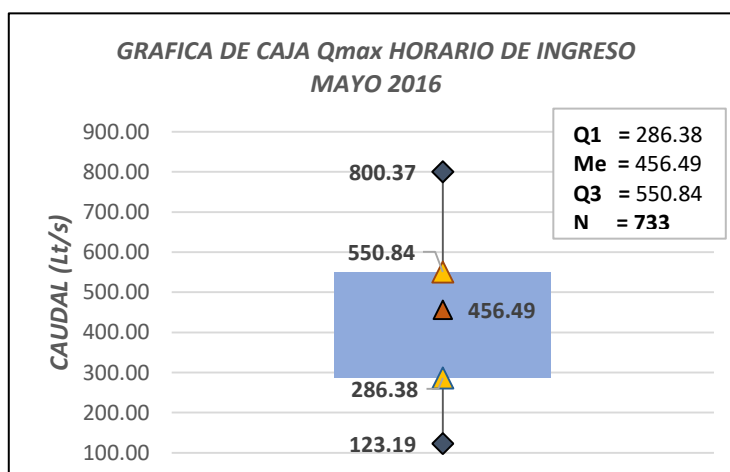


**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 107 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°108:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO MAYO 2016**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	733
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	169.98
MEDIA	440.79
MEDIANA	456.49
MÁXIMO	800.37
MÍNIMO	123.19
CUARTIL SUP	550.84
CUARTIL INF	286.38
RANGO INTER	264.47
EXTREMO SUP	800.37

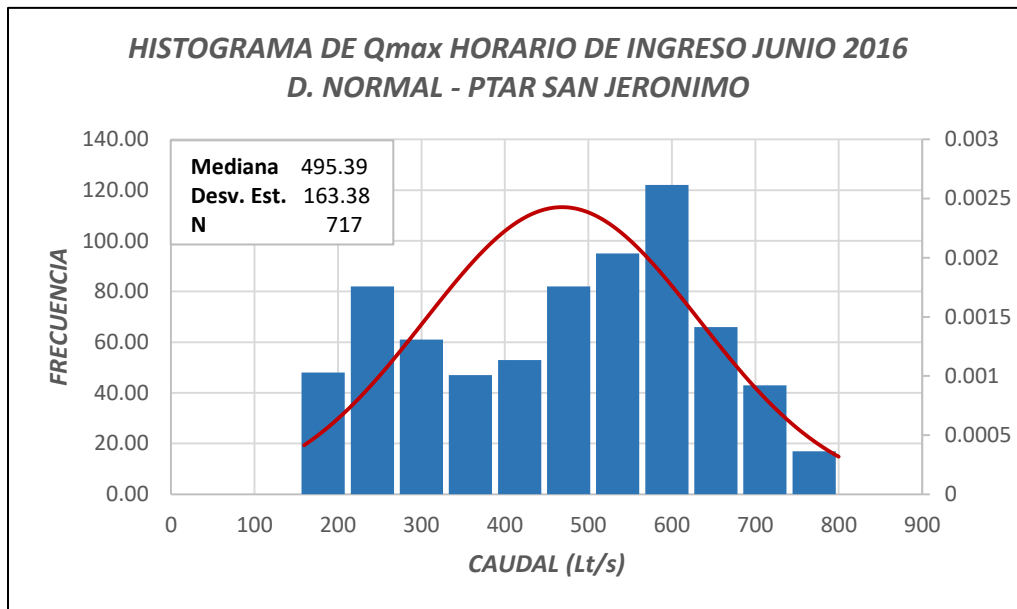


**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **800.37 Lt/s** para el mes de MAYO del 2016.



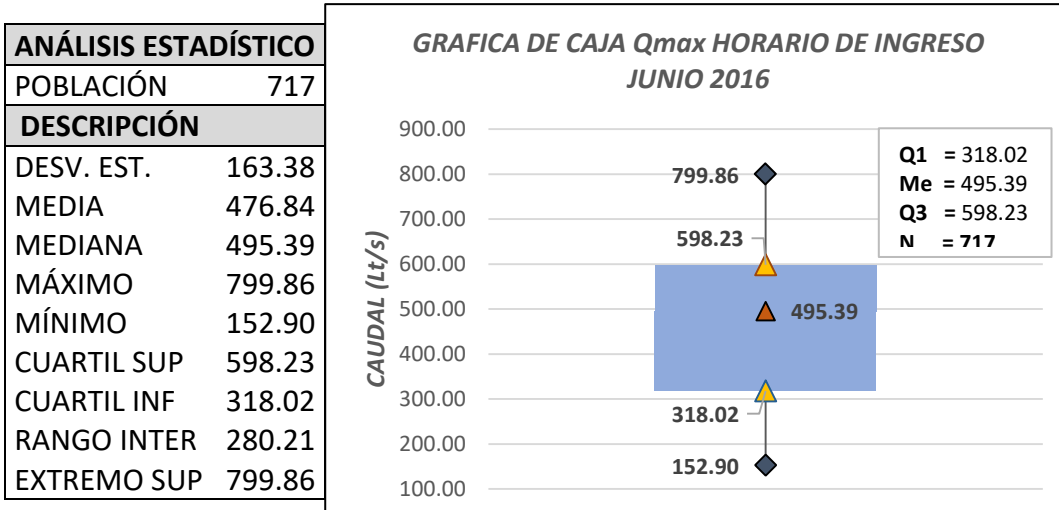
**FIGURA N°109:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JUNIO 2016)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 109 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°110:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO JUNIO 2016**



**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **799.86 Lt/s** para el mes de JUNIO del 2016.



**TABLA N° 72:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE JULIO A SETIEMBRE 2016**

CAUDAL MAXIMO HORARIO - JULIO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/07/2016	2/07/2016						766.73	695.73
3/07/2016	9/07/2016	688.85	675.92	725.80	731.09	498.77	675.42	777.88
10/07/2016	16/07/2016	780.11	750.59	747.51	799.27	799.98	801.70	779.95
17/07/2016	23/07/2016	800.70	782.91	753.60	774.20	784.20	788.40	722.67
24/07/2016	30/07/2016	792.28	736.35	727.34	735.25	719.89	690.70	732.65
31/07/2016		759.82						
PROMEDIO		508.37	494.27	496.46	503.77	487.65	500.45	505.31
CAUDAL - MAXIMO		800.70	782.91	753.60	799.27	799.98	801.70	779.95
CAUDAL - MINIMO		688.85	675.92	725.80	731.09	498.77	675.42	695.73
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		44.92	44.80	14.08	32.62	139.01	57.79	36.50
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.58	1.58	1.52	1.59	1.64	1.60	1.54

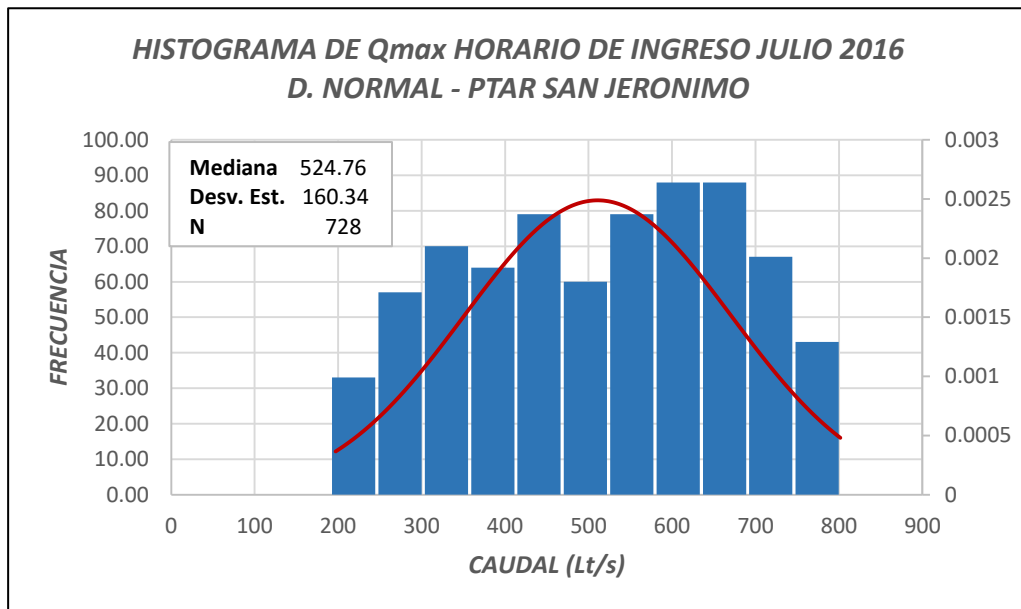
CAUDAL MAXIMO HORARIO - AGOSTO 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/08/2016	6/08/2016		682.37	739.39	801.40	796.82	733.91	796.24
7/08/2016	13/08/2016	794.26	772.12	753.43	765.79	703.74	710.31	747.73
14/08/2016	20/08/2016	776.65	762.88	777.88	754.17	694.98	759.47	762.32
21/08/2016	27/08/2016	800.57	740.84	771.29	797.31	783.48	620.09	646.65
28/08/2016	31/08/2016	628.91	628.91	641.32	606.05			
PROMEDIO		485.79	480.76	486.33	446.21	476.87	465.77	501.52
CAUDAL - MAXIMO		800.57	772.12	777.88	801.40	796.82	759.47	796.24
CAUDAL - MINIMO		628.91	628.91	641.32	606.05	694.98	620.09	646.65
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		81.42	60.56	55.40	80.22	52.82	60.66	64.35
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.65	1.61	1.60	1.80	1.67	1.63	1.59

CAUDAL MAXIMO HORARIO - SETIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/09/2016	3/09/2016					611.30	787.57	620.09
4/09/2016	10/09/2016	623.61	621.85	607.80	618.33	590.36	582.56	616.57
11/09/2016	17/09/2016	625.38	593.84	600.81	602.55	621.85	628.91	590.36
18/09/2016	24/09/2016	582.56	628.91	604.30	412.48	249.23	265.46	514.52
25/09/2016	30/09/2016	570.48	584.29	573.06	621.85	592.10	604.30	
PROMEDIO		398.95	390.56	378.57	352.72	362.06	367.26	361.80
CAUDAL - MAXIMO		625.38	628.91	607.80	621.85	621.85	787.57	620.09
CAUDAL - MINIMO		570.48	584.29	573.06	412.48	249.23	265.46	514.52
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		28.14	21.52	15.88	101.23	159.16	190.27	49.07
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.57	1.61	1.61	1.76	1.72	2.14	1.71

**FUENTE:** Elaboración Propia



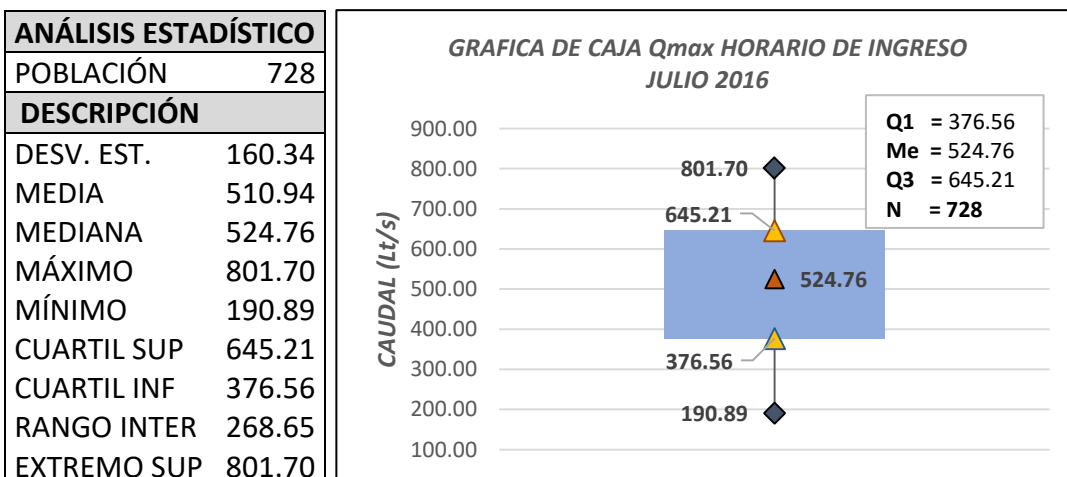
**FIGURA N°111:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (JULIO 2016)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 111 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°112:**  
**GRAFICO DE CAJA: Qmax HORARIO DE INGRESO JULIO 2016**



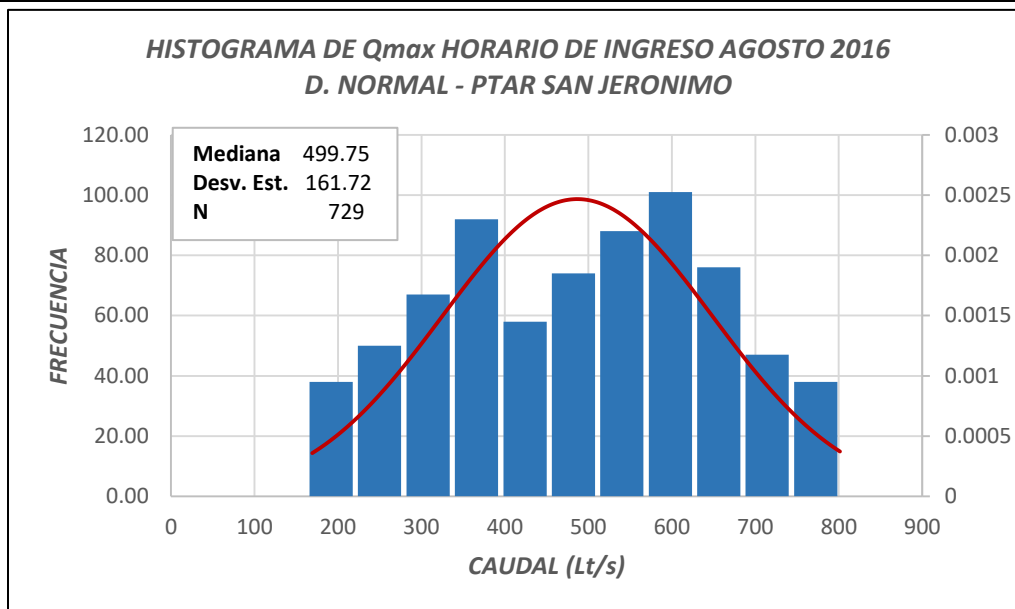
**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **801.70 Lt/s** para el mes de JULIO del 2016.





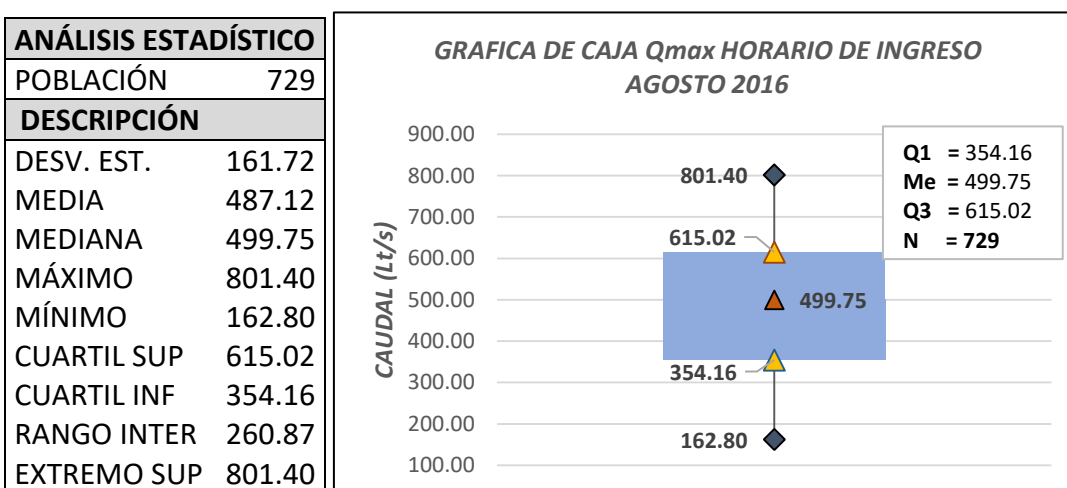
**FIGURA N°113:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (AGOSTO 2016)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 113 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°114:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO AGOSTO 2016**

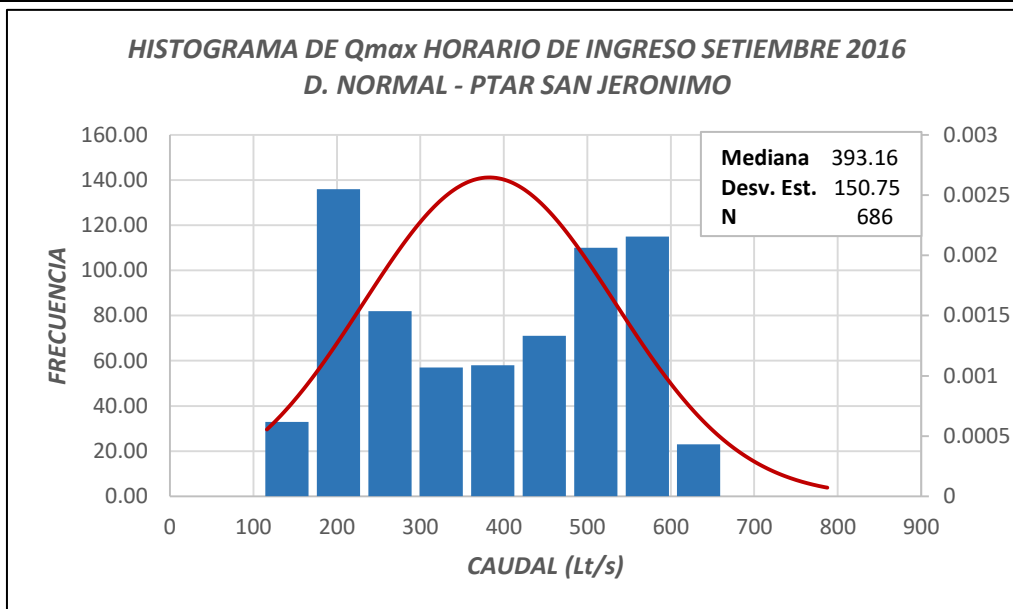


**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **801.40 Lt/s** para el mes de AGOSTO del 2016.



**FIGURA N°115:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (SETIEMBRE 2016)**

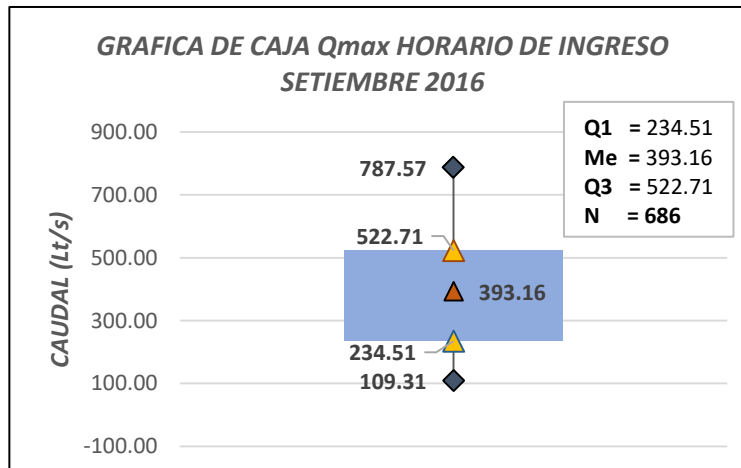


**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 115 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°116:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO SETIEMBRE 2016**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	686
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	150.75
MEDIA	383.81
MEDIANA	393.16
MÁXIMO	787.57
MÍNIMO	109.31
CUARTIL SUP	522.71
CUARTIL INF	234.51
RANGO INTER	288.20
EXTREMO SUP	787.57



**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **787.57 Lt/s** para el mes de SETIEMBRE del 2016.



**TABLA N° 73:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE OCTUBRE A DICIEMBRE DEL 2016**

CAUDAL MAXIMO HORARIO - OCTUBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	1/10/2016							606.05
2/10/2016	8/10/2016	621.85	590.36	604.30	575.65	746.56	618.33	614.81
9/10/2016	15/10/2016	621.85	682.54	627.14	337.21	680.73	684.35	607.80
16/10/2016	22/10/2016	655.57	574.78	587.76	580.83	659.15	599.06	630.68
23/10/2016	29/10/2016	609.55	607.80	604.30	641.32	793.21	611.30	593.84
30/10/2016	31/10/2016	635.99	611.30					
PROMEDIO		418.02	390.56	359.78	381.20	438.45	413.67	423.54
CAUDAL - MAXIMO		655.57	682.54	627.14	641.32	793.21	684.35	630.68
CAUDAL - MINIMO		609.55	574.78	587.76	337.21	659.15	599.06	593.84
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		17.58	47.72	16.18	134.37	61.40	38.23	13.51
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.57	1.75	1.74	1.68	1.81	1.65	1.49

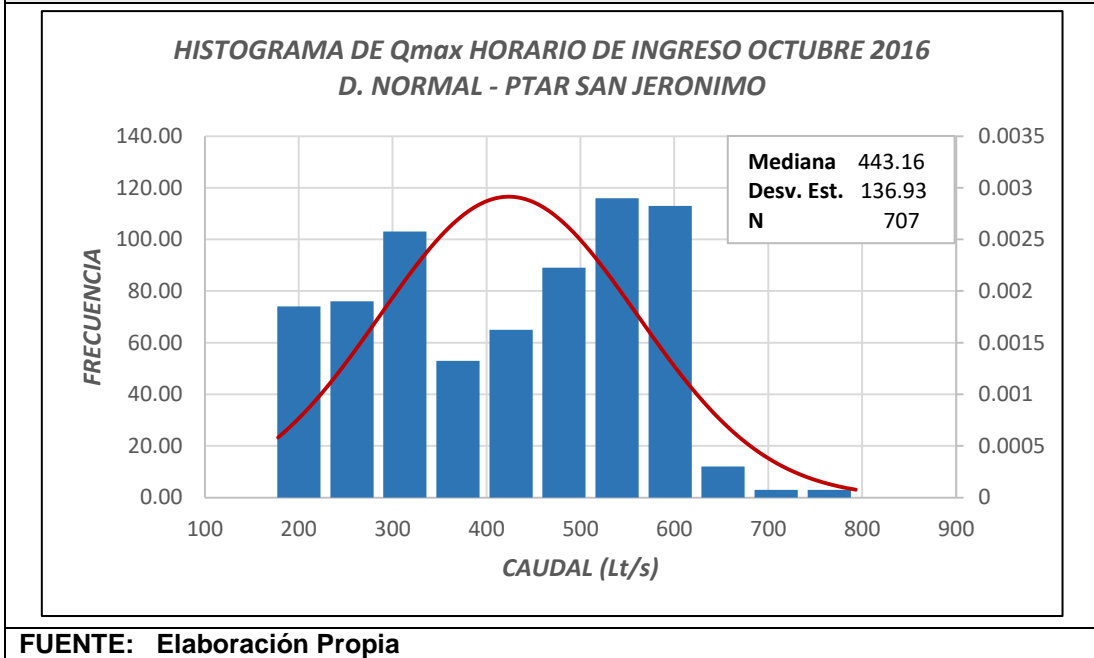
CAUDAL MAXIMO HORARIO - NOVIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/11/2016	5/11/2016			570.48	570.48	606.05	668.12	578.24
6/11/2016	12/11/2016	573.06	563.61	579.10	578.24	609.55	588.62	590.36
13/11/2016	19/11/2016	549.94	565.32	621.85	573.06	583.42	778.20	590.36
20/11/2016	26/11/2016	593.84	545.00	609.55	572.20	752.12	522.05	579.10
27/11/2016	30/11/2016	604.30	564.47	593.84	614.81			
PROMEDIO		406.67	362.73	381.90	372.90	384.62	410.31	391.28
CAUDAL - MAXIMO		604.30	565.32	621.85	614.81	752.12	778.20	590.36
CAUDAL - MINIMO		549.94	545.00	570.48	570.48	583.42	522.05	578.24
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		24.04	9.76	21.14	18.70	77.10	110.21	6.76
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.49	1.56	1.63	1.65	1.96	1.90	1.51

CAUDAL MAXIMO HORARIO - DICIEMBRE 2016								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/12/2016	3/12/2016					579.96	711.62	616.57
4/12/2016	10/12/2016	687.96	602.55	720.77	673.52	639.54	592.10	625.38
11/12/2016	17/12/2016	639.54	578.24	609.55	595.58	607.80	602.55	597.32
18/12/2016	24/12/2016	593.84	634.22	684.35	587.76	600.81	567.90	620.09
25/12/2016	31/12/2016	623.61	659.15	646.65	795.09	783.82	713.44	620.09
PROMEDIO		396.32	366.58	423.18	424.44	383.96	424.12	411.74
CAUDAL - MAXIMO		687.96	659.15	720.77	795.09	783.82	713.44	625.38
CAUDAL - MINIMO		593.84	578.24	609.55	587.76	579.96	567.90	597.32
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		39.34	35.47	47.94	96.20	81.90	69.62	10.85
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.74	1.80	1.70	1.87	2.04	1.68	1.52

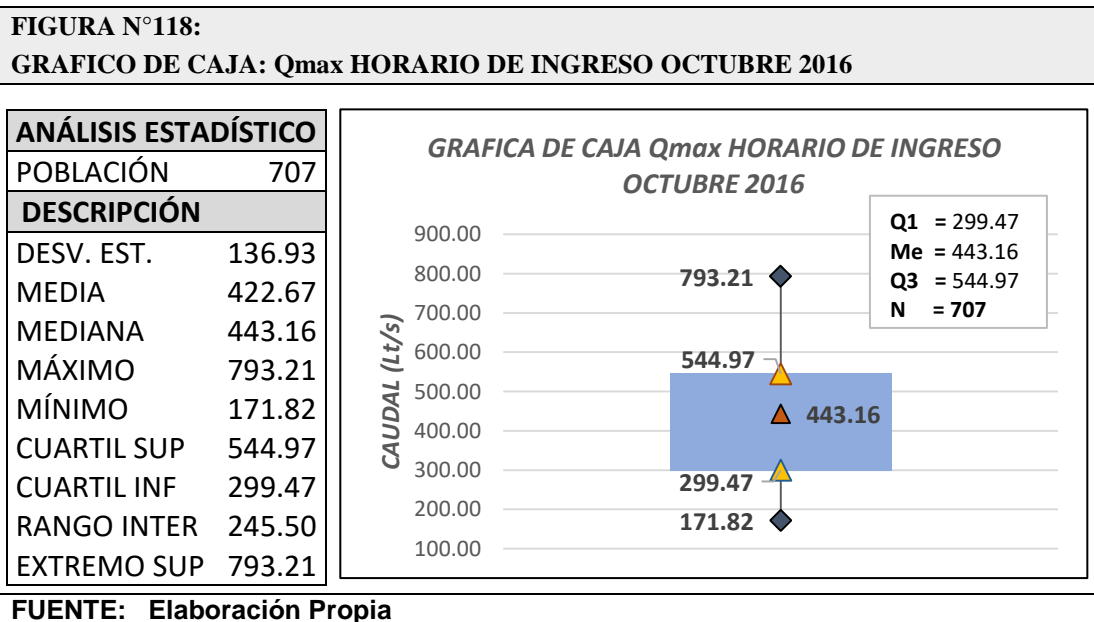
**FUENTE:** Elaboración Propia



**FIGURA N°117:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (OCTUBRE 2016)**



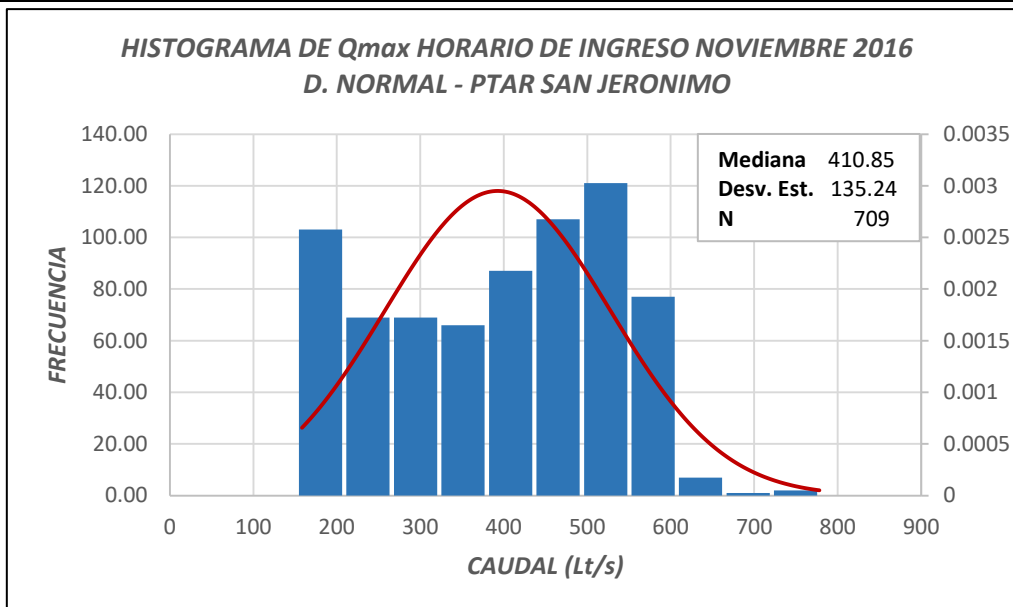
La figura N° 117 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.



Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **793.21 Lt/s** para el mes de OCTUBRE del 2016.



**FIGURA N°119:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (NOVIEMBRE 2016)**

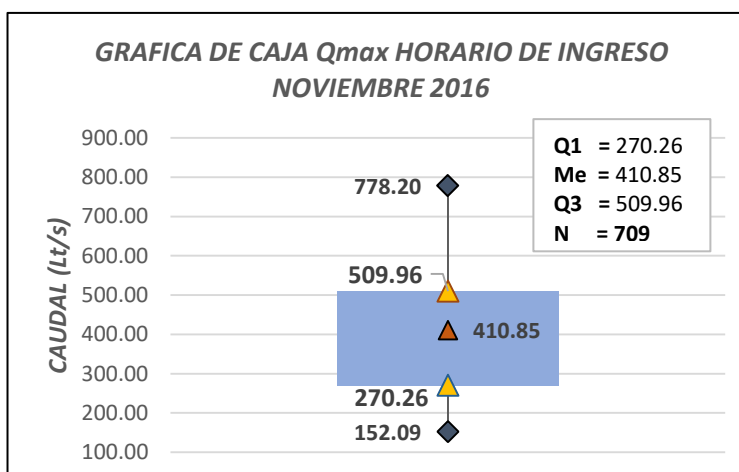


**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 119 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°120:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO NOVIEMBRE 2016**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	709
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	135.24
MEDIA	392.33
MEDIANA	410.26
MÁXIMO	778.20
MÍNIMO	152.09
CUARTIL SUP	509.96
CUARTIL INF	270.26
RANGO INTER	239.70
EXTREMO SUP	778.20

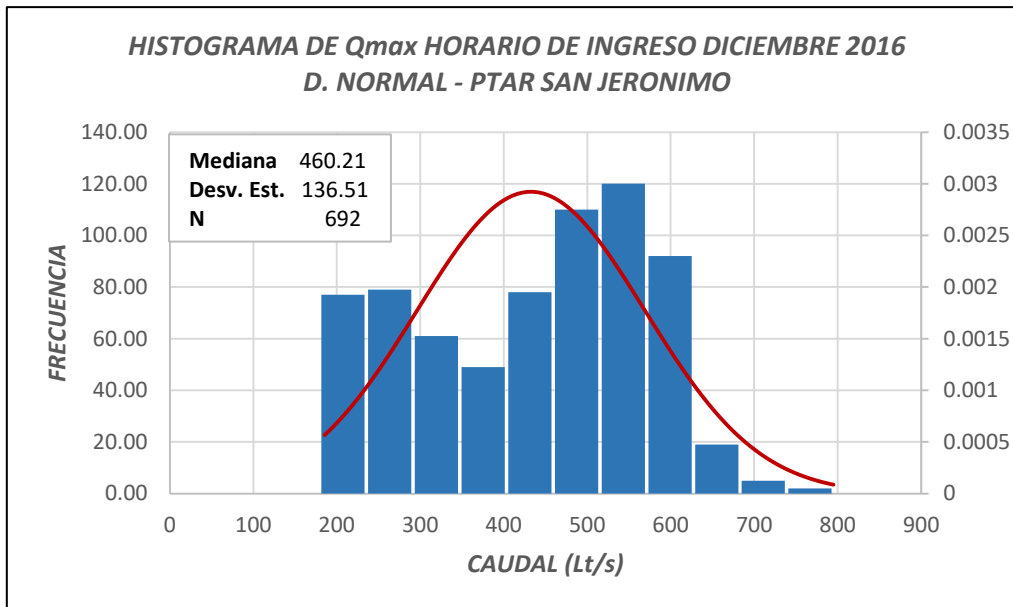


**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QM<sub>H</sub>) para la PTAR San Jerónimo de **778.20 Lt/s** para el mes de NOVIEMBRE del 2016.



**FIGURA N°121:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (DICIEMBRE 2016)**

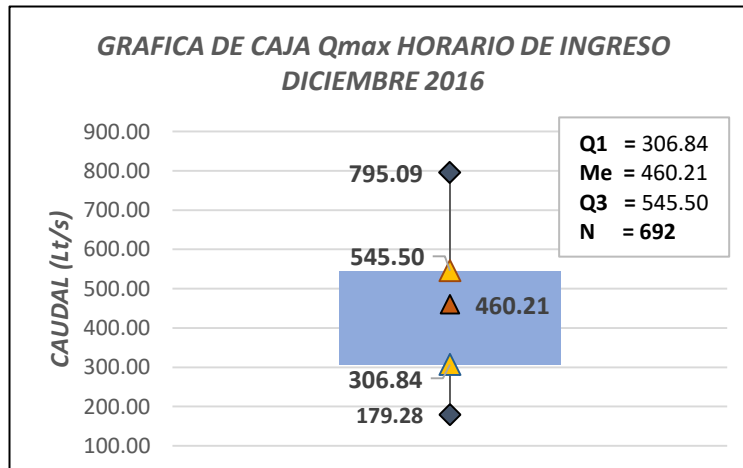


**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 121 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°122:**  
**GRAFICO DE CAJA: Qmax HORARIO DE INGRESO DICIEMBRE 2016**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	692
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	136.51
MEDIA	433.06
MEDIANA	460.21
MÁXIMO	795.09
MÍNIMO	179.28
CUARTIL SUP	545.40
CUARTIL INF	306.84
RANGO INTER	238.65
EXTREMO SUP	795.09



**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **795.09 Lt/s** para el mes de DICIEMBRE del 2016.



#### 4.2.2. CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS EN EL PUNTO DE INGRESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN JERÓNIMO – CUSCO AÑO 2017

En el presente capítulo se analizaron los caudales máximos horarios de ingreso presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco, durante los meses de enero, febrero y marzo; obteniendo los coeficientes de variación presentes en la Tabla N°85.

**TABLA N° 74:**  
**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ENERO A MARZO DEL 2017**

CAUDAL MAXIMO HORARIO - ENERO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/01/2017	7/01/2017	578.24	698.85	630.68	618.33	614.81	600.81	770.72
8/01/2017	14/01/2017	655.57	641.32	602.55	609.55	652.00	748.41	593.84
15/01/2017	21/01/2017	614.81	609.55	586.89	593.84	729.95	583.42	655.57
22/01/2017	28/01/2017	641.32	728.11	602.55	628.91	584.29	630.68	627.14
29/01/2017	31/01/2017	600.81	673.52	599.06				
PROMEDIO		463.43	454.66	444.66	422.27	424.28	453.09	496.28
CAUDAL - MAXIMO		655.57	728.11	630.68	628.91	729.95	748.41	770.72
CAUDAL - MINIMO		406.58	421.61	409.05	420.12	414.84	432.75	437.89
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		30.99	46.63	16.07	14.84	62.88	74.33	76.86
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.41	1.60	1.42	1.49	1.72	1.65	1.55

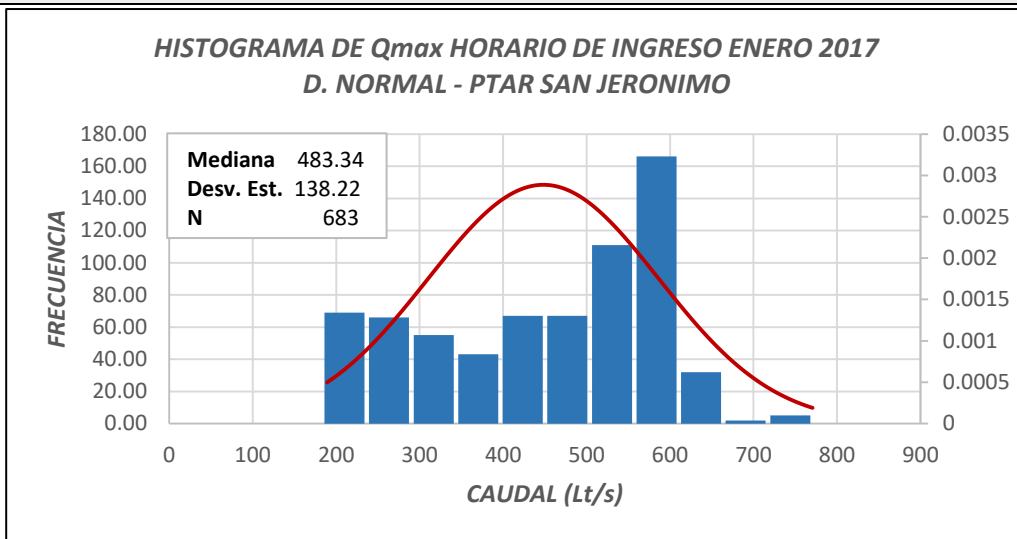
CAUDAL MAXIMO HORARIO - FEBRERO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/02/2017	4/02/2017				761.41	422.67	613.06	664.53
5/02/2017	11/02/2017	607.80	607.80	604.30	597.32	652.00	597.32	604.30
12/02/2017	18/02/2017	621.85	583.42	606.05	666.32	660.94	664.53	609.55
19/02/2017	25/02/2017	766.99	655.57	635.99	614.81	774.46	680.73	675.32
26/02/2017	28/02/2017	620.09	759.55	607.80				
PROMEDIO		424.16	433.25	415.62	421.96	423.97	428.81	410.62
CAUDAL - MAXIMO		766.99	759.55	635.99	761.41	774.46	680.73	675.32
CAUDAL - MINIMO		415.64	374.24	372.04	398.67	360.44	387.37	382.46
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		75.47	77.96	15.04	73.70	147.50	40.01	36.70
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.81	1.75	1.53	1.80	1.83	1.59	1.64

CAUDAL MAXIMO HORARIO - MARZO 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/03/2017	4/03/2017				600.81	634.22	625.38	648.43
5/03/2017	11/03/2017	655.57	711.62	625.38	641.32	796.97	532.99	560.18
12/03/2017	18/03/2017	549.94	514.52	529.62	541.44	532.14	569.62	611.30
19/03/2017	25/03/2017	586.89	532.99	535.52	585.15	538.90	577.37	549.09
26/03/2017	31/03/2017	611.30	530.46	673.52	627.14	604.30	652.00	
PROMEDIO		387.13	420.08	420.80	398.09	399.94	418.30	415.21
CAUDAL - MAXIMO		655.57	711.62	673.52	641.32	796.97	652.00	648.43
CAUDAL - MINIMO		549.94	514.52	529.62	541.44	532.14	532.99	549.09
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		44.31	93.17	70.33	39.02	107.30	47.20	46.23
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.69	1.69	1.60	1.61	1.99	1.56	1.56

**FUENTE: Elaboración Propia**

Para la determinación de los caudales máximos horarios presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo – Cusco se usaron métodos estadísticos para determinar los caudales máximos más representativos.

**FIGURA N°123:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ENERO 2017)**

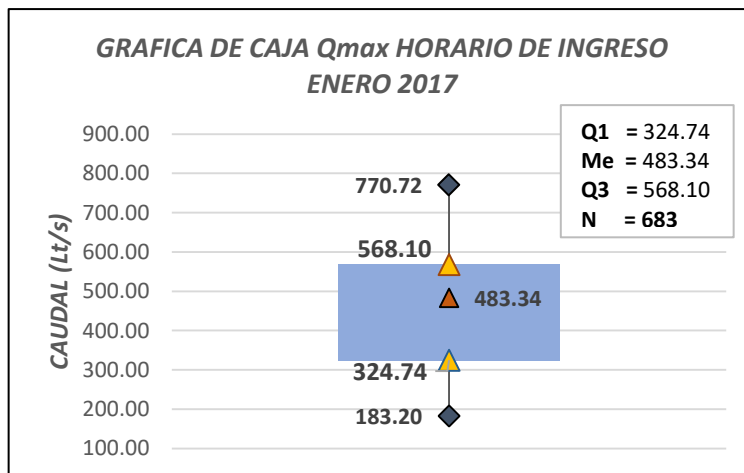


FUENTE: Elaboración Propia

La figura N° 123 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal. Con el objetivo de tener una representación gráfica de la distribución de datos y poder analizar el valor del caudal máximo Horario, emplearemos el diagrama de cajas que nos señala donde caen la mayoría de los datos, así como los “OUTLIERS”

**FIGURA N°124:**  
**GRAFICO DE CAJA: Qmax HORARIO DE INGRESO ENERO 2017**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	683
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	138.22
MEDIA	449.20
MEDIANA	483,34
MÁXIMO	770.72
MÍNIMO	183.20
CUARTIL SUP	568.10
CUARTIL INF	324.74
RANGO INTER	243.36
EXTREMO SUP	770.72

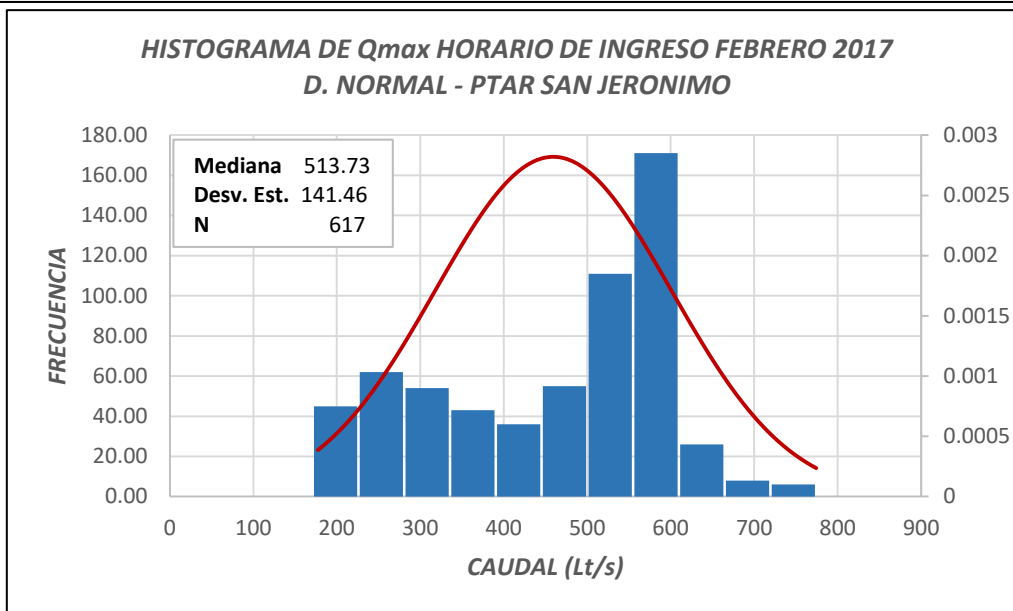


FUENTE: Elaboración Propia



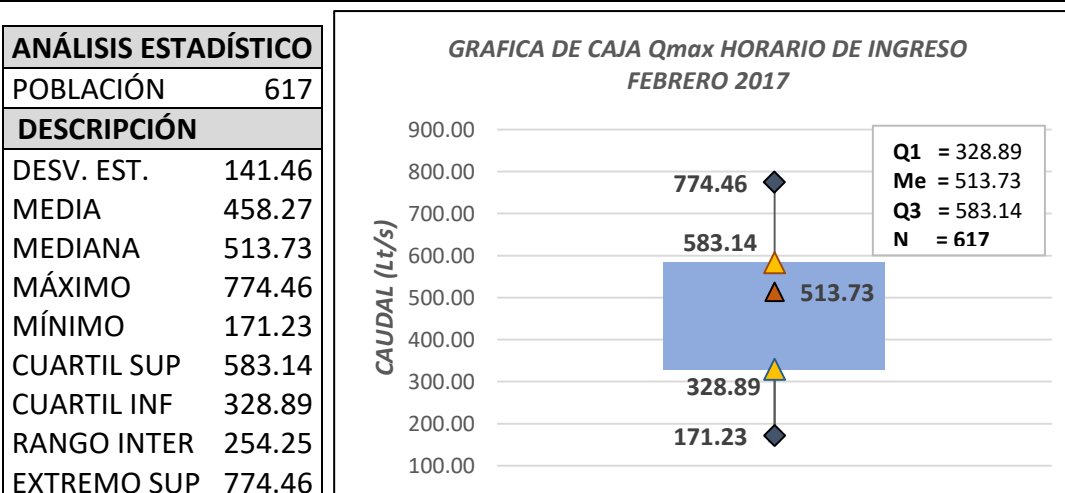
Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **770.72 Lt/s** para el mes de ENERO del 2017.

**FIGURA N°125:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (FEBRERO 2017)**



**FUENTE:** Elaboración Propia

**FIGURA N°126:**  
**GRAFICO DE CAJA: Q<sub>max</sub> HORARIO DE INGRESO FEBRERO 2017**

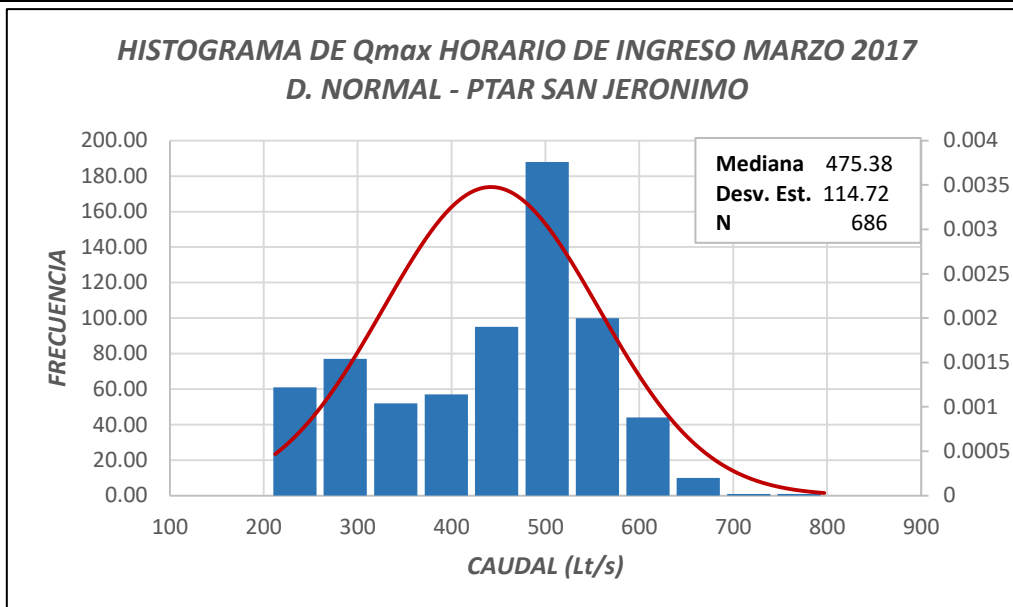


**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **774.46 Lt/s** para el mes de FEBRERO del 2017.



**FIGURA N°127:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (MARZO 2017)**

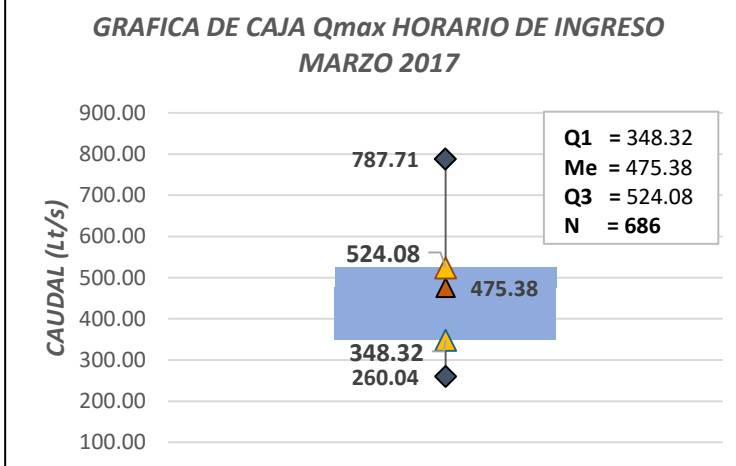


**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 127 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°128:**  
**GRAFICO DE CAJA:  $Q_{max}$  HORARIO DE INGRESO MARZO 2017**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	686
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	114.72
MEDIA	442.88
MEDIANA	475.38
MÁXIMO	787.71
MÍNIMO	206.35
CUARTIL SUP	524.08
CUARTIL INF	348.32
RANGO INTER	175.75
EXTREMO SUP	787.71



**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **787.71 Lt/s** para el mes de MARZO del 2017.



**TABLA N° 75:**

**RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO MES DE ABRIL, SETIEMBRE Y OCTUBRE 2017**

CAUDAL MAXIMO HORARIO - ABRIL 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	1/04/2017							637.76
2/04/2017	8/04/2017	523.73	549.94	499.54	595.58	497.06	502.86	496.23
9/04/2017	15/04/2017	515.35	507.01	545.69	491.28	524.57	505.35	514.52
16/04/2017	22/04/2017	513.68	487.98	492.93	493.75	476.51	440.95	462.67
23/04/2017	29/04/2017	469.17	452.18	249.90	409.35	266.83	461.86	457.01
30/04/2017		469.17						
PROMEDIO		369.64	358.33	339.69	329.81	330.21	340.90	346.46
CAUDAL - MAXIMO		523.73	549.94	545.69	595.58	524.57	505.35	637.76
CAUDAL - MINIMO		469.17	452.18	249.90	409.35	266.83	440.95	457.01
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		26.79	40.71	133.49	76.25	117.93	31.61	73.34
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.42	1.53	1.61	1.81	1.59	1.48	1.84

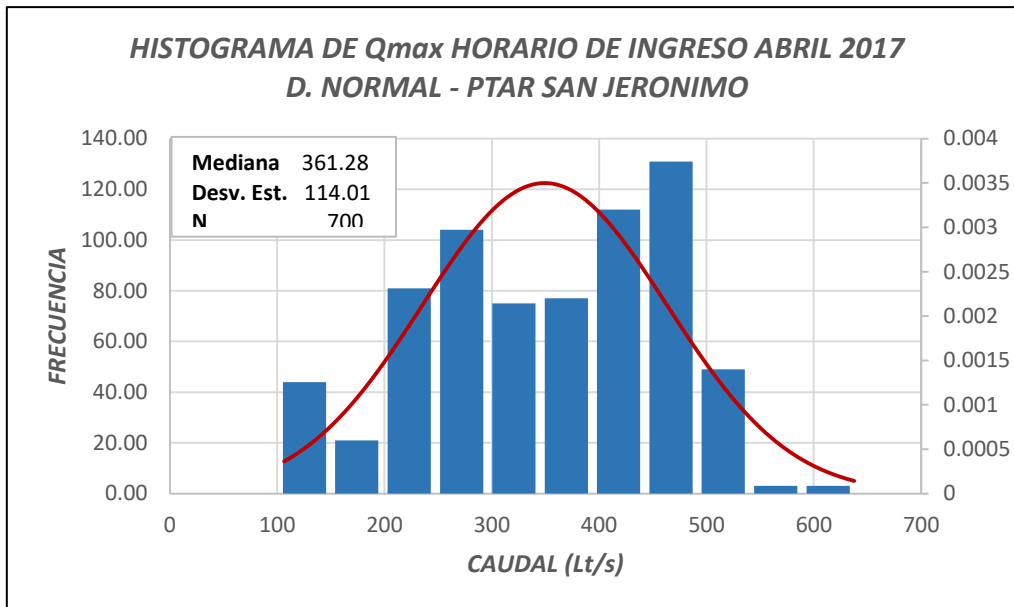
CAUDAL MAXIMO HORARIO - SETIEMBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/09/2017	2/09/2017						722.59	718.74
3/09/2017	9/09/2017	743.88	747.77	734.19	674.83	695.73	699.55	734.19
10/09/2017	16/09/2017	724.52	755.57	741.94	701.46	699.55	682.41	724.52
17/09/2017	23/09/2017	784.99	672.93	709.13	701.46	716.81	714.89	767.30
24/09/2017	30/09/2017	771.22	740.00	751.67	716.81	720.66	761.43	755.57
PROMEDIO		428.12	423.75	439.75	441.21	439.83	446.39	468.00
CAUDAL - MAXIMO		784.99	755.57	751.67	716.81	720.66	761.43	767.30
CAUDAL - MINIMO		724.52	672.93	709.13	674.83	695.73	682.41	718.74
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		27.14	37.96	18.20	17.45	12.38	29.61	20.70
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.83	1.78	1.71	1.62	1.64	1.71	1.64

CAUDAL MAXIMO HORARIO - OCTUBRE 2017								
INICIO	FIN	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1/10/2017	7/10/2017	753.62	732.25	684.31	688.11	678.61	686.21	755.57
8/10/2017	14/10/2017	751.67	712.97	718.74	701.46	711.05	730.31	699.55
15/10/2017	21/10/2017	781.05	690.01	711.05	661.61	784.99	718.74	720.66
22/10/2017	28/10/2017	699.55	711.05	714.89	755.57	699.55	705.29	741.94
29/10/2017	31/10/2017	695.73	459.09	423.92				
PROMEDIO		462.56	429.43	406.27	407.16	429.32	411.07	461.21
CAUDAL - MAXIMO		781.05	732.25	718.74	755.57	784.99	730.31	755.57
CAUDAL - MINIMO		695.73	459.09	423.92	661.61	678.61	686.21	699.55
$\sigma$ (DESVIACION ESTANDAR)		37.20	113.90	127.43	39.55	46.28	18.95	24.56
CV (COEFICIENTE DE VARIACION)		1.69	1.71	1.77	1.86	1.83	1.78	1.64

**FUENTE: Elaboración Propia**



**FIGURA N°129:**  
**DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE CAUDALES MÁXIMOS HORARIOS DE INGRESO EN LA PTAR SAN JERÓNIMO – CUSCO (ABRIL 2017)**

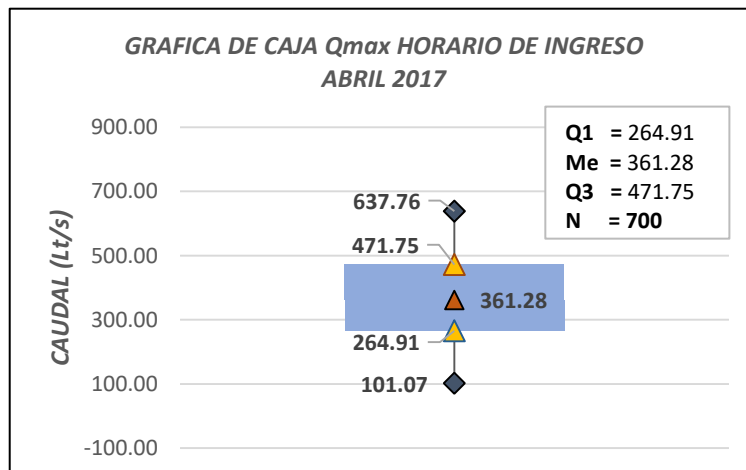


**FUENTE:** Elaboración Propia

La figura N° 129 presenta una distribución “SIMÉTRICA” para los datos, de la misma forma no presenta valores aislados de caudal.

**FIGURA N°130:**  
**GRAFICO DE CAJA: Qmax HORARIO DE INGRESO ABRIL 2017**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
POBLACIÓN	700
DESCRIPCIÓN	
DESV. EST.	114.01
MEDIA	349.76
MEDIANA	361.28
MÁXIMO	637.76
MÍNIMO	101.07
CUARTIL SUP	471.75
CUARTIL INF	264.91
RANGO INTER	206.84
EXTREMO SUP	637.76



**FUENTE:** Elaboración Propia

Finalmente se eligió el valor máximo **no atípico** como valor del caudal Máximo Horario (QMH) para la PTAR San Jerónimo de **637.76 Lt/s** para el mes de ABRIL del 2017.