



# UNIVERSIDAD DEL AZUAY

## Departamento de Posgrados

**Caracterización de agua residual de Ucubamba**

**Magister en Hidrosanitaria**

**Autor:**

**Daniela Cecilia Cajas Parra**

**Director:**

**María Belén Arévalo Durazno**

**Cuenca, Ecuador**

**2022**

**Agradecimiento:**

A Dios por la bendición de cumplir una meta profesional más en mi vida, a toda mi familia, mi pilar de amor, cuidado y apoyo incondicional, por creer en mí y alentarme a continuar aún en medio de las adversidades.

A mi tutora María Belén Arévalo Durazno por su guía en el desarrollo de la investigación y en especial por la amistad que ha perdurado por años.

A ETAPA, en la persona del Ing. Josué Larriva y cada uno de sus representantes, por la ayuda y asesoría brindada a lo largo de este trabajo, por facilitarme el acceso a información relevante, que permitieron llevar a cabo el estudio planteado y mi crecimiento en el área de saneamiento.

A la Universidad del Azuay por la oportunidad de ser parte de la Maestría en Hidrosanitaria, I Cohorte. Y a todos mis compañeros y amigos por su amistad y cariño cada momento.

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Alcance.....	1
1.3	Justificación.....	1
1.4	Objetivos .....	2
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1	Generalidades .....	3
2.2	Usos del agua tratada .....	4
2.3	Datos estadísticos de tratamiento de aguas residuales .....	5
2.4	Constituyentes del agua residual .....	6
2.5	Caracterización del agua residual.....	8
2.6	Carga contaminante.....	10
2.7	Composición estándar del agua residual municipal .....	11
2.8	Composición estándar de agua residual municipal (separado) y sistema combinado.....	14
2.9	Relaciones entre contaminantes.....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1	Características de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en Cuenca .....	17
3.2	Información relevante de base de datos para la PTAR Ucubamba.....	18
3.3	Ánálisis de datos de muestreo .....	19
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
4.1	Variación anual del caudal de ingreso a la planta .....	20
4.2	Aporte sanitario por persona.....	21
4.3	Variación anual y mensual de las concentraciones .....	21
4.4	Clasificación de variación anual de las concentraciones.....	28
4.4.1	Clasificación de variación anual de las concentraciones, en comparación con el resto del mundo.....	31
4.5	Relaciones entre contaminantes.....	34
4.6	Cargas contaminantes .....	37
4.6.1	Variación anual del aporte por persona por día.....	37
4.6.2	Carga total.....	39
5	CONCLUSIONES .....	43
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
7	ANEXOS .....	48

## INDICE DE TABLAS:

Tabla 1   Constituyentes del agua residual (Henz, 2008).....	6
Tabla 2   Variación de carga contaminante (Henz, 2008). ....	11
Tabla 3   Composición típica de aguas residuales municipales con baja contribución de aguas residuales industriales en mg/l (Henz, 2008).....	12
Tabla 4   Concentración media de parte soluble y suspendida de agua residual municipal en mg/l (Henz, 2008).....	12
Tabla 5   Concentración media de degradación de componentes de agua residual municipal en mg/l (Henz, 2008).....	12
Tabla 6   Contenido de nutrientes en agua residual cruda con bajo aporte de agua residual industrial (en mg/l) (Henz, 2008).....	13
Tabla 7   Concentraciones medias de parámetros para agua residual municipal (sistema separado) mg/l alrededor del mundo .....	13
Tabla 8   Concentraciones de microorganismos en las aguas residuales (número de microorganismos por 100 ml) (Henze et al., 2001).....	14
Tabla 9  Composición media anual de parámetros (Metcalf and Eddy, 2013).....	15
Tabla 10  Compuestos orgánicos de biodegradabilidad (Płuciennik-Koropczuk & Myszograj, 2019). .....	15
Tabla 11   Relación entre contaminantes de aguas residuales mg/mg (Henz, 2008).....	16
Tabla 12   Valores promedio anual de Nutrientes en aguas residuales (NT, PT), mg/l (Datos procesados). .....	23
Tabla 13   Valores característicos de un residual urbano (Metcalf and Eddy, 2013) contra resultados de los años 2012-2021.....	30
Tabla 14   Valores característicos de un residual urbano (Meijer and Brdjanovic, 2012) contra resultados de los años 2012-2021.....	30
Tabla 15  Valores característicos de un residual urbano (Gallego-Schmid, A et al., 2019) contra resultados de los años 2012-2021, mg/l.....	32
Tabla 16  Valores característicos de un residual urbano (Noyola et al., 2012) contra resultados de los años 2012-2021. Brasil, Chile, Colombia, Guatemala, México, República Dominicana, mg/l. ....	32
Tabla 17  Valores característicos de un residual urbano (Muttamara, 1996) contra resultados de los años 2012-2021. Bangkok Tailandia, mg/l.....	33
Tabla 18   Relaciones típicas adimensionales de aguas residuales municipales (Meijer and Brdjanovic, 2012) contra resultados de los años 2012-2021.....	36
Tabla 19   Valores medios de relaciones principales entre contaminantes Ucubamba en comparación con Pons, 2004 .....	37
Tabla 20   Valores medios de aporte por persona y día (Metcalf and Eddy, 2013) .....	39

**INDICE DE FIGURAS:**

Figura 1   Cálculo de la DBO (Roeleveld, 2002) .....	10
Figura 2   PTAR Ucubamba. ....	17
Figura 3   Interceptores de la ciudad de Cuenca. ....	18
Figura 4   Valor de caudales medios anuales .....	20
Figura 5  Aporte sanitario por persona y Dotación real. ....	21
Figura 6  Variación anual de la concentración de DQO, DBO <sub>5</sub> , y SST, años 2012-2020. ....	22
Figura 7  Variación anual de la concentración de a) DQO, b) DBO <sub>5</sub> años 2012-2020.....	24
Figura 8   Variación anual de la concentración de a) PT, años 2012-2020.....	26
Figura 9   Variación anual de la concentración de a) SST, b) SSV años 2012-2020.....	28
Figura 10   Variación del aporte por persona y día de DQO, DBO <sub>5</sub> , SST. ....	38
Figura 11   Variación del aporte por persona y día de NT y PT .....	38
Figura 12  Variación de carga total DQO, DBO <sub>5</sub> , SST.....	40
Figura 13   Variación de carga total NT .....	41
Figura 14   Variación de carga total PT .....	41

**RESUMEN:**

El presente trabajo se centra en la caracterización del agua cruda que ingresa a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Cuenca, Ucubamba, mediante la evaluación de su composición, con un análisis estadístico de la base de datos proporcionada por la empresa monitora ETAPA EP.

Se determinó las concentraciones de la demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST) con sus respectivas proporciones de volátiles (SSV), nutrientes (Nitrógeno total NT, fósforo total PT).

En base a valores característicos de un residual urbano, la ciudad está en el rango bajo de clasificación. Las relaciones de los principales contaminantes fueron DQO/DBOs: 2.7, DQO/NT: 12.6, DQO/PT: 60.9, DBO<sub>5</sub>/PT: 24.5, DQO/SSV: 2.4.

Los resultados obtenidos demuestran que las características químicas del agua residual que ingresa a la PTAR son variables, especialmente en lo que se refiere al contenido de materia orgánica medida como DQO. El agua residual que ingresa a la planta presenta condiciones de biodegradabilidad y los sólidos contenidos se encuentran entre el 50 % a 70% en su forma volátil. Las concentraciones de los nutrientes, NT y PT, se sitúan alrededor de las concentraciones típicas para agua residual.

**Palabras clave:**

Ucubamba, agua residual, aporte sanitario, agua cruda, caracterización, planta de tratamiento.

**ABSTRACT:**

The present work focuses on the characterization of the raw water entering the Wastewater Treatment Plant of the City of Cuenca, Ucubamba, through the evaluation of its composition, with a statistical analysis of the database provided by the monitoring company ETAPA EP.

The concentrations of chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total suspended solids (TSS) with their respective proportions of volatiles (TVS), nutrients (total nitrogen TN, total phosphorus TP) were determined.

Based on values characteristic of an urban wastewater, the city is in the low range of classification. The ratios of the main pollutants were COD/BOD5: 2.7, COD/TN: 12.6, COD/PT: 60.9, BOD5/PT: 24.5, COD/SSV: 2.4.

The results obtained show that the chemical characteristics of the wastewater entering the WWTP are variable, especially in terms of organic matter content measured as COD. The wastewater entering the plant presents biodegradable conditions and the solids contained are between 50% to 70% in their volatile form. The concentrations of nutrients, NT and PT, are around typical concentrations for wastewater.

**Key words:**

Ucubamba, wastewater, sanitary contribution, raw water, characterization, treatment plant.

**Translated by:**

Firmado electrónicamente por:  
**DANIELA  
CECILIA  
CAJASPARRA**



Daniela Cecilia Cajas Parra